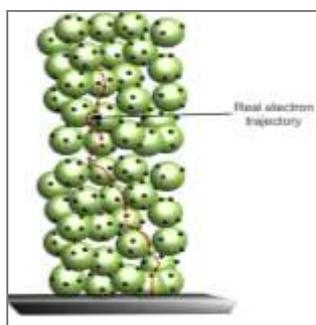
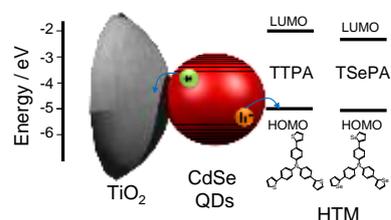
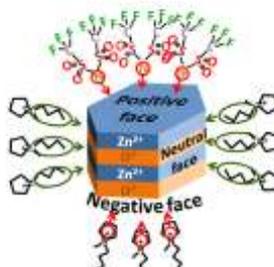
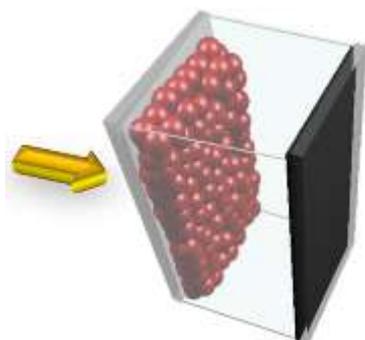


Proyecto Consolider HOPE

Hybrid Optoelectronic and Photovoltaic Devices for Renewable Energy

Un proyecto de nanomateriales y dispositivos de bajo coste para producción de energía libre de carbono (2008-2013)

Informe final de resultados



10 junio 2013

Contents

1. Presentación	3
2. Desarrollo del proyecto	5
3. Grupos participantes	8
4. Temas de investigación	9
5. Personal del proyecto	10
6. Estadísticas publicaciones por años	15
7. Colaboraciones destacadas	18
8. Temas originales, desarrollados en el proyecto	27
9. Publicaciones destacadas	33
10. Dispositivos que se ha conseguido fabricar	48
11. Moléculas y/o materiales que se ha conseguido fabricar	56
12. Progresión de las eficiencias	60
13. Impacto de la investigación	65
14. Formación de investigadores	70
15. Listado proyectos europeos	75
16. Tesis realizadas	79
17. Patentes	82

1. Presentación

El programa Consolider se constituyó en 2005 como una acción estratégica para la ciencia española, dirigida a financiar actuaciones de actividades científicas que promuevan un avance significativo en el estado del conocimiento o que establezcan líneas de investigación originales situadas en lo que se denomina frontera del conocimiento.

Con esta finalidad, el Programa Consolider ofreció una financiación estratégica durante 5 años de aproximadamente un millón de euros anual a equipos de investigadores españoles de máximo nivel de calidad y reconocimiento internacional, para elevar al máximo su potencial investigador, propiciar su ampliación y renovación, y favorecer la interconexión entre los investigadores, grupos y colectivos más dinámicos del sistema de I+D.

La actividad investigadora propuesta debía suponer la posibilidad de saltos cualitativos en la actividad científica, ya sea por incremento significativo en tamaño, por nivel de producción científico-técnica, o por novedad temática. Asimismo debía contribuir a la formación competente de personal investigador como uno de los pilares básicos en los que se asienta el futuro de la comunidad investigadora del país.

El proyecto HOPE (*Hybrid Optoelectronic and Photovoltaic Devices for Renewable Energy*) se realizó dentro de este programa por un equipo de investigadores de 13 centros de investigación y universidades de gran diversidad geográfica, en el periodo 2008-2013 (octubre 2007 a junio 2013, CSD2007-00007). En consonancia con el programa Consolider, los objetivos del proyecto HOPE consistían en formar en España una comunidad científica robusta con presencia en un campo de investigación que entonces despuntaba por su enorme relevancia, la de materiales y dispositivos de bajo coste para energías renovables, con énfasis en los materiales orgánicos para la producción de energía solar y LEDs. Estos materiales constituían entonces, y ahora, una de las aplicaciones más importantes de la nanotecnología, un campo de pruebas donde los nanomateriales deben formarse y combinarse para realizar funciones específicas muy exigentes. En el año 2007 varios grupos españoles participaban en estos desarrollos de la comunidad científica, pero desde una posición de notable atraso e inferioridad, por falta de una escala adecuada de las investigaciones que les permitiera abordar objetivos ambiciosos y de frontera, en la primera línea de la innovación, que es lo que más cuenta en ciencia.

El proyecto Consolider HOPE concibió una estrategia integrada reuniendo un gran equipo multidisciplinar de científicos y tecnólogos expertos en diversas áreas de nanomateriales, moléculas y dispositivos, para realizar toda la cadena de la investigación desde la síntesis de materiales a la formación de dispositivos, y poner nuestros resultados en el valor adecuado, sin tener que conformarse con una posición subordinada o auxiliar respecto de laboratorios más avanzados europeos o de otros países. Una vez obtenida esta escala de actividades de investigación, los grupos del consorcio y otros de su entorno verían ostensiblemente mejorado el rendimiento de su

actividad, al poder usar sus saberes en un entorno de calidad donde se pueden realizar dispositivos de energía y nanoestructuras muy competitivas con otros laboratorios mundiales. El proyecto fomentaba la cooperación, las publicaciones de alto nivel, el incremento del rendimiento y la calidad de los dispositivos, la formación de investigadores, y el fomento de actividades de difusión que incrementarían nuestra visibilidad y competitividad para lograr fondos europeos.

Una vez concluido el proyecto, se ha constatado por parte del equipo que estos fondos estratégicos y las actividades implementadas sí que han dado lugar a un desarrollo espectacular de la calidad de la ciencia que se produce en este ámbito en España. Por ello, aparte de los informes preceptivos, se ha considerado interesante realizar una valoración del funcionamiento de este proyecto, también como muestra de agradecimiento a la sociedad en general que ha financiado estos desarrollos.

Esta memoria ofrece una breve valoración del funcionamiento de este gran proyecto de investigación. Después presentamos algunos datos sobre la composición del equipo, y las estadísticas de los resultados científicos en forma de publicaciones. A continuación se exponen diversos resultados destacados, explicando el contenido de las principales publicaciones y colaboraciones desarrollados en el proyecto. También resulta interesante destacar el progreso de los rendimientos de los dispositivos realizados, desde valores iniciales irrisorios, hasta *state-of-art*, así como los nuevos temas de investigación desarrollados. Estos resultados no son ni mucho menos exhaustivos pero permiten dar a conocer una muestra de las actividades concretas que se han realizado en el proyecto. Más adelante resaltamos el progreso de varios grupos en términos del impacto de sus investigaciones en el periodo del proyecto, y destacamos también los aspectos de formación de investigadores, indicando las acciones de formación que han realizado los investigadores noveles que participaron en el proyecto, así como su progreso profesional en caso de que hayan seguido con contratos en otros centros. Estas acciones ponen de manifiesto la gran contribución del proyecto en la formación de investigadores muy competentes que continúan su carrera en centros de excelencia internacional.

Esperamos que este informe sea de utilidad para confirmar que con recursos y organización adecuada el progreso científico es posible y ocurre rápidamente. Deseamos que estas acciones estratégicas vuelvan a ocurrir en un futuro próximo.



Junio 2013
Juan Bisquert
Coordinador del proyecto

2. Desarrollo del proyecto

El objetivo general del proyecto HOPE es la investigación y realización de dispositivos para energía que emplean nanoestructuras y semiconductores orgánicos, siendo una referencia principal de las actividades, las células solares orgánicas y nanoestructuradas, así como los dispositivos LED orgánicos, y otros de fotónica y electrónica orgánica. Al comenzar el proyecto, estas investigaciones eran escasas y dispersas en España, y un objetivo central ha sido lograr una comunidad fuerte, integrada, relevante a escala internacional, y con capacidad de formación de nuevos investigadores.

La gestión y desarrollo del proyecto, se han dirigido a este objetivo central, con un sistema de reparto de fondos centrado (en un 60%) en los resultados conseguidos en el año anterior, bonificando las publicaciones en colaboración, y asimismo las de alto factor de impacto. Hay que resaltar, sin embargo, que el equipo HOPE hizo suyos unos objetivos comunes, y que los grupos han desarrollado sus actividades pensando más en los logros científicos que estaban al alcance, gracias a la inyección de financiación y una poderosa red de cooperación, que en los incentivos prácticos que pudieran beneficiarles. El hecho de formar parte de una comunidad que tiene el sello de la excelencia ya es en sí un incentivo para demostrar cada uno su productividad y creatividad sin quedarse atrás. En general el equipo ha funcionado con muy buena sintonía para realizar los objetivos de investigación, y el grado de cooperación ha sido muy alto, dando lugar a actividades cooperativas que no se hubieran realizado por separado, como se detalla en el apartado que expone algunas actividades de cooperación, y como se ve en el gran número de publicaciones conjuntas. El hecho de acceder a este tipo de proyecto, también produjo un beneficio inmediato para los grupos que forman parte del equipo, en términos del reconocimiento y valoración en su entorno, así como para aumentar el prestigio de sus instituciones.

Desde el punto de vista de la gestión de los recursos de investigación, este proyecto ha demostrado ser extraordinariamente útil no sólo por la cuantía de los fondos asignados, sino también porque la relativa libertad de conceptos de gasto (dentro de los ámbitos normales de gastos de investigación, es decir, personal contratado, equipamiento, viajes y dietas...) ha demostrado ser un excelente factor estratégico para mejorar las actividades de investigación. La convocatoria establecía la necesidad de *aumentar la flexibilidad de gestión por parte de los beneficiarios de los fondos Consolider, evitando en lo posible rigideces innecesarias que dificulten la adecuada ejecución del gasto*. Este es un punto que a menudo no se tiene en cuenta en el sistema de gestión, extraordinariamente burocratizado, que crea innumerables trabas a los investigadores cuando pretenden desarrollar sus actividades. Esta positiva novedad del programa Consolider ha permitido a los grupos suplir las carencias que tuvieran con otras fuentes de financiación y realizar sus propias estrategias de crecimiento eliminando barreras que limiten su desarrollo. Esperamos que este tipo de recurso único se generalice en la financiación de la investigación en España.

Tras cinco años y medio de desarrollo, podemos afirmar que el proyecto ha tenido resultados muy satisfactorios. El objetivo fundamental de la actividad científica es realizar publicaciones en las revistas especializadas, que emplean el proceso de *peer review* para garantizar la calidad, corrección y relevancia de los trabajos que se reportan. También hay otros tipos de resultados muy importantes en términos de tesis, patentes, etc., sin embargo nos centraremos en la discusión de las publicaciones por el simple hecho de que existen medidas universales de calidad de las mismas.

La importancia de los trabajos realizados en el ámbito de la comunidad científica se establece por dos factores principales. El primero es el factor de impacto de la revista, que clasifica todas las publicaciones científicas. En este proyecto se ha considerado desde el principio que un factor de impacto (FI) mayor que 3 indica una muy buena publicación, y que un FI mayor que 6 indica una publicación excelente. El segundo factor que se suele analizar es el del número de citas de las publicaciones realizadas, aunque esta medida solo puede realizarse varios años después de que se publique el trabajo, ya que el impacto es un proceso lento.

Los resultados sobre publicaciones se indican en las tablas en una sección más abajo. La evolución del aumento de productividad científica del equipo es espectacular, ya que de 2008 a 2012, se duplica la capacidad de producción de artículos. También es obvio que aumenta notablemente la calidad de las publicaciones, ya que en 2008 se hacían 37 publicaciones de $FI > 3$, mientras que en 2012, realizamos 82.

El dato más destacable sobre el progreso de los grupos investigadores es el aumento de publicaciones de alto impacto > 6 . Estas publicaciones, que incluyen revistas del más alto nivel como *Advanced Materials*, *Nature Communications*, *ACS Nano*, *Energy and Environmental Science*, etc., son el marcador universal de los trabajos científicos de mayor calidad en este ámbito de investigación. El hecho de poder realizar un abundante número de este tipo de contribuciones indica que los miembros del equipo realmente se encuentran al nivel más competitivo posible dentro de su campo de investigación, ya que con trabajos continuistas o que carecen de un alto componente de innovación no es posible acceder a estas revistas. En nuestro proyecto, la dificultad de realizar estas publicaciones al principio era manifiesta, ya que solo se realizaron 6 en 2008, dato que ha aumentado en un factor 4.5 a lo largo del periodo del proyecto, ya que en 2012 se realizaron 27. En muchos casos, estos artículos de alto nivel se producen como consecuencia de colaboraciones entre varios grupos del proyecto, o en temas que han iniciado con este proyecto.

El progreso de los grupos que forman el equipo investigador es también manifiesto examinando otros marcadores, como el avance de las eficiencias de los dispositivos, desde valores muy bajos a llegar a estado del arte de la comunidad mundial, y en algunos casos realizando un record en nuestros laboratorios.

Un marcador muy importante es el de las citas de los grupos, aunque sea prematuro ver ahora el impacto de las publicaciones realizadas hace poco tiempo, no hay duda de que el progreso de las citas en el periodo del proyecto muestra un crecimiento enorme,

que pone de manifiesto la relevancia de los trabajos realizados, y el incremento de la presencia de los grupos dentro de la comunidad investigadora internacional.

Aunque es obvio que muchos grupos han contado con fuentes de investigación adicionales para realizar algunos de estos progresos, es también indudable que el programa Consolider ha sido una fuente de financiación y actividad coordinada fundamental para lograr estos resultados. Por lo tanto creemos que se ha logrado el propósito principal establecido en la convocatoria:

El avance cualitativo en la actividad científica, en niveles de producción, novedad temática y tamaño de los equipos.

El proyecto ha dado ocasión para la difusión, mediante participación en conferencias y escuelas formativas, y asimismo mediante la organización de congresos internacionales que han atraído investigadores e industrias de este ámbito a nuestras ciudades y centros. La página web del proyecto, <http://www.consoliderhope.uji.es> es una de las más visitadas del programa Consolider (según su lugar en google), y la web interna ha sido un poderoso instrumento de distribución de información, que ha servido para formar una comunidad investigadora integrada.

Por la facilidad de gestión y la relativa libertad de gasto, y por los extraordinarios resultados conseguidos, en este tiempo transcurrido se observa con claridad que el proyecto Consolider HOPE ha servido de semilla para acceder a muchos otros proyectos que no hubieran sido posibles de faltar el contexto de recursos, cooperaciones y visibilidad que ha proporcionado el proyecto HOPE.

También es de destacar que ha aumentado notablemente la capacidad de captar proyectos europeos y otros proyectos de excelencia, mediante la integración y relevancia que hemos conseguido, dentro de la comunidad internacional. De este modo se puede afirmar que la inversión realizada con los fondos Consolider ha sido muy fructífera en términos del retorno al sistema de investigación de España.



Investigadores principales del proyecto HOPE

3. Grupos participantes

Grupo	Nombre, Institución	Doctores	Investigadores	IP
UJI	Grup de Dispositius Fotovoltaics i Optoelectrònics Universitat Jaume I de Castelló	11	15	Juan Bisquert
CIDETEC	New Materials Department Centro de Tecnologías Electroquímicas (San Sebastián)	5	7	Ramón Tena
ICFO	Dispositivos Nanofotónicos Institut de Ciències Fotòniques (Barcelona)	3	3	Gonçal Badenes
ICIQ	Materials Optoelectrònics Institut Català d'Investigació Química (Tarragona)	9	13	Emilio Palomares
ICMSE	Grupo de Nanomateriales Ópticos Instituto de Ciencias de los Materiales de Sevilla	5	8	Hernán Miguez
IKERLAN	Microsistemas Ikerlan (Mondragón)	4	7	Roberto Pacios
UA	Espectroelectroquímica y Fotoelectroquímica Universitat d'Alacant	6	8	Roberto Gómez
UCLM	Nanomateriales Basados en Fullerenos Universidad de Castilla la Mancha (Toledo)	8	13	Fernando Langa
UMH	Unidad de Diseño y Síntesis Molecular Universidad Miguel Hernández de Elche	9	11	Fernando Fernandez
UPC	Micro i Nanotecnologies Universitat Politècnica de Catalunya (Barcelona)	5	7	Ramón Alcobilla
UPCT	Electrónica molecular Universidad Politécnica de Cartagena	6	6	Antonio Urbina
UPO	Coloides y Células Solares nanoestructuradas Universidad Pablo Olavide de Sevilla	5	5	Juan Antonio Anta
URV	Nanoelectronics and Photonics Systems Universitat Rovira i Virgili de Tarragona	13	15	Josep Pallarés
TOTAL		89	118	

4. Temas de investigación

Tema 1 Mejora del rendimiento y estabilidad de las células solares sensibilizadas con colorante.

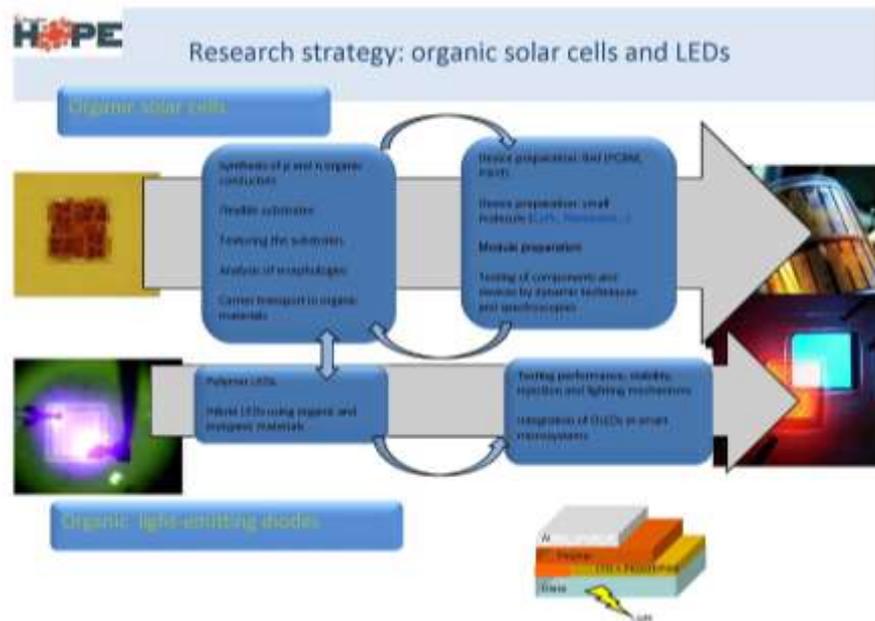
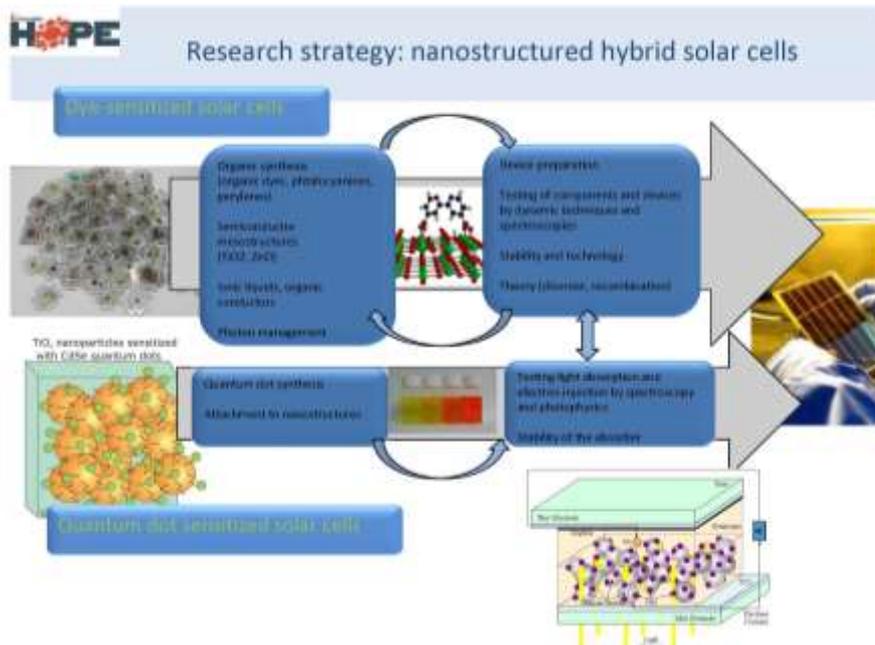
Tema 2. Materiales para células solares sensibilizadas con colorante.

Tema 3. Células solares nanoestructuradas con puntos cuánticos semiconductores.

Tema 4. Células solares orgánicas.

Tema 5. Dispositivos electroluminiscentes.

Tema 6. Nanomateriales y nanoestructuras para producción de energía.



5. Personal del proyecto

	Grupo	Paso a Doctor
	UJI	
Dr.	Juan Bisquert Mascarell (IP)	
Dr.	Germa Garcia Belmonte	
Dr.	Francisco Fabregat Santiago	
Dr.	Ivan Mora Sero	
Dra.	Eva Maria Barea Berzosa	
	Jose M ^a Montero	Sí
	Lourdes Marquez Garcia	
Dr.	Thomas Moehl	
Dr.	Sixto Jimenez Julia	
Dr.	Antoni Munar Ara	
	Fabiola Iacono	
	Loles Merchan	
	Maria Pilar Gil	
	Laura Agut	
Dr.	Antonio Guerrero	
	Elisa Llorach Villodre	
	Maria Carmen Alcina	
	Rosario Gumbau Monferrer	
Dr.	Rafael Sanchez	
	Beatriz Mateo	
	Miquel Grau	
	Sonia Ruiz Raga	Sí
Dr.	Isaak Herraiz	
	UPC	
Dr.	Ramon Alcubilla Gonzalez (IP)	
Dr.	Cristobal Voz Sanchez	
Dr.	Alberto Orpella Garcia	
	Mónica Beatriz Della Pirriera	Sí
Dr.	Pablo Ortega Villasclaras	
Dr.	Isidro Martin Garcia	
	Albert Marsal	
	Moises Garin Escrivá	
	Sergi Galindo	
	UCLM	
Dr.	Fernando Langa de la Puente (IP)	
Dra.	Pilar de la Cruz Manrique	

Dra.	M ^a José Gomez- Escalonilla Romojaro	
Dr.	Vicente Lopez-Arza Moreno	
Dra.	Eva Maria Espildora Garcia	
	Ruben Caballero Briceño	Sí
Dr.	Frederic Oswald	
	Leticia Lopez Arroyo	
	Maria Vizuete Medrano	Sí
Dr.	Maxence Raphael Urbani	
	Beatriz Teresa Pelado	
	Rocio Dominguez Martin	
	Sandra Gomez Estebán	
	Ana Isabel Aljarilla Jimenez	
	UA	
Dr.	Roberto Gómez Torregrosa (IP)	
Dra.	Teresa Lana Villareal	
Dr.	Juan Manuel Perez Martinez	
Dr.	Antonio Rodes Garcia	
	Nestor Guijarro Carratala	
	Irene Barceló	
Dr.	José Manuel Campiña	
Dr.	Jose Gonzalez Garcia	
	Elena Guillen	Sí
	URV	
Dr.	Josep Pallares Marzal (IP)	
Dr.	Benjamin Iñiguez Nicolau	
Dr.	Lluis F. Marzal Garvi	
Dr.	Josep Ferré Borrull	
	Abel Santos Alejandro	Sí
	Raquel Palacios Higuera	Sí
Dra.	Pilar Formentin	
	Jairo Cesar Nolasco Montaña	Sí
	Alejandra Castro	Sí
Dr.	Roger Cabré	
Dr.	François Lime	
Dr.	Romain Ritzenhaler	
Dr.	Antonio Lazaro Guillen	
Dra.	Laura Patricia Hernandez	
Dra.	Elissabeta Romano	
Dra.	Malgorzata Baranowska	
	UPCT	
Dr.	Antonio Urbina Yeregui (IP)	

Dra.	Carmen Miguel Alonso	
Dr.	Rafael Garcia Valverde	
Dr.	Javier Padilla Martinez	
Dra.	Maria Nieves Espinosa	
Dr.	Javier Prior Arcé	
	UPO	
Dr.	Juan Antonio Anta Montalvo (IP)	
Dr.	Maria Elena Guillen Rodriguez	
	José Pablo González Vázquez	Sí
Dr.	Thomas Berguer	
Dr.	Jose Maria Pedrosa Poyato	
Dr.	Manuel Cano Luna	
	UMH	
Dr.	Fernando Fernandez Lázaro (IP)	
Dra.	Angela Sastre Santos	
Dr.	Enrique Font Sanchis	
Dr.	Julio Cesar Alvarez Santos	
Dr.	Juan Javier Ortiz Carricondo	
Dra.	Concepción Parejo Prados	
Dra.	Ana Maria Gutierrez Vilchez	
	Luis Martin Gomis	Sí
	Francisco Javier Cespedes Guirao	Sí
	Maria Pasqual del Riquelma Campderá	
	Julian Carracelas	
	José Lorenzo Rodriguez	Sí
	Federico Paya	
	Vicente Manuel Blas Ferrando	
Dra.	Latifa Bouissane	
	Sara Pla	
	Nathalie Zink Lorre	
	Desiré Molina Alcaide	
	IKERLAN	
Dr.	Roberto Pacios Castro (IP)	
Dr.	Francisco Blanco Barro	
Dr.	Jorge Elizalde Garcia	
Dr.	Luis Jose Fernandez Ledesma	
	Javier Berganzo Ruiz	
	Iñigo Aranburu Lazkano	
	Irati Ugarte	
	Marios Neophytou	

	Christoph Waldauf	
	Werther Cambarau	
	Jon Ajuria	Sí
	ICIQ	
Dr.	Emilio José Palomares Gil (IP)	
Dra.	Eugenia Martinez Ferrero	
	Javier Perez Hernandez	Sí
	Miquel Planells Dillunde	Sí
	Amparo Forneli Rubio	
	Josep Albero Sancho	Sí
	Anna Reynal Verdu	Sí
	Ivan Castelló	
	Marguerita Bolognesi	
Dr	Elias Daura	
Dr.	John N. Clifford	
	Taye Zewdu Tarekegn	
Dr	Qiang Ma	
Dr.	Aurelien Viteresi	
	James W. Ryan	
	Laia Pelleja	
	Lydia Cabau	
Dr.	Georgina Stoica	
	ICFO	
Dr.	Gonçal Badenes Guia (IP)	
Dra.	Stephanie Cheylan	
Dr.	Mark Patrick Kreuzer	
	Danny Krautz	
	Olga Malinkiewicz	
	CIDETEC	
Dra.	Estibalitz Ochoteco Vaquero (IP)	
Dra	Rebeca Marcilla Garcia	
Dr.	Iker Boyano Sarasola	
Dr.	Miguel Bengoechea Gorrochategui	
	Haritz Macicior Sotelo	
	Tomas Sikora	
	Eneko Azaketa	
Dr.	Ramón Tena	
	Ngo Thi Tuyen	
Dr.	Sudam Chavhan	
	ICMSE	
Dra.	Hernan Miguez Garcia (IP)	

Dr.	Manuel Ocaña Jurado	
Dr.	Mauricio Calvo Roggiani	
Dra.	Nuria Ocelia Nuñez Alvarez	
	Olalla Sanchez Sobrado	
	Gabriel Lozano Barbero	
	Silvia Colodrero Perez	
	Nuria Hidalgo Serrano	Sí
	Stella Kocanis	
Dr.	Jose Miguel Luque	
	Alberto Jimenez Solano	

6. Estadísticas publicaciones por años

Estadísticas Globales de Publicaciones							
Grupo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
CIDETEC	3	10	9	6	6	5	39
ICFO	4	3	2	1	0	0	10
ICIQ	9	10	16	16	15	0	66
ICMSE	0	5	10	6	10	3	34
IKERLAN	2	3	2	5	2	1	15
UA	4	4	9	5	10	0	32
UCLM	11	2	5	9	6	2	35
UJI	19	15	23	29	28	13	127
UMH	4	12	4	6	6	1	33
UPC	8	4	5	4	2	0	23
UPCT	6	2	3	14	4	2	31
UPO	5	6	9	3	13	4	40
URV	4	9	10	8	15	1	47
Total	63	72	82	97	105	25	444

Todas las publicaciones están listadas en la web <http://www.consoliderhope.uji.es/>

Papers FI>6

Grupo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
CIDETEC	0	2	2	2	0	0	6
ICFO	0	0	0	0	0	0	0
ICIQ	4	1	4	4	6	0	19
ICMSE	0	1	1	4	2	3	11
IKERLAN	0	0	1	1	0	0	2
UA	0	1	0	0	4	0	5
UCLM	0	0	2	1	1	0	4
UJI	1	3	9	9	11	5	38
UMH	0	1	1	0	2	0	4
UPC	0	0	0	0	0	0	0
UPCT	0	0	0	3	0	0	3
UPO	1	1	1	1	1	0	5
URV	0	0	0	1	2	0	3
Total	6	9	17	23	28	8	91

Papers FI>3

Grupo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
CIDETEC	2	7	8	6	6	5	34
ICFO	1	2	2	1	0	0	6
ICIQ	7	9	13	13	15	0	57
ICMSE	0	5	7	5	8	3	28
IKERLAN	1	3	2	3	2	1	12
UA	4	4	7	3	10	0	28
UCLM	8	2	5	8	5	0	28
UJI	10	12	16	23	24	12	97
UMH	3	8	4	5	5	0	25
UPC	2	0	4	2	2	0	10
UPCT	3	0	2	14	4	0	23
UPO	4	4	7	2	11	3	31
URV	0	0	3	1	2	0	6
Total	37	46	62	76	83	20	324

Papers 3 < FI < 6

Grupo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
CIDETEC	2	5	6	4	6	5	28
ICFO	1	2	2	1	0	0	6
ICIQ	3	8	9	9	9	0	38
ICMSE	0	4	6	1	6	0	17
IKERLAN	1	3	1	2	2	1	10
UA	4	3	7	3	6	0	23
UCLM	8	2	3	7	4	0	24
UJI	9	9	7	14	13	7	59
UMH	3	7	3	5	3	0	21
UPC	2	0	4	2	2	0	10
UPCT	3	0	2	11	4	0	20
UPO	3	3	6	1	10	4	27
URV	0	0	3	0	0	0	3
Total	31	37	45	53	55	12	233

Papers en colaboración

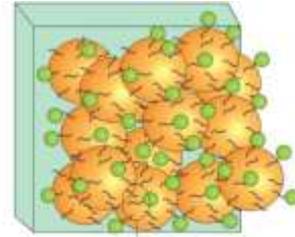
Grupo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
CIDETEC	1	2	3	4	3	4	17
ICFO	2	1	2	0	0	0	5
ICIQ	1	4	7	3	3	0	18
ICMSE	0	1	0	0	3	0	4
IKERLAN	2	2	2	5	2	1	14
UA	1	3	4	2	3	0	13
UCLM	3	1	3	1	1	2	11
UJI	5	6	9	9	4	2	35
UMH	1	1	1	2	0	1	6
UPC	8	2	5	1	0	0	16
UPCT	3	0	3	1	0	1	8
UPO	1	2	5	0	5	3	16
URV	2	1	4	1	0	0	8
Total	14	13	23	14	12	7	83

7. Colaboraciones destacadas

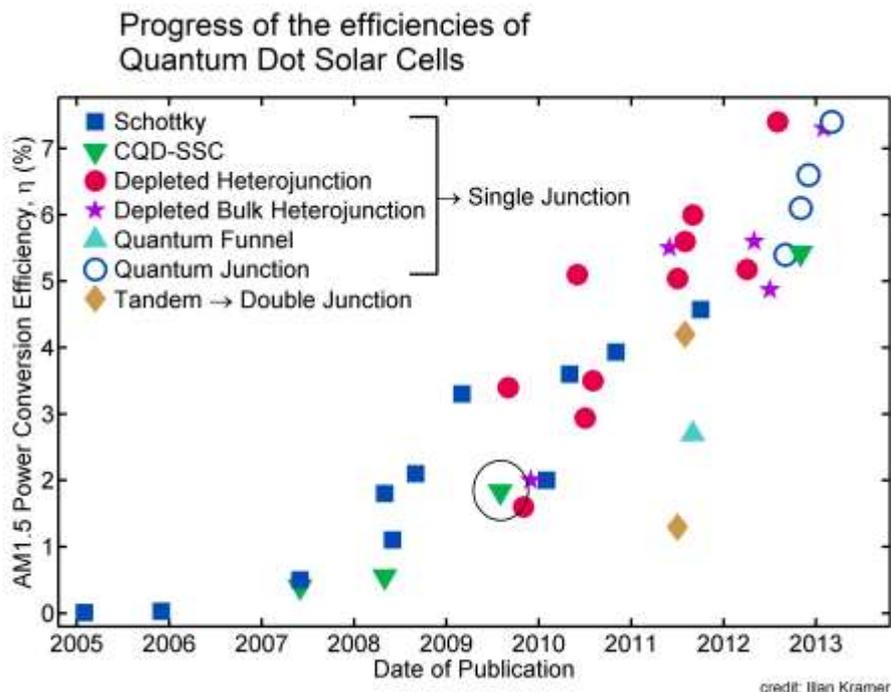
Título: **Células solares sensibilizadas con puntos cuánticos.**

Grupo/s: UJI y UA

Descripción: La colaboración entre los grupos de la UA y de la UJI ha sido crucial para el desarrollo de las células solares sensibilizadas con puntos cuánticos.



Mientras que el grupo de la UA se encargó de la preparación de los puntos cuánticos y del desarrollo de métodos de anclaje a la matriz del óxido transportador de electrones, la UJI construyó los primeros dispositivos gracias a una colaboración con el grupo de T. Toyoda y los caracterizó con Espectroscopía Electroquímica de Impedancias. En estos trabajos colaborativos se discuten diferentes maneras de ligar los puntos cuánticos al óxido nanoestructurado, así como se analizan también electrodos con puntos cuánticos crecidos directamente sobre el óxido. Se establece una relación entre el modo en que se liga el punto cuántico con las propiedades de inyección y recombinación de los dispositivos y consecuentemente con la eficiencia final. Prueba de ello es que los ocho artículos escritos en colaboración en este campo presentan un total de más de 550 citas, con tres artículos con más de 100 citas. Esto demuestra el impacto que ha tenido esta colaboración en el campo, que además consiguió un record de eficiencia a mitad de 2009, reflejado en el gráfico de eficiencias.

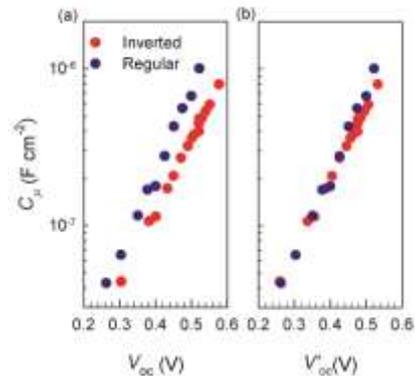


Título: Células solares con materiales orgánicos y poliméricos

Grupo/s: UJI, IKERLAN e ICIQ

Descripción: La colaboración entre los grupos ha permitido explorar y comparar condiciones de preparación, técnicas de deposición y métodos experimentales de caracterización de dispositivos. La colaboración se ha plasmado en el análisis de capas de ZnO en el cátodo, la construcción de células mediante procesos regulares e invertidos, y la comparación de técnicas de extracción de parámetros: espectroscopia de impedancia, extracción de carga y transitorios de fotovoltaje.

Cabe destacar que de las investigaciones se dedujo que los mecanismos de recombinación de portadores en la capa activa son insensibles a la arquitectura (regular o invertida) de las células en el caso de P3HT:PCBM.

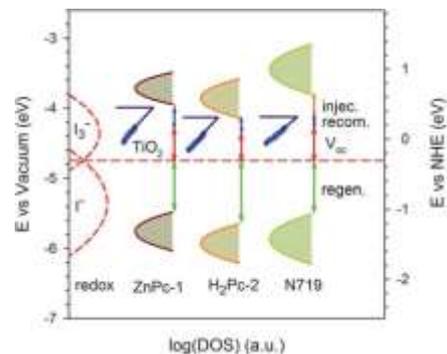


Título: Células solares de colorante basados en moléculas de tiofenos y ftalocianinas como sensibilizadores.

Grupo/s: UJI, UCLM y UMH

Descripción: La colaboración entre los grupos de síntesis orgánica y el grupo de fabricación y análisis de dispositivos de la UJI ha permitido desarrollar métodos de preparación y caracterización de dispositivos. La colaboración ha dado lugar al estudio de células solares de colorantes completas basadas en adsorbedores de luz orgánicos, con un elevado coeficiente de extinción molar y una amplia absorción en el espectro visible e infrarrojo cercano.

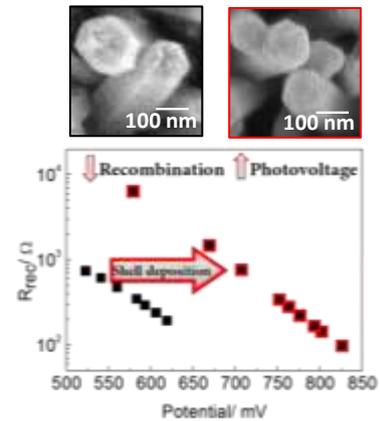
Gracias a estas colaboraciones ha sido posible realizar un estudio completo de recombinación, y determinar los parámetros críticos (interfaciales, estructurales) que limitan la eficiencia de los dispositivos. La colaboración dio lugar a un artículo de gran impacto: Energy Environ. Sci. 2010, 3, 1985-1994. También, fruto de esta colaboración, ha surgido otro artículo (J. Porphyrins Phthalocyanines 2011, 15, 1004-1010) y hay varios en preparación.



Título: Celdas de colorante basadas en ZnO.

Grupo/s: UPO y CIDETEC

Descripción: CIDETEC y UPO han puesto en común su conocimiento de frontera en la deposición de nanoestructuras de ZnO y caracterización y modelización de celdas solares de colorante, respectivamente, para profundizar en los mecanismos involucrados y limitaciones existentes en estos dispositivos. Esto les ha permitido no tan sólo demostrar los orígenes de las limitaciones habituales en celdas solares de colorante basadas en nanohilos de ZnO, sino proponer estrategias basadas en modificaciones de la superficie de éstos para mejorar su funcionamiento.

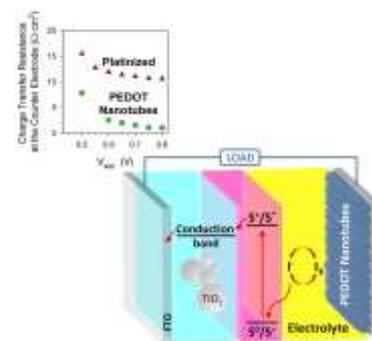


Mediante esta metodología, han conseguido superar el estado del arte en alguno de los parámetros fotovoltaicos (e.g. fotovoltaje) y posicionarse como grupos referencia en la temática. Un claro reflejo de ello son los 4 artículos publicados conjuntamente:

E. Guillen et al. *Energy Environ. Sci.*, 2011, 4, 3400-3407,J. A. Anta et al. *J. Phys. Chem. C* 2012, 116, 11413–11425,E. Azaceta et al. *J. Mater. Chem. A* (2013) DOI: 10.1039/C3TA11443K yGuillen et al. *J. Phys. Chem. C* 2013) DOI: 10.1021/jp402888y.**Título: Materiales innovadores: síntesis, caracterización y evaluación en celdas solares híbridas.**

Grupo/s: UJI y CIDETEC

Descripción: La colaboración entre CIDETEC y UJI ha permitido el desarrollo de materiales innovadores (e.g. una nueva familia de líquidos iónicos conteniendo aniones sulfuro, nanotubos de PEDOT) y su evaluación en celdas solares híbridas emergentes (e.g. celdas sensibilizadas con puntos cuánticos, celdas de colorante con cátodos libres de platino).

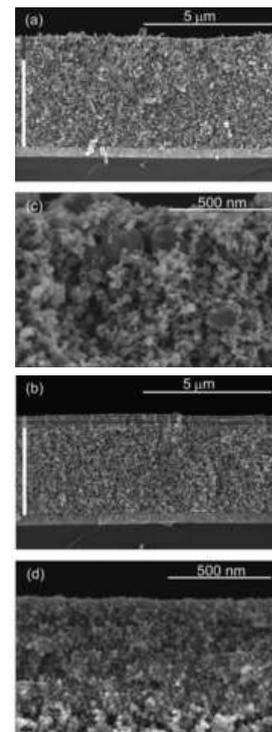


La gran complementariedad existente entre ambos grupos ha sido clave para demostrar nuevas pruebas de concepto con el consecuente impacto en el ámbito científico y tecnológico. Además de 5 publicaciones conjuntas, esta colaboración ha dado lugar a una patente europea titulada “ionic liquid based electrolytes containing sulfide/polysulfide redox couple and uses thereof” (Eur. Pat. No. 10382132.8- 2119 y PCT/EP/2011/058143, 2010)

Título: Celdas solares de colorante eficientes basadas en cristales fotónicos altamente porosos.

Grupos: ICMSE y ICIQ

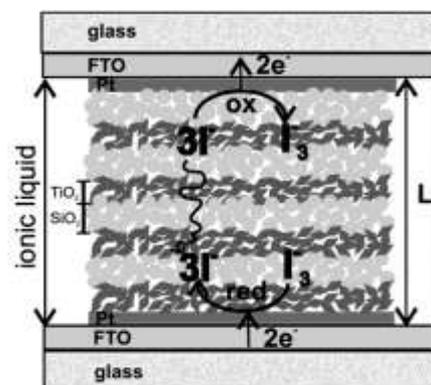
Descripción: Se ha diseñado y fabricado un electrodo basado en una estructura de cristal fotónico 1D altamente porosa. Se ha aumentado el tamaño medio de los poros lo que origina un aumento de la fotocorriente del dispositivo así como un aumento sin precedentes del fotovoltaje de la celda. Estos efectos sinérgicos producen eficiencias de conversión de alrededor del 3,5% usando electrodos de sólo 2 micras de espesor, lo que supone una mejora de entre 100% y 150% con respecto a las celdas de referencia del mismo espesor. Se trata de un trabajo realizado en colaboración entre el ICIQ, grupo que desarrolló las celdas, y el ICMSE, que desarrolló toda la parte del cristal fotónico.



Título: Estudio de la resistencia de difusión del electrolito a través de cristales fotónicos porosos mediante espectroscopía de impedancia.

Grupos: ICMSE y UJI

Descripción: Fruto de la colaboración se consiguió demostrar una mejora en el transporte de masa a través de cristales fotónicos unidimensionales de nanopartículas fabricados con una mayor porosidad.



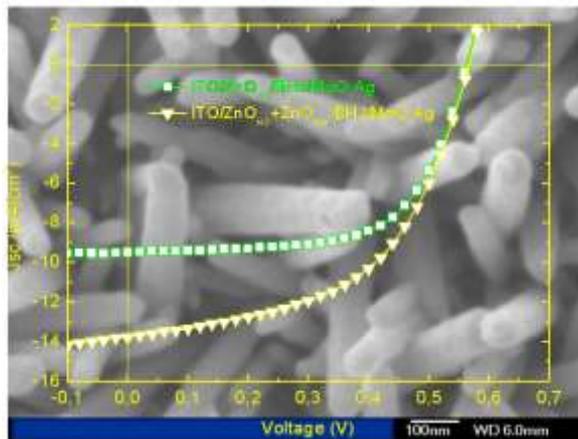
El análisis se realizó mediante espectroscopía de impedancia usando yodo y electrolitos basados en líquidos iónicos y muestra que los poros de mayor tamaño y el aumento de la porosidad mejoran la difusión de las especies a través del cristal fotónico. Se consiguió también un compromiso entre el tamaño de los poros y la calidad óptica de estas estructuras periódicas.

Se trata de un trabajo realizado en colaboración entre el ICMSE, que fabricó el cristal fotónico poroso haciendo uso de un porógeno polimérico (polietilenglicol), y la UJI, que realizó toda la caracterización a través de la espectroscopía de impedancia.

Título: Electrodo Nanoestructurados para el Aumento de la Eficiencia en Dispositivos Fotovoltaicos Híbridos Orgánico-Inorgánicos

Grupo/s: IK4-CIDETEC, IK4-IKERLAN

Descripción: IK4-CIDETEC ha desarrollado estructuras ordenadas de nanohilos de ZnO que han sido posteriormente utilizados por IK4-IKERLAN como electrodos en células fotovoltaicas híbridas.

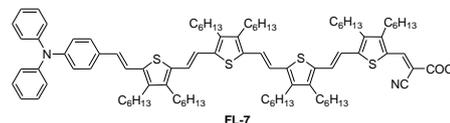
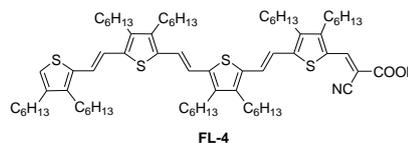


Estos nuevos electrodos han contribuido a aumentar la eficiencia de conversión de los dispositivos gracias a su papel activo en los procesos de absorción de luz, creación, transporte y extracción de carga eléctrica.

Título: Aplicación de nuevos colorantes orgánicos en el diseño de células solares.

Grupo/s: UCLM-ICIQ / UCLM-UJI

Descripción: Las colaboraciones con el Dr. Emilio Palomares (ICIQ) y el Prof. Juan Bisquert (UJI) del grupo de la UCLM han permitido estudiar el comportamiento de los compuestos sintetizados por este último como colorantes en el diseño de células solares híbridas.

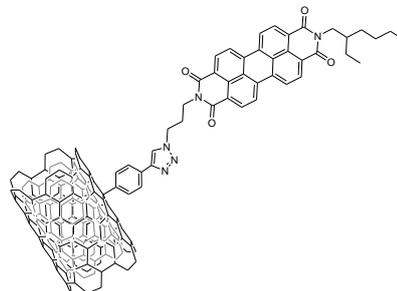


Estas colaboraciones se mantendrán en el futuro, más allá del estudio y publicación de resultados pendientes para poder diseñar nuevos dispositivos.

Título: Síntesis de nuevos sistemas dador-aceptor con aplicaciones optoelectrónicas.

Grupo/s: UCLM y UMH

Descripción: La colaboración con el grupo de UMH se basa en la utilización de una serie de perilenos, utilizados como unidad aceptora en la preparación de nuevos materiales híbridos con nanotubos de carbono de pared doble (DWCNT) a través de funcionalización covalente, con objeto de estudiar sus propiedades optoelectrónicas.

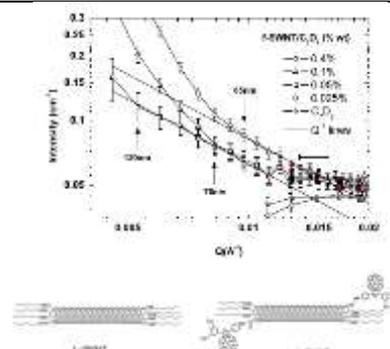


Con esta colaboración se ha pretendido aprovechar el amplio conocimiento que de la química y propiedades electrónicas que sobre perilenos ha demostrado tener el grupo de la UMH para la funcionalización de nanoformas de carbono ampliamente desarrollada por el grupo de la UCLM.

Título: Scattering de neutrones sobre muestras de nanotubos de carbono funcionalizados

Grupo/s: UCLM y UPCT

Descripción: El grupo de la UCLM ha preparado nanotubos de carbono funcionalizados que nos han permitido preparar disoluciones estables en tolueno, lo que hasta la fecha resultaba imposible puesto que los nanotubos tendían a precipitar rápidamente en cualquier disolvente. Con estas disoluciones se han realizado experimentos de scattering de neutrones en grandes instalaciones, ILL en Grenoble, Francia, e ISIS en Oxford, Reino Unido.



Detalle del scattering de bajo ángulo de muestras de nanotubos de carbono funcionalizados cuya estructura molecular se muestra en la imagen superior.

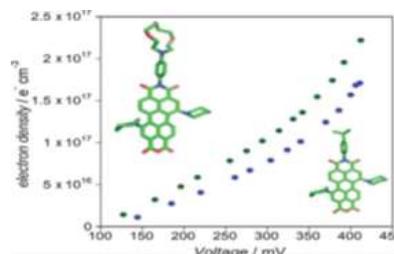
Las medidas han sido: scattering de bajo ángulo (SANS) y scattering quasielástico incoherente (IQNS) lo que nos ha permitido obtener los parámetros que definen la estructura (longitud de Kuhn, radio de giro) y la dinámica de los nanotubos en disolución (tiempos característicos de difusión y rotación). Esta colaboración ha dado lugar a dos artículos que no hubiera sido posible realizar sin la complementariedad de ambos equipos de investigación.

Título: Perilenos en células solares de colorante

Grupo/s: UMH e ICIQ

Descripción: El equipo de la UMH, como grupo sintético, preparó una serie de derivados de perilonomoimida, que fueron empleados por el equipo del ICIQ en la preparación de células fotovoltaicas. Se alcanzaron eficiencias del 3,15 % (valor más que notable en ese momento) y se estudió el efecto de incluir en el colorante subunidades captadoras de iones Li^+ .

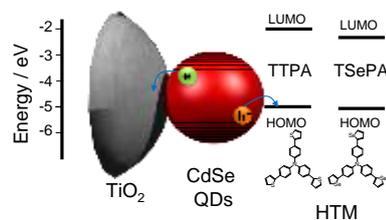
La colaboración dio lugar a dos artículos de gran impacto: *J. Mater. Chem.* 2008, 18, 5802-5808 y *J. Mater. Chem.* 2009, 19, 5818-5825.

**Título: Polimerización de moléculas transportadoras de huecos y estudio de su interacción con puntos cuánticos**

Grupo/s: UMH y UA

Descripción: Uno de los temas de trabajo del Consolider HOPE es la preparación de células fotovoltaicas sensibilizadas por puntos cuánticos, que está siendo estudiado en la UA.

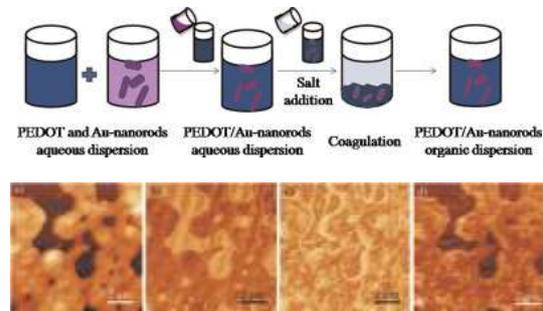
En esta colaboración se han preparado, caracterizado electroquímicamente y polimerizado derivados de trifenilamina, y se ha estudiado su interacción con puntos cuánticos de seleniuro de cadmio, con vistas a la futura preparación de células fotovoltaicas sin disolvente sensibilizadas por puntos cuánticos. La colaboración ha dado lugar a un artículo (*ChemPhysChem* 2011, 12, 1155-1164), estando previsto que salgan más con los nuevos resultados.



Título: Nuevo composite PEDOT-nanocilindros de oro

Grupo/s: CIDETEC y UPCT

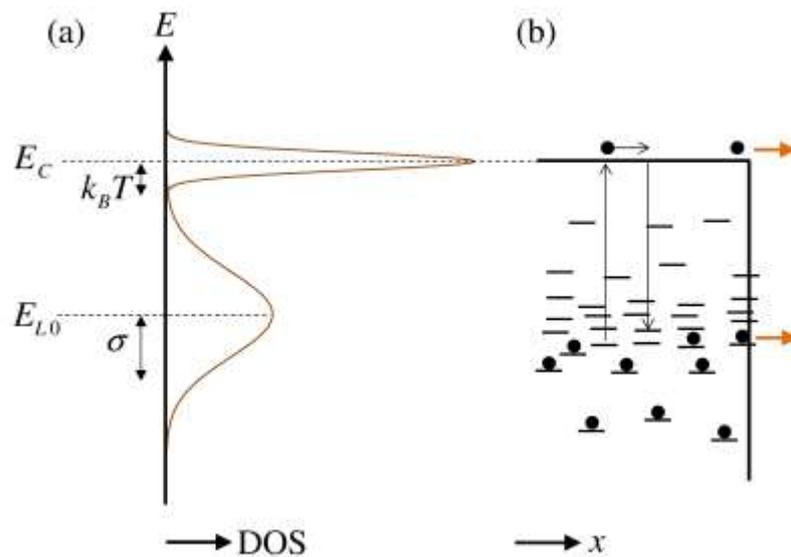
Descripción: CIDETEC y la UPCT han mantenido una colaboración en la investigación de materiales para electrodos alternativos al óxido de indio-estaño. En particular, en CIDETEC se ha sintetizado un nuevo composite basado en mezclas de PEDOT y nanocilindros de oro. Dicho compuesto se ha caracterizado mediante técnicas ópticas y electroquímicas (CIDETEC), y mediante AFM incluyendo medidas electrostáticas y de microscopía Kelvin (potencial de superficie), combinado con medidas de transporte electrónico (UPCT). Los resultados muestran buenos valores de conductividad y transparencia.



En la parte superior se muestra un esquema del proceso de elaboración del composite, y en la inferior una serie de imágenes AFM (a. Topografía, b. Desplazamiento de frecuencia c. ESFM (capacidad) d. Potencial de superficie.)

Título: Análisis teórico de procesos electrónicos de transporte y recombinación en óxidos metálicos nanoestructurados con aplicaciones en celdas DSC**Grupo/s: UJI y UPO**

Descripción: Los dos grupos han avanzado conjuntamente en la interpretación de los procesos electrónicos de transporte y recombinación que son determinantes en la eficiencia de celdas solares DSC. Esta colaboración se ha desarrollado combinando los conocimientos teóricos del grupo de la UJI, con la capacidades del grupo de la UPO en métodos de simulación de marcha aleatoria. La simulación permite una implementación versátil de mecanismos microscópicos de dinámica electrónica en semiconductores nanoestructurados, posibilitando con ello confirmar las predicciones teóricas a partir de primeros principios. Ello ha facilitado un conocimiento muy profundo, ya plenamente aceptado en el campo, del comportamiento de magnitudes tales como el coeficiente de difusión o el tiempo de vida media en celdas solares DSC.



8. Temas originales, desarrollados en el proyecto

Título: Desarrollo de conductores transparentes para su uso en electrodos de LEDs y células fotovoltaicas

Grupo/s: ICFO

Descripción: Hemos desarrollado diversas variantes de conductores transparentes sin Indio para el uso como electrodos en LEDs poliméricos y células solares. El trabajo realizado indica que es posible obtener electrodos libres de indio con transparencia y conductividad comparables a las del ITO y con una mayor estabilidad. Las características de estos nuevos electrodos los hacen especialmente atractivos para su uso en sustratos flexibles.

Título: Desarrollo de dispositivos fotovoltaicos orgánicos de molécula pequeña y quantum dots.

Grupo/s: ICIQ

Descripción: Síntesis de moléculas pequeñas de bajo peso molecular y síntesis de quantum dots. Preparación y caracterización de celdas solares con ambos materiales.



Título: Integración de cristales fotónicos en celdas solares de colorante.

Grupo: ICMSE

Descripción: La integración de cristales fotónicos porosos altamente reflectantes en celdas de colorante ha sido llevada a cabo por primera vez en el ICMSE dentro del marco del proyecto Consolider. La posibilidad que estos nuevos materiales ofrecen de conseguir celdas de colorante eficientes y transparentes nos ha llevado a colaborar con numerosos grupos tanto dentro como fuera de España. Este concepto está siendo investigado en la actualidad siendo extendido a otros dispositivos fotovoltaicos.

Título: Diodos Emisores de Luz y Células Fotovoltaicas Semitransparentes para Integración en Arquitectura y Ventanas

Grupo/s: IK4-IKERLAN

Descripción: IK4-IKERLAN ha trabajado en el desarrollo de electrodos conductores transparentes que pudieran ser usados en diodos emisores de luz y células fotovoltaicas con la dualidad de conducir corriente eléctrica y a la vez dejar pasar luz. Estos electrodos se han integrado en dispositivos optoelectrónicos que pueden ser utilizados en el sector arquitectónico como elementos de iluminación o generadores de energía eléctrica sin impacto visual y estética mejorada.



Título: Diodos Emisores de Luz y Células Fotovoltaicas Flexibles

Grupo/s: IK4-IKERLAN

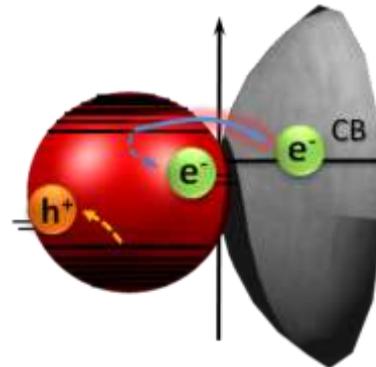
Descripción: IK4-IKERLAN ha trabajado en el desarrollo de diodos emisores de luz y células fotovoltaicas sobre sustratos flexibles. De esta forma se posibilita la integración de estos dispositivos en aplicaciones que requieren cierto grado de flexibilidad, como puede ser la integración en textiles o cualquier tipo de superficie curva. La combinación de ambos desarrollos (transparencia y flexibilidad) abre la puerta a un buen número de nuevas aplicaciones donde la imaginación es la única limitación.



Título: Estudio espectroscópico, electroquímico y óptico de fotoánodos preparados empleando diferentes modos de anclaje del QD al óxido

Grupo/s: UA y UJI

Descripción: Se intentó alcanzar una comprensión lo más detallada posible de los procesos de inyección electrónica y recombinación para células solares que empleaban diferentes modos de anclaje del punto cuántico al óxido semiconductor. Para ellos se realizó una aproximación al tema en la que se empleaban diferentes técnicas experimentales estacionarias (medidas electroquímicas y espectroscópicas de absorción y emisión) y con resolución temporal comola “Lens Free Heterodyne Transient Grating” (en la escala de los subpicosegundos) y la “Transient Absorption Spectroscopy” (en la escala de los microsegundos).

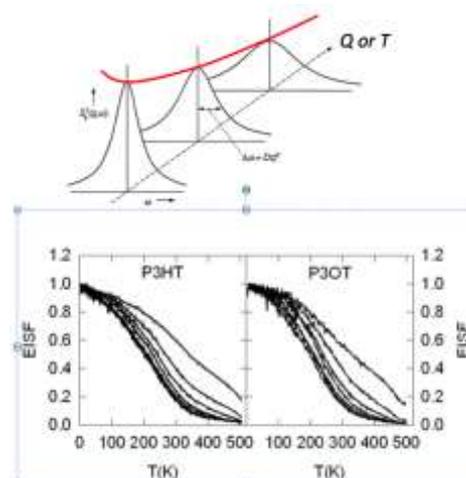


Se concluyó que la adsorción directa da lugar a electrodos con una cinética favorable de inyección electrónica y a una recombinación lenta.

Título: Técnicas de scattering aplicadas a materiales de interés en electrónica orgánica.

Grupo/s: UPCT

Descripción: Se ha aplicado radiación sincrotrón y scattering de neutrones a diversos materiales de interés para la electrónica orgánica. En particular, se han realizado experimentos de difracción y scattering de bajo ángulo (rayos X y neutrones), experimentos de espectroscopía (neutrones: cuasielástico). Ello ha permitido determinar la estructura y dinámica de polímeros conjugados típicamente usados en electrónica orgánica (politiofenos y polifluorenos principalmente) y controlar mejor los fenómenos de autoorganización en su procesado a partir de disolución. Finalmente, experimentos de reflectometría de neutrones en dispositivos nos han permitido definir el perfil vertical de segregación de fullerenos de la capa activa.

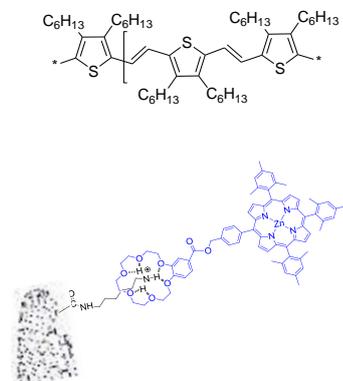


Ejemplo de un experimento de scattering cuasielástico de neutrones (IN10, IN16 en el Instituto Laue Langevin, Grenoble)

Título: Aplicación de nTVs y CNHs en el diseño de células solares.

Grupo/s: UCLM, UJI, ICIQ y otros.

Descripción: Durante el desarrollo del proyecto hemos estudiado en profundidad las propiedades electrónicas de oligómeros π -conjugados basados en tienilenvinileno. Todos los estudios realizados nos han permitido concluir que este tipo de oligómeros presentan un comportamiento excelente como cables moleculares, superior a otras estructuras análogas muy utilizadas en el desarrollo de nuevos materiales conductores.

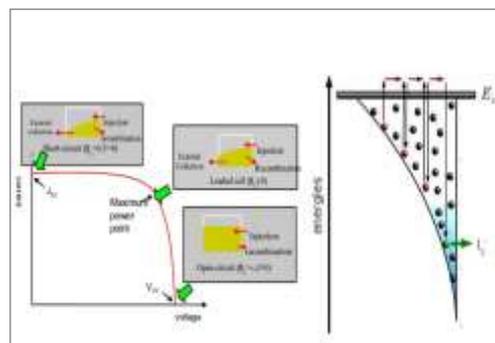
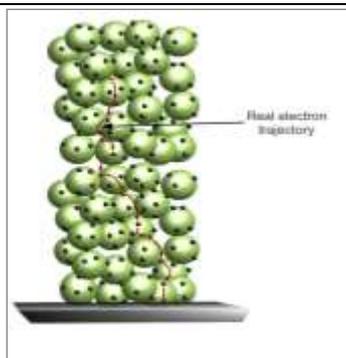


Durante este tiempo también ha sido importante el avance realizado en la síntesis y estudio de las propiedades electrónicas de nanoformas de carbono. Destacando la publicación de la primera célula fotovoltaica basada en un complejo supramolecular entre un derivado de nanocuernos de carbono (CNH) funcionalizado con una sal de amonio y una porfirina-éter corona.

Título: Modelización numérica de procesos electrónicos en celdas DSC: métodos de marcha aleatoria y ecuaciones de continuidad

Grupo/s: UPO

Descripción: Se han realizado estudios en los que se describe teórica y numéricamente los procesos de transporte electrónico en matrices de óxidos nanoestructurados semiconductores y los procesos de recombinación electrónica de electrones fotogenerados con especies aceptoras en el electrolito de celdas DSC. Estos estudios son de dos tipos, entre sí complementarios: simulación de marcha aleatoria (método de Monte Carlo) y resolución de la ecuación de continuidad electrónica con el fin de obtener la curva corriente-voltaje.



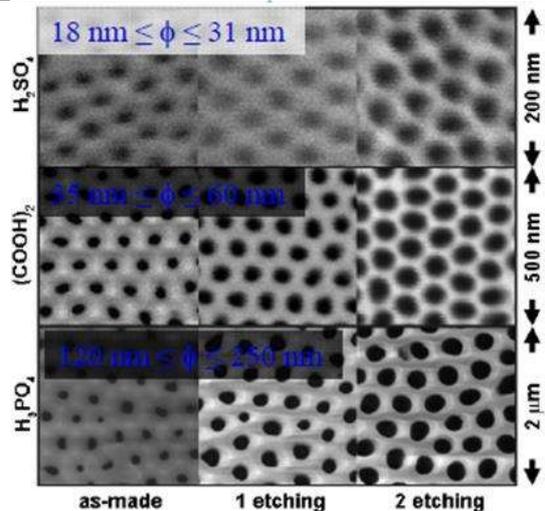
Estos estudios han permitido relacionar el comportamiento, altamente no lineal, de parámetros tales como el coeficiente de difusión electrónico y el tiempo de vida media con la estructura electrónica del material, así como el impacto de la morfología en la eficiencia de recolección electrónica en celdas solares basadas en electrodos nanoestructurados.

Título: Desarrollo de una tecnología de alúmina porosa autoordenada

Grupo/s: URV

Descripción: Se ha desarrollado una tecnología de alúmina porosa ordenada, con un gran control de las dimensiones en el rango de los 20 - 300 nm, que ha dado lugar a una patente. Estas estructuras se han utilizado posteriormente como moldes para la infiltración de polímeros en la fabricación de células solares.

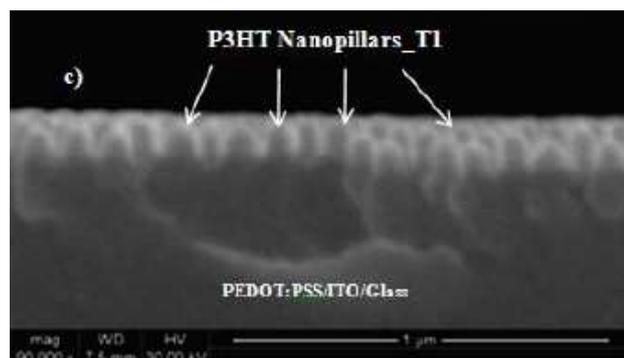
Otro tipo de aplicaciones potenciales de estas nanoestructuras son como sensores ópticos, puesto que los espectros de reflexión varían tanto con las dimensiones como con la calidad de la superficie.



Título: Fabricación de células solares nanoestructuradas poliméricas

Grupo/s: URV

Descripción: Las estructuras de alúmina porosa ordenada se han utilizado como moldes para la infiltración de polímeros, tipo P3HT.



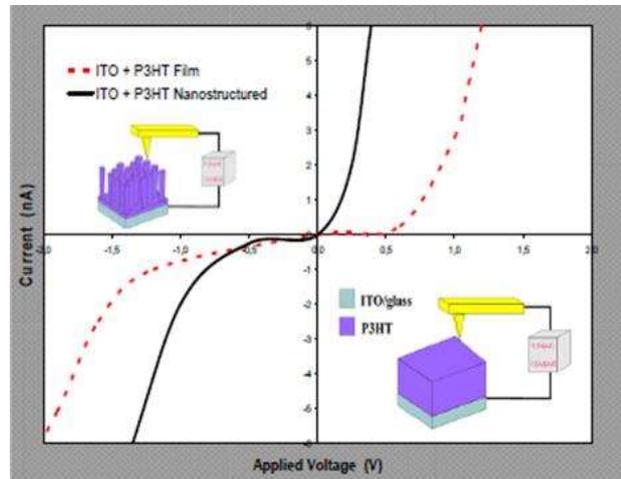
Una vez eliminado el molde, se obtiene una lámina flexible de pilares ordenados (estructura del molde inversa) que se rellena con otro polímero complementario, tipo PCBM, para la obtención de una célula solar polimérica nanoestructurada. Los primeros resultados son prometedores. Además se han realizado simulaciones numéricas que permiten reproducir los resultados experimentales.

Título: Influencia de la nanoestructuración en las propiedades ópticas y eléctricas de los polímeros

Grupo/s: URV

Descripción: En el proceso de fabricación de células solares nanoestructuradas se ha estudiado con especial interés los efectos del confinamiento en 2-D (pilares) de los polímeros, en especial como se ven afectadas las propiedades eléctricas en comparación con una lámina del mismo material por el alineamiento de las cadenas poliméricas.

Los resultados de medidas AFM (modo corriente) demuestran que en un pilar se aumenta en un factor 3 la conductividad en comparación con una lámina del mismo polímero (P3HT). Y las medidas ópticas muestran también cambios en los espectros de absorción y fotoluminiscencia para las diferentes geometrías.



9. Publicaciones destacadas

Selective Contacts Drive Charge Extraction in Quantum Dot Solids via Asymmetry in Carrier Transfer Kinetics

Ivan Mora-Sero, Luca Bertoluzzi, Victoria Gonzalez-Pedro, Sixto Gimenez, Francisco Fabregat-Santiago, Kyle W. Kemp, Edward H. Sargent, Juan Bisquert, *Nature Communications*, aceptado

Grupo/s: UJI

Descripción: Las células solares firmadas por capas de puntos cuánticos coloidales representan una clase de dispositivos fotovoltaicos que progresan rápidamente, pero todavía resulta necesario comprender los mecanismos físicos que los hacen funcionar. En este trabajo se demuestra que la aplicación de contactos selectivos a la capa de puntos cuánticos, puede dar lugar al control del fotovoltaje de este dispositivo, lo cual permitirá explotar las mayores longitudes de difusión que se van obteniendo en tanto que el transporte y la recombinación mejoran con la manipulación de los materiales.

Mechanism of carrier accumulation in perovskite thin absorber solar cells

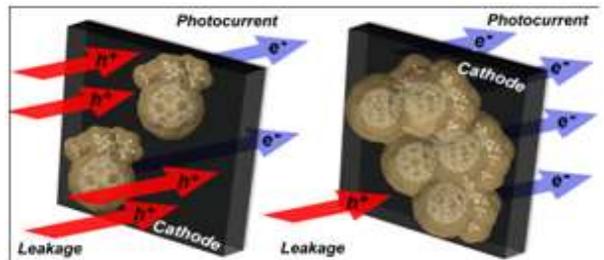
Hui-Seon Kim, Iván Mora-Sero, Victoria Gonzalez-Pedro, Francisco Fabregat-Santiago, Emilio J. Juarez-Perez, Nam-Gyu Park, and Juan Bisquert, *Nature Communications*, aceptado.

Grupo/s: UJI
Descripción: Para desarrollar estructuras fotovoltaicas más eficientes es fundamental comprender como se acumulan los electrones fotogenerados en el material semiconductor. En este artículo los autores emplean técnicas de espectroscopia de impedancia para observar acumulación de carga en células solares de perovskita, y encuentran una enorme densidad de estados electrónicos que difiere de otros tipos de células estudiados.

Interplay between Fullerene Surface Coverage and Contact Selectivity of Cathode Interfaces in Organic Solar Cells

A. Guerrero, B. Döring, T. Ripolles-Sanchis, M. Aghamohammadi, E. Barrena, M. Campoy-Quiles, G. Garcia-Belmonte, *ACS Nano*, 2013, 7 4637–4646

Grupo/s: UJI



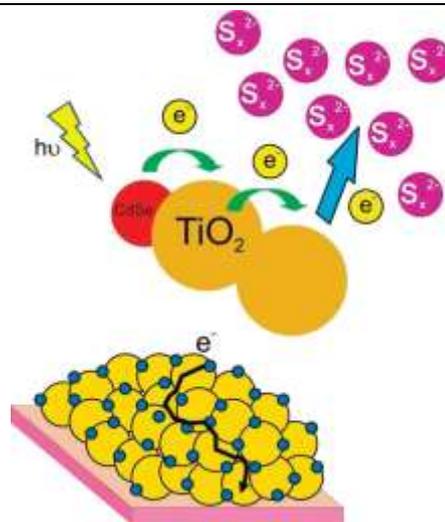
Descripción: En este trabajo publicado en *ACS Nano* 7 (2013) 4637–4646 se ha mostrado cómo la densidad de moléculas aceptoras de fullereno recubriendo la interfase del cátodo determina las propiedades de extracción de carga del contacto. Se ha observado el efecto sobre los parámetros fotovoltaicos (fotocorriente y FF) y los cambios inducidos en la eficiencia de conversión. Se han seguido técnicas de detección con resolución nanométrica (elipsometría) y se han comparado con medidas eléctricas (capacidad-voltaje).

Recombination in Quantum Dot Sensitized Solar Cells

I. Mora-Seró, S. Giménez, F. Fabregat-Santiago, R. Gómez, Q. Shen, T. Toyoda, J. Bisquert, *Acc. Chem. Res.*, 2009, 42 1848-1857

Grupo/s: UJI

Descripción: En este trabajo se resumen las estrategias para el depósito de los puntos cuánticos (QD) CdSe sobre electrodos de TiO₂ nanoestructurado y se discuten los métodos que facilitan la mejora en el rendimiento y la estabilidad de las células solares de QD.



En particular se analiza el efecto de la pasivación de la superficie del fotoánodo con un recubrimiento de ZnS, lo que produce una gran mejora en la fotocorriente y consecuentemente, de la eficiencia y se revisan las estrategias necesarias para el incremento del potencial, el punto más débil de estas células solares. Para ello se propone un modelo físico basado en la recombinación a través de un estados superficiales y se realiza una comparativa de los resultados obtenidos para los tres métodos principales de absorción de QDsobreTiO₂: el crecimiento in situ de puntos cuánticos por deposición en baño químico (CBD), el depósito de los puntos cuánticos coloidales presintetizados por adsorción directa(DA) y (iii) la deposición de puntos cuánticos coloidales por adsorción asistida mediante moléculas de conexión(LA).

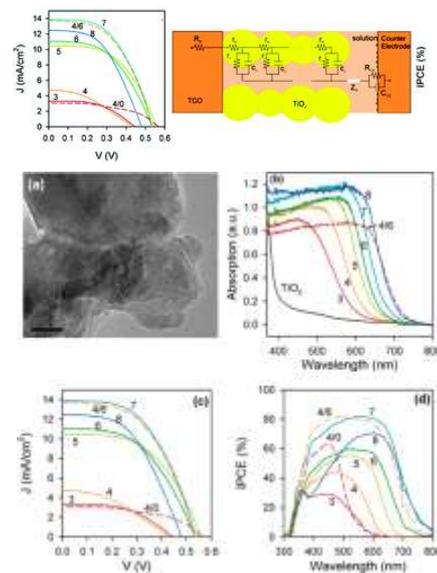
Modeling High-Efficiency Quantum Dot Sensitized Solar Cells

V. González-Pedro, X. Xu, I. Mora-Seró, J. Bisquert, *ACS Nano*, 2010, 4, 5783–5790.

Grupo/s: UJI

Descripción: En esta publicación se establece el modelo fundamental de las células solares sensibilizadas con puntos cuánticos. Se establece un comportamiento análogo a las células sensibilizadas con colorantes pero fuertemente dependiente de las condiciones de crecimiento de los puntos cuánticos. Se establece un modelo de impedancia que permite discriminar el efecto de las diferentes partes de la célula solar (electrodo nanoestructurado, contra electrodo, resistencia en serie) en su eficiencia final.

También se obtienen parámetros fundamentales del dispositivo como la capacidad química, la resistencia de recombinación, la conductividad, el coeficiente de difusión o la longitud de difusión. Esta exhaustiva modelización lo ha convertido en uno de los artículos referentes del campo con más de 120 citas.

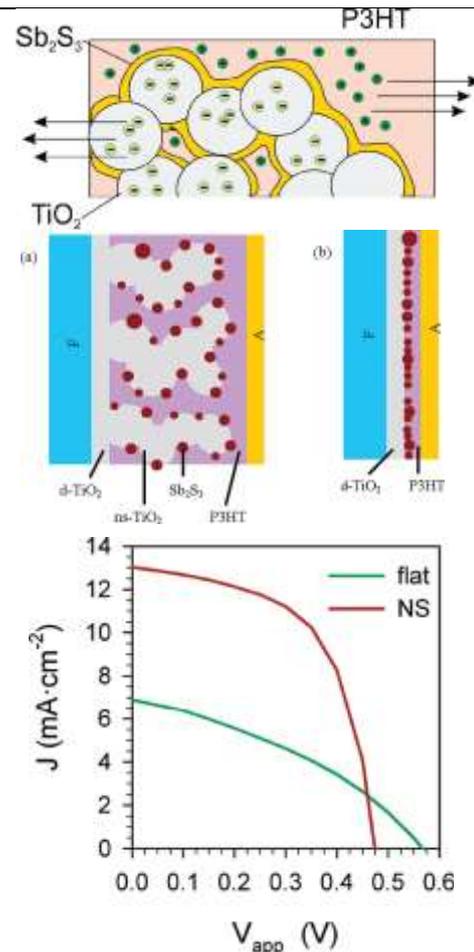


From Flat to Nanostructured Photovoltaics: Balance between Thickness of the Absorber and Charge Screening in Sensitized Solar Cells

P. P. Boix, Y. H. Lee, F. Fabregat-Santiago, S. H. Im, I. Mora-Seró, J. Bisquert, S. I. Seok, *ACS Nano*, 2012, 6, 873–880

Grupo/s: UJI

Descripción: Tras focalizar el interés del trabajo en las células sensibilizadas con puntos cuánticos durante los primeros años del proyecto, e las células líquidas en el último periodo del proyecto nos hemos estudiado en profundidad dispositivos sólidos de más fácil producción industrial. El objetivo era trasladar el conocimiento adquirido en dispositivo líquidos al marco de los dispositivos sólidos y ver cuándo este trasvase era posible y en qué condiciones. Así estudiamos células solares híbridas totalmente sólidas con un semiconductor inorgánico, Sb_2S_3 , como absorbedor de luz, y un polímero, P3HT, como conductor de huecos. En este trabajo estudiamos el efecto de la nanoestructura en la eficiencia final del dispositivo.

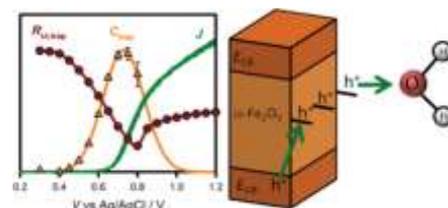


Water Oxidation at Hematite Photoelectrodes: The Role of Surface States

B. Klahr, S. Gimenez, F. Fabregat-Santiago, T. Hamann, J. Bisquert, *J. Am. Chem. Soc.* 2012, 134, 4294–4302.

Grupo/s: UJI

Descripción: *J. Am. Chem. Soc.* 2012, 134, 4294–4302. Se ha desarrollado una intensa actividad en el ámbito de los combustibles solares y más concretamente en la caracterización del proceso de foto-oxidación de agua con materiales semiconductores mediante técnicas electroquímicas. En el presente trabajo se llevó a cabo la caracterización mediante espectroscopía de impedancia de fotoelectrodos de hematita sintetizados con la técnica de AtomicLayerDeposition (ALD). Se ha propuesto un modelo físico que incluye la existencia de un estado superficial en la intercara líquido/semiconductor. Se ha podido demostrar la existencia de un estado superficial en la hematita que participa de manera determinante en la transferencia de huecos



fotogenerados hacia la solución. Este resultado constituye un resultado importante para la comprensión de los mecanismos de foto-oxidación de agua con este material.

Correlative infrared–electron nanoscopy reveals the local structure–conductivity relationship in zinc oxide nanowires

J. Stiegler, R. Tena-Zaera, O. Idigoras, A. Chuvilin, R. Hillenbrand, *Nature Communications*, 2012, 3, n.1131
Grupo: CIDETEC

Descripción: El artículo describe la aplicación de estrategias avanzadas tanto en el crecimiento de nanoestructuras de ZnO como en su caracterización, para llegar a demostrar la clara correlación existente en la escala nanométrica entre la conductividad electrónica y las propiedades estructurales de éstos. Los resultados demuestran que el crecimiento lateral de los nanohilos de ZnO es crucial para conseguir una mejor calidad estructural y, por tanto, una mejor conductividad electrónica.

Esto significa un cambio importante respecto a las estrategias aplicadas hasta ahora donde el objetivo principal era obtener nanohilos lo más estrechos posibles. Estos resultados se publicaron en J. Stiegler et al. *Natur. Commun.* 2012, (índice de impacto en 2011: 7.3 y con grandes expectativas de aumento considerable en 2012).

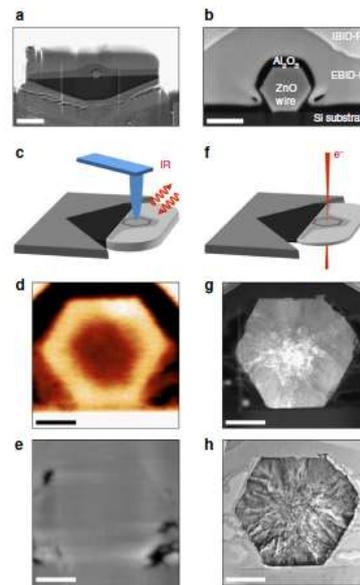


Photo-induced charge recombination kinetics in low bandgap PCPDTBT polymer:CdSe quantum dot bulk heterojunction solar cells.

J. Albero, Y. Zhou, M. Eck, F. Rauscher, P. Niyamakom, I. Dumsch, S. Allard, U. Scherf, M. Krüger, E. Palomares, *Chem Sci*, 2011, 2, 2396-2401
Grupo/s: ICIQ

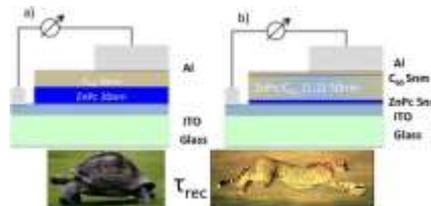
Descripción: Primer artículo en la bibliografía de celdas híbridas polímero/ Quantum Dot donde se analizan los procesos de transferencia de carga en dispositivos completos y las pérdidas de eficiencia debidas a la recombinación de cargas en las diferentes interfaces.

Measurements of Efficiency Losses in Blend and Bilayer-Type Zinc Phthalocyanine/C60 High-Vacuum-Processed Organic Solar Cells.

A. Sánchez-Díaz, L. Burtone, M. Riede, E. Palomares, *J. Phys. Chem. C*, 2012, 116, 16384-16390

Grupo/s: ICIQ

Descripción: Análisis detallado de dos de las configuraciones más utilizadas en celdas solares orgánicas



Control del voltaje a circuito abierto en DSSC utilizando complejos de Rutenio con ligandos (iso)quinolinil pirazolato.

E. Palomares et al. *Energy. Environ. Sci.*, 2013, 6, 859.

Grupo/s: ICIQ

Descripción: El trabajo describe la síntesis de nuevos complejos de Rutenio con voltajes a circuito abierto mucho mayores que los descritos hasta la fecha.

Las eficiencias en la conversión de luz solar en energía eléctrica superaron el 10% y la estabilidad de las celdas fue medida durante más de 1000 horas a 60°C e iluminación equivalente a 1 sol.



Caracterización de los dominios nanoestructurados en dispositivos fotovoltaicos basados en moléculas de bajo peso molecular.

E. Palomares et al. *J. Mat. Chem.*, 2012, 22, 15175.

Grupo/s: ICIQ

Descripción: El trabajo describe la caracterización mediante técnicas convencionales de XRD y AFM de los dominios estructurales a nivel nanoscópico en celdas solares orgánicas. Además, se consigue relacionar la eficiencia de las celdas solares con las diferentes morfologías observadas en los dispositivos. Se demuestra la capacidad de la molécula para formar dominios estructurales de varios nanómetros de longitud y muy cristalinos.

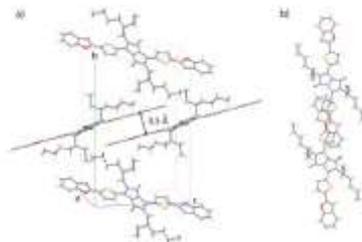


Imagen de la estructura cristalina de la molécula empleada como dador de electrones en el dispositivo fotovoltaico.

Angular response of photonic crystal based dye sensitized solar cells.

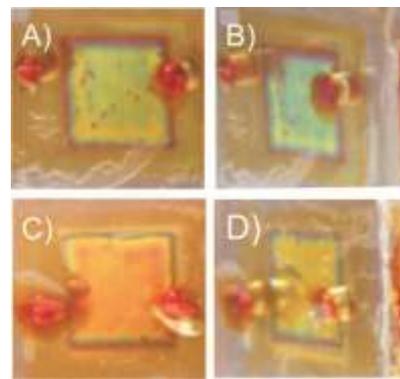
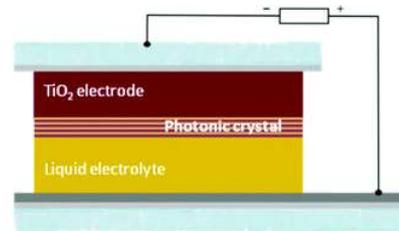
C. Lopez-Lopez, S. Colodrero, ME. Calvo, H. Miguez, *Energy Environ. Sci.*, 2013, 6, 1260-1266

Grupo: ICMSE

Descripción: El artículo presenta un análisis experimental del rendimiento de las celdas solares de colorante basadas en cristales fotónicos (PC-DSC) y su dependencia del ángulo que la luz incidente forma con superficie de la celda. Multicapas de nanopartículas que operan a diferentes longitudes de onda fueron acopladas al electrodo de una celda solar de colorante. Se demuestra una mejora de la eficiencia de las PC-DSC en todos los ángulos medidos, y que el diseño racional del espejo trasero de cristal fotónico conduce a una reducción de las pérdidas de fotocorriente relacionadas con el ángulo de inclinación de la celda, generalmente etiquetadas como pérdidas coseno.

Se analizan también las variaciones angulares de la transparencia de la celda, propiedades relevantes para la aplicación de estos dispositivos solares fotovoltaicos en edificios, integrados en ventanas.

El artículo se ha publicado en *Energy & Environmental Science*.



Introducing structural colour in DSCs by using photonic crystals: interplay between conversion efficiency and optical properties.

D. Colonna, S. Colodrero, H. Lindstrom, A. Di Carlo, H. Miguez, *Energy Environ. Sci.* 2012, 5, 8238-8243

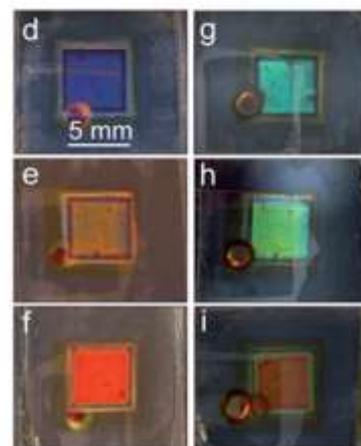
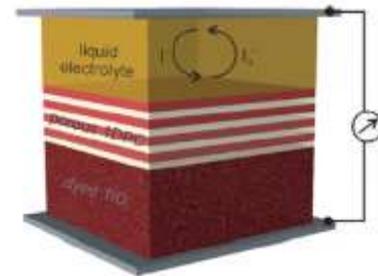
Grupo: ICMSE.

Descripción: Análisis experimental del efecto que tiene sobre la eficiencia de conversión de las celdas solares de colorante la introducción de cristales fotónicos altamente reflectantes que operan a diferentes rangos espectrales.

Se estudió la respuesta espectral de la celda analizando la modificación de la corriente fotogenerada.

Se demuestra que es posible lograr eficiencias relativamente altas utilizando electrodos delgados y manteniendo al mismo tiempo la transparencia. Asimismo, la apariencia del dispositivo puede ser modificada de forma controlable, característica relevante para su potencial aplicación en la construcción de sistemas fotovoltaicos integrados como módulos de ventana (BIPV).

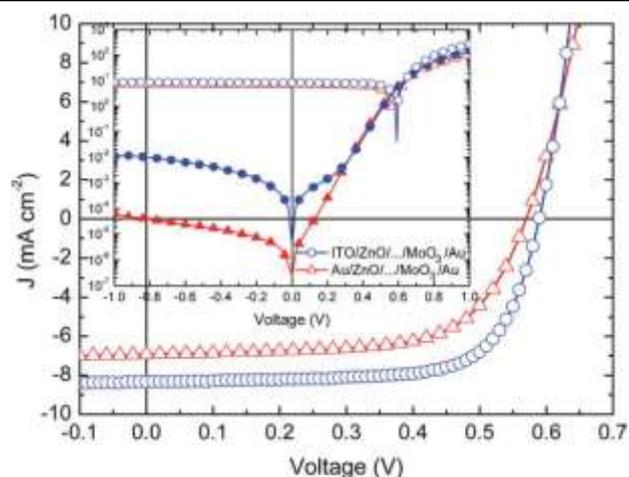
El artículo fue portada de *Energy & Environmental Science*, revista con un factor de impacto en 2011 de 9.610.



Células Solares Fotovoltaicas Híbridas Libres de Ito y Basadas en Óxidos Semiconductores Tipo P y N. Nuevos Diseños para su Integración en Células Tándem, Fotodetectores y Ventanas Fotovoltaicas.

J. Ajuria, I. Etxebarria, W. Cambarau, U. Muñecas, R. Tena-Zaera, J. C. Jimeno, R. Pacios, *Energy Environ. Sci.*, 2011, 4, 453-458

Grupo/s: IK4-IKERLAN, IK4-CIDETEC

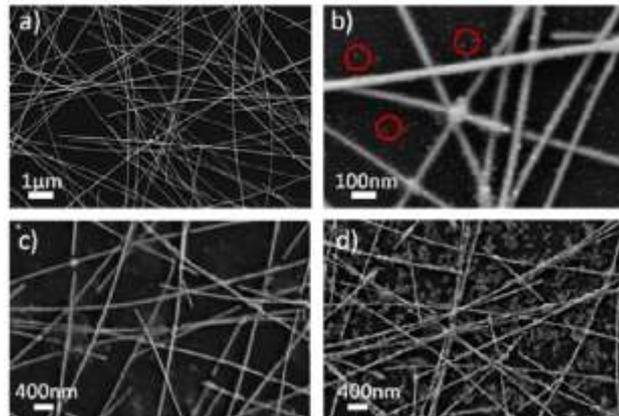


Descripción: En esta publicación se narran los avances realizados en el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos orgánicos. Se describen resultados por encima del estado del arte en cuanto a la utilización de un nuevo concepto de electrodos transparentes que podrían revolucionar la fabricación de dichos dispositivos debido a su bajo coste y fácil procesado. Prueba de ello es el factor de impacto por encima de 9.6.

Explorando los Principios de Funcionamiento de Células Solares Orgánicas Flexibles con Electrodo Procesados desde Disolución Basados en Nanohilos de Plata.

J. Ajuria, I. Ugarte, W. Cambarau, I. Etxebarria, R. Tena-Zaera, R. Pacios, *Solar Energy Materials & Solar Cells* 2012, 102, 148-152

Grupo/s: IK4-IKERLAN, IK4-CIDETEC

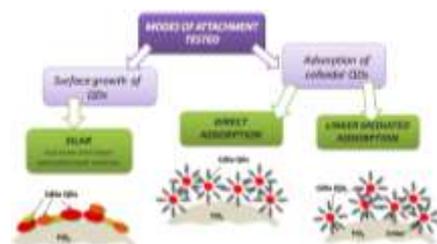


Descripción: En esta publicación se estudian al detalle por primera vez los principios de funcionamiento de dispositivos fotovoltaicos orgánicos que utilizan electrodos basados en nanohilos de plata como sustituto del tradicional ITO. El uso de este tipo de materiales se está generalizando pero se desconocían hasta ese momento los factores que limitaban su rendimiento. Esta publicación supone un paso más hacia el avance imparabable de la eficiencia de esta tecnología y de la reducción de costes en los procesos de fabricación de estos dispositivos. Su factor de impacto está por encima del 4.6.

CdSe Quantum Dot-Sensitized TiO₂ Electrodes: Effect of Quantum Dot Coverage and Mode of Attachment.

N. Guijarro, T. Lana-Villarreal, I. Mora-Seró, J. Bisquert, R. Gómez. *J. Phys. Chem. C*, 2009, 113, 4208–4214

Grupo/s: UA y UJI

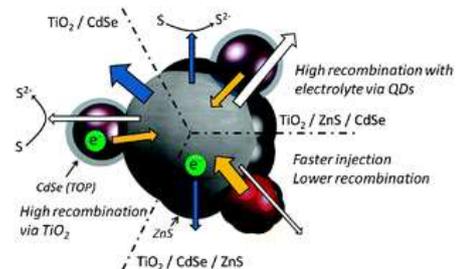


Descripción: En este artículo se pone de manifiesto por primera vez que el modo de anclaje de los puntos cuánticos (QDs) coloidales al dióxido de titanio afecta de forma drástica a la eficiencia de los fotoánodos. Se dio un método que posibilitaba la adsorción directa de los QDs y se compararon los fotoánodos resultantes con los obtenidos mediante la adsorción de vía cables moleculares. En los electrodos estudiados los puntos cuánticos se encargan de absorber la luz con la generación de portadores de carga. Los electrones fotogenerados son inyectados a continuación en el óxido. La transferencia electrónica es más eficiente cuanto menor es la distancia entre donador y aceptor electrónicos (adsorción directa), pero también la distribución de los puntos cuánticos a lo largo de la matriz nanoporosa, que es más homogénea en el anclaje mediante cables moleculares. Ha tenido un gran impacto científico con (hasta 17/06/2013) 119 citas (23,8 citas/año).

Uncovering the role of the ZnS treatment in the performance of quantum dot sensitized solar cells

N. Guijarro, J.M. Campiña, Q. Shen, T. Toyoda, T. Lana-Villarreal, R. Gómez, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2011, 13, 12024-12032

Grupo/s: UA

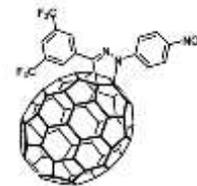


Descripción: Este artículo contribuye a la comprensión del papel del postratamiento con ZnS en la eficiencia de fotoánodos sensibilizados con QDs. Este tratamiento consiste en el depósito químico de una capa de ZnS sobre el electrodo sensibilizado. En la literatura había dos explicaciones acerca del mecanismo de actuación de la capa de ZnS. Algunos autores señalaban que el efecto principal era la pasivación de estados superficiales de los QDs, que servían de centros de recombinación, mientras que otros atribuían el efecto a la disminución de la recombinación de los electrones inyectados en el óxido con el electrolito. Las medidas fotoelectroquímicas realizadas pusieron de manifiesto la coexistencia de ambos mecanismos, siendo más importante el segundo. Las medidas realizadas de dinámica ultrarrápida de portadores evidenciaron que el tratamiento también producía un aumento de la velocidad de inyección de los electrones fotogenerados. Ha tenido un gran impacto científico con (hasta 17/06/2013) 32 citas (10,7 citas/año).

Geminate Charge Recombination in Polymer/Fullerene Bulk Heterojunction Films and Implications for Solar Cell Function.

Suman Kalyan Pal, Tero Kesti, Manisankar Maiti, Fengling Zhang, Olle Inganäs, Stefan Hellström, Mats R. Andersson, Frederic Oswald, Fernando Langa, Tomas Österman et. al. *J. Am. Chem. Soc.*, 2012, 134, 5675–5681

Grupo/s: UCLM



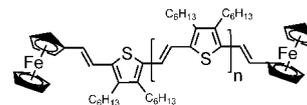
[70]BTPF

Descripción: En colaboración con el grupo del Prof. Olle Inganäs (Linköping University, Sweden) se estudió el excelente comportamiento que presenta uno de los derivados de fullereno sintetizados en nuestro grupo de investigación ([70]BTPF) como parte aceptora en el diseño de células solares de BHJ, como alternativa al PCBM.

Delocalization-to-Localization Charge Transition in Long Diferrocenyl-Oligothiénylene-Vinylene Molecular Wires By Raman Spectroscopy.

S. Rodríguez.González, M. C Ruiz-Delgado, R. Caballero, P. de la Cruz, F. Langa, J. T. López-Navarrete, J. Casado, *J. Am. Chem. Soc.*, 2012, 134, 5675–5681

Grupo/s: UCLM y UMA (Prof. J.T. López-Navarrete)

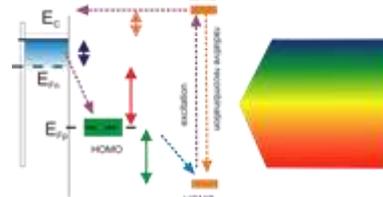


Descripción: Los estudios realizados mediante espectroscopia Raman concluyeron que los espaciadores basados en tienilenvinileno son excelentes candidatos para favorecer transporte electrónico entre centros electro-generadores. En este caso en concreto demostraron un excelente comportamiento como cables moleculares entre dos ferrocenos separados por una distancia de 40 Å.

Energetic factors governing injection, regeneration and recombination in dye solar cells with phthalocyanine sensitizers

E. M. Barea, J. Ortiz, F. J. Payá, F. Fernández-Lázaro, F. Fabregat-Santiago, A. Sastre-Santo, J. Bisquert, *Energy Environ. Sci.*, 2010, 3, 1985-1994

Grupo/s: UMH y UJI



Descripción: El estudio de las células solares sensibilizadas por ftalocianinas ha sido y continúa siendo un campo de intenso estudio y avance notable debido a la estabilidad de estas moléculas y a su capacidad de absorber luz en el visible-infrarrojo cercano. En este artículo, basándose en la identificación por separado de la resistencia de recombinación y de los niveles de energía del óxido de titanio (empleando espectroscopia de impedancia), se pudo determinar las velocidades de recombinación y se mapeó la energía de los distintos componentes de la célula solar.

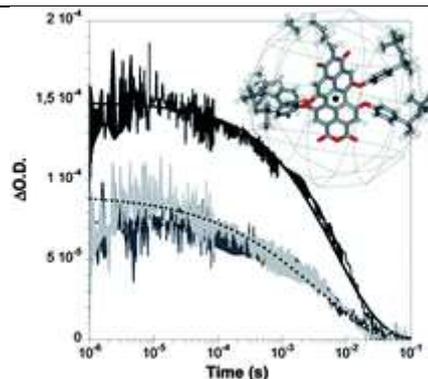
Interfacial photo-induced charge transfer reactions in perylene imide dye sensitised solar cells

M. Planells, F. J. Céspedes-Guirao, A. Forneli, A. Sastre-Santos, F. Fernández-Lázaro, E. Palomares, *J. Mater. Chem.* 2008, 18, 5802-5808

Grupo/s: UMH y ICIQ

Descripción: En este artículo se describe la síntesis de una perilonomoimida y su aplicación a la preparación de células solares de colorante. La molécula fue diseñada para evitar interacciones intermoleculares, hecho que conduce a una disminución de la eficiencia de la célula.

Se alcanzaron eficiencias del 3,15 %, que eran récord para este tipo de colorantes. En el trabajo se correlacionó, además, la dinámica de transferencia de carga interfacial observada bajo diferentes condiciones de sensibilización con la eficiencia del dispositivo.



Density-of-states in pentacene from the electrical characteristics of thin-film transistors.

J. Puigdollers, A. Marsal, S. Cheylan, C. Voz, R. Alcuilla, *Organic Electronics*, 2010, 11 1333-1337

Grupo/s: UPC

Descripción: Esta publicación es representativa de una línea de trabajo llevada a cabo por el grupo MNT-UPC y dedicada a la obtención de la densidad de estados en el gap de semiconductores orgánicos. Menos densidad de estados se traduce en mejores prestaciones fotovoltaicas.

Analysis of the dynamic short-circuit resistance in organic bulk-heterojunction solar cells: relation to the charge carrier collection efficiency

C. Voz, J. Puigdollers, J.M. Asensi, S. Galindo, S. Cheylan, R. Pacios, P. Ortega, R.

Alcubilla *Organic Electronics*, 2013, 1, 1643-1648

Grupo/s: UPC

Descripción: En esta publicación se presenta un modelo analítico que permite estudiar la colección de cargas en células solares orgánicas a partir de la medida de las características intensidad-tensión a diferentes niveles de iluminación. El método presentado proporciona información sobre las pérdidas por recombinación dentro de la célula solar.

Life Cycle Analysis of Organic Photovoltaic Technologies

R. García-Valverde, J. Cherni and A. Urbina, *Progress in Photovoltaics*, 2010, 18, 535-558

Grupo/s: UPCT

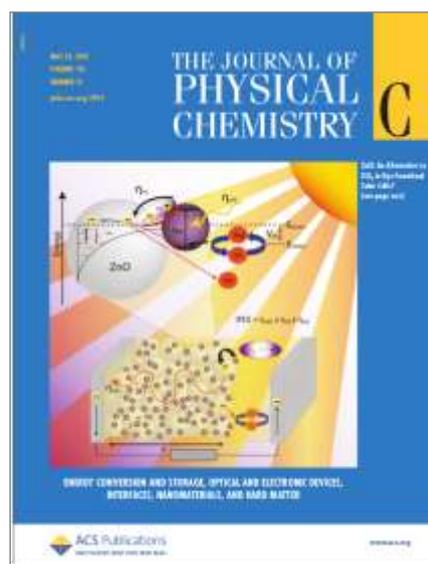
Descripción: Este artículo es el primer estudio de Análisis de Ciclo de Vida realizado en la tecnología de células solares orgánicas basadas en la heterounión dispersa de fullerenos y polímeros conjugados. Se estableció la cantidad de energía embebida en el proceso de fabricación de los dispositivos, así como su tiempo de retorno energético y el balance de emisiones evitadas a lo largo de su vida útil. Adicionalmente se identificaron cuellos de botella que podrían dificultar el escalado hacia la producción industrial masiva de este tipo de tecnología. Al ser "Progress in Photovoltaics" la revista de mayor impacto en el campo de la energía solar fotovoltaica, la publicación de este artículo ha permitido dar a conocer a la comunidad científica dedicada a tecnologías más establecidas (silicio, lámina delgada, alta eficiencia para concentración) este tipo de análisis aplicado a la emergente tecnología orgánica.

ZnO-Based Dye-Sensitized Solar Cells

J. A. Anta, E. Guillén, R. Tena-Zaera, *J. Phys. Chem. C*, 2012, 116, 11413–11425

Grupo/s: CIDETEC y UPO

Descripción: Este trabajo se publicó como "feature article" en el número 21 del volumen de 2012 del Journal of Physical Chemistry, siendo portada del mismo número. Fruto de la colaboración entre los grupos del CIDETEC-UPO y de sus contribuciones en el estudio de celdas DSC con óxido de cinc, contiene un resumen crítico de los avances recientes en celdas de este tipo así como un análisis detallado de origen de las limitaciones observadas cuando este material se emplea como sustituto del dióxido de



titanio.

Basándose en estudios de caracterización fundamental, los autores resaltan la importancia del control superficial de los electrodos de ZnO para obtener progresos reales con este material. Este trabajo ha tenido un notable impacto en el campo, como evidencia el hecho de ser el cuarto artículo más leído de la revista en el año 2012 y haber sido citado 28 veces en el primer año de su publicación.

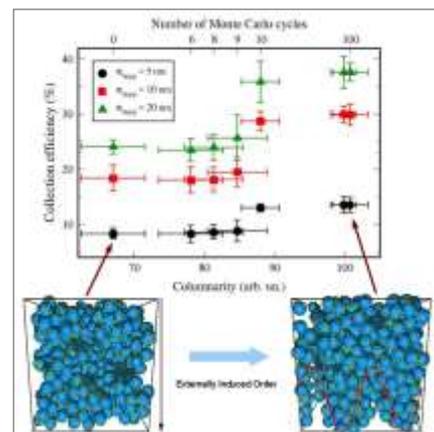
How Important is Working with an Ordered Electrode to Improve the Charge Collection Efficiency in Nanostructured Solar Cells?

J. P. Gonzalez-Vazquez, V. Morales-Flórez, J. A. Anta, *J. Phys. Chem. Lett.*, 2012, 3, 386-393

Grupo/s: UPO

Descripción: En este trabajo se culminan las contribuciones desarrolladas por el grupo en marco del proyecto HOPE en el campo de la modelización numérica de procesos electrónicos en celdas solares nanoestructuradas.

Mediante un método de relajación energética fue posible introducir de forma controlada un grado de orden morfológico en un empaquetamiento de nanopartículas. La implementación del método de marcha aleatoria sobre dicho empaquetamiento permitió conocer de forma cuantitativa el impacto del grado de orden en la recolección electrónica. Los resultados han contribuido a relativizar el “mito” de que estructuras ordenadas tales como nanohilos o nanotubos son *per se* beneficiosas para fabricar una celda solar eficiente.



Degradation Effects Related to the Hole Transport Layer in Organic Solar Cells

B. Ecker, J. Nolasco, J. Pallarés, L. F. Marsal, J. Posdorfer, J. Parisi, E. von Hauff, *Advanced Functional Materials*, 2011, 21, 2705-2711

Grupo/s: URV

Descripción: En este artículo, fruto de una estancia predoctoral de un estudiante en Oldenburg (Alemania), se analiza la influencia de la capa transportadora de huecos sobre la estabilidad de células solares de heterounión polímero-fullereno. Se analizan tres capas transportadoras de huecos con diferentes composiciones, disolventes, conductividad eléctrica y función de trabajo. Se demuestra que las propiedades de esta capa tienen un impacto significativo en la estabilidad de las células solares orgánicas.

Nanoporous Anodic Alumina Barcodes: Toward Smart Optical Biosensor

Santos , V.S. Balderrama , M. Alba , P. Formentín , J. Ferré-Borrull , J. Pallarès , L.F. Marsal, *Advanced Materials*, 2012, 24, 1050-1054

Grupo/s: URV

Descripción: En este artículo se presenta un nuevo sistema de codificación para el desarrollo de biosensores ópticos basados en el espectro de fotoluminiscencia de alúmina porosa autoordenada en el rango UV-Visible. En este sistema cada código de barras corresponde a una oscilación en el espectro de fotoluminiscencia. El ancho y la posición de cada barra corresponden a la intensidad y posición de cada oscilación, respectivamente. Representa una aplicación de la tecnología desarrollada en el marco del proyecto pero a una aplicación diferente de las células solares.

10. Dispositivos que se ha conseguido fabricar

Título: **Células solares orgánicas mediante procesado en disolución**

Grupo/s: UJI

Descripción: El grupo ha llegado a desarrollar células solares a escala de laboratorio basadas en materiales orgánicos. Se ha llegado a alcanzar eficiencias de conversión dentro del orden conseguido en laboratorios de referencia.



Hemos explorado la efecto de diferentes moléculas aceptoras (PC60BM, PC70BM, ICBA); así como diversos polímeros donores (P3HT, PCDTBT, PCPDTBT, PDPP, PTB7...). También se ha investigado el efecto de las capas de contacto. En concreto LiF, MoO₃, ZnO, NiO... se han usado en comparación con capas poliméricas convencionales de PEDOT:PSS. Los sustratos también han sido objeto de ensayo. Se han construido células sobre sustrato flexible y rígido. En estos momentos el grupo domina la tecnología basada en procesado por disolución.

Título: **Células solares de colorante basadas en porfirinas.**

Grupo/s: UJI

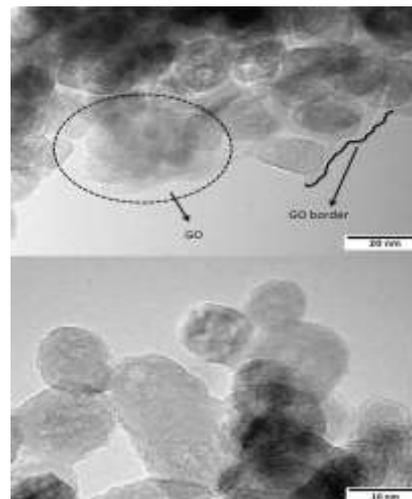
Descripción: J. Phys. Chem. C 2011, 115, 10898–10902. El grupo ha fabricado células solares de colorante, basadas en moléculas de colorante orgánicos. Con eficiencias de conversión similares a los laboratorios de referencia. Se ha estudiado el mecanismo de recombinación en dichos dispositivos y se ha relacionado con la estructura del colorante, desarrollando. También se han estudiado los procesos electrónicos que tienen lugar en las interfaces titanio/colorante/electrolito, para determinar que parámetros son los más influyentes en los procesos electrónicos de las células solares. En estos momentos el grupo domina la tecnología de fabricación de células solares de colorante con un estándar del 10% de eficiencia para colorantes comerciales.



Título: Células solares sensibilizadas con grafeno incorporado en el electrodo

Grupo/s: UJI

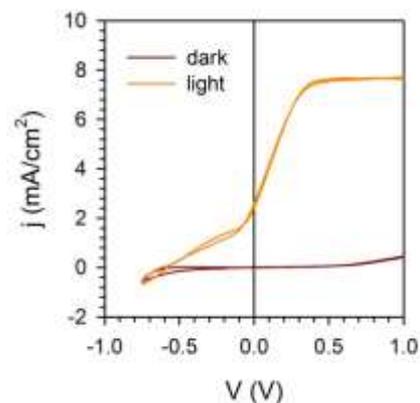
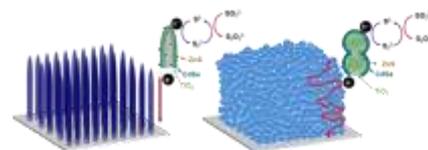
Descripción: Se ha estudiado la eficiencia de dispositivos fotovoltaicos de la célula solar sensibilizada con colorante (DSC) sobre la base de un nuevo óxido de titanio-grafeno y con una capa delgada de grafeno como colector de electrones fotogenerados e inyectados.



Título: Heteroestructuras de puntos cuánticos para la generación no asistida de hidrógeno con luz solar

Grupo/s: UJI

Descripción: La generación de hidrógeno a partir de energía solar constituye un ejemplo relevante de conversión de energía solar en energía química. A partir de heteroestructuras de óxido de titanio (TiO_2) con arquitectura nanotubular y nanoparticular sensibilizadas con puntos cuánticos de CdS y CdSe se ha podido demostrar la viabilidad de este concepto con tasas de conversión de hasta $80 \text{ ml}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ en electrodos optimizados. Un resultado destacado de esta investigación es que únicamente con un estímulo óptico se ha llevado a cabo la generación de hidrógeno ($20 \text{ ml}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$), demostrando que estas estructuras pueden emplearse para el desarrollo de hojas artificiales.



Título: Células solares sensibilizadas con puntos cuánticos semiconductores.

Grupo/s: UJI

El grupo ha desarrollado células solares sensibilizadas con semiconductores inorgánicos como absorbedores de luz, jugando un papel análogo al que desarrollarían las moléculas colorantes en las células de colorante. Los materiales semiconductores empleados (CdS, CdSe, PbS, ZnS, Sb_2S_3) presentan una tamaño nanométrico por lo que el confinamiento cuántico les confiere nuevas y fascinantes propiedades, a estos puntos cuánticos, como poder sintonizar su banda prohibida lo que permite diseñar el rango de luz que pueden absorber. Este hecho aporta una gran versatilidad en el diseño de dispositivos fotovoltaicos.

Además los puntos cuánticos no pierden las interesantes propiedades de los materiales en volumen de cara a una eficiente absorción de luz, como un alto coeficiente de extinción y de momento dipolar. Estas células se han elaborado utilizando electrolitos basados en el polisulfuro, como par redox, para mejorar su estabilidad y con contra electrodos de Cu_2S para mejorar la transferencia en el contra electrodo.

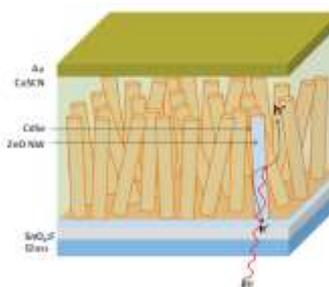


Título: Celdas solares de absorbente ultrafino

Grupo: CIDETEC

Descripción: Las celdas solares de absorbente ultrafino son dispositivos totalmente sólidos, y generalmente de carácter inorgánico, con las consecuentes ventajas en cuanto a robustez se refiere. Sin embargo, su principio de funcionamiento es análogo al de otras tecnologías híbridas basadas en el uso de electrolitos líquidos y permite el uso de materiales de relativa baja calidad estructural y pureza.

En 2009, CIDETEC fabricó las primeras celdas de este tipo a nivel nacional. A día de hoy, existe una línea de investigación activa sobre esta temática, alcanzando ya eficiencias superiores a 5% y con un tiempo de vida de los dispositivos comparable a los de las tecnologías fotovoltaicas convencionales. Sin embargo, tanto el coste económico



como energético de la tecnología de absorbente ultrafino es mucho menor. Esto junto con la mayor estabilidad frente a otras tecnologías emergentes, la convierte en una tecnología de alto interés en el ámbito industrial.

Título: OLEDs

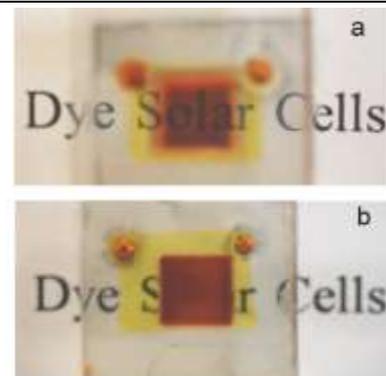
Grupo/s: ICFO

Descripción: El proyecto ha permitido realizar diversos avances en tecnología LED basada en polímeros. En particular, se ha conseguido mejorar la movilidad en más de dos órdenes de magnitud del pTPD parcialmente oxidado mediante un cluster molecular magnético, o la eficiencia de LEDs basados en thiophenes. También se ha desarrollado un LED híbrido consistente en un diodo inorgánico con un DFB de polímero orgánico. Además, se han desarrollado diversas variantes de electrodos transparentes libres de indio.

Título: Celdas solares de colorante transparentes con eficiencias similares a las opacas.

Grupo: ICMSE.

Imágenes ópticas de a) una celda en la que se ha integrado una multicapa fotónica de nanopartículas de TiO₂-SiO₂ que refleja la luz blanca y b) una celda basada en una capa de TiO₂ de dispersión difusa. El texto subyacente sólo se puede distinguir a través de la primera.



Título: Mini-Pantallas Electrónicas Basadas en Diodos Emisores de Luz Orgánicos

Grupo/s: IK4-IKERLAN

Descripción: Las artes gráficas, el marketing y la publicidad son campos donde la electrónica orgánica puede impactar con mayor éxito. En este sentido, IK4-IKERLAN ha desarrollado un pequeño prototipo que consiste en una pantalla formada por 12x8 píxeles de 1mm². El control y acceso controlado a cada uno de ellos permite mostrar mensajes y/o imágenes. Esta tecnología es fácilmente transferible a sustratos flexibles y puede ser desarrollada con electrodos transparentes por lo que su potencial



de explotación en diferentes aplicaciones aumenta considerablemente.

Título: Módulos Fotovoltaicos Orgánicos para la Alimentación de Dispositivos Electrónicos Portátiles

Grupos/s: IK4-IKERLAN

Descripción: Como prueba de concepto para la validación de esta tecnología en aplicaciones como la alimentación de dispositivos electrónicos portátiles o el mundo del pequeño juguete, IK4-IKERLAN ha desarrollado pequeños módulos fotovoltaicos que son capaces de hacer funcionar calculadores, relojes y pequeños juguetes mecánicos. Debido a las propiedades de los materiales utilizados para la conversión de la luz en energía eléctrica, el rendimiento de dichos módulos mejora en condiciones de iluminación tenues, lo que los hace ideales para aplicaciones indoor o condiciones meteorológicas adversas.

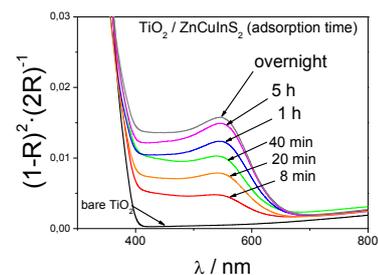


Título: Célula sensibilizada con puntos cuánticos libres de metales pesados

Grupo/s: UA

Descripción: En los primeros meses de vigencia del proyecto ya quedó claro que era posible trabajar con puntos cuánticos coloidales o preparados por depósito químico y basados en metales como el Cd y el Pb.

Sin embargo quedaba por demostrar en el marco del proyecto que era factible preparar células basadas en puntos cuánticos coloidales libres de metales pesados. Se consiguieron preparar células basadas en nanopartículas comerciales de TiO_2 sobre las que se depositaron puntos cuánticos de ZCIS junto con el contraelectrodo Cu_2S . Solo se aplicó el postratamiento de ZnS como método de optimización. Aun así se consiguieron eficiencias prometedoras del 2% bajo una iluminación de un sol.

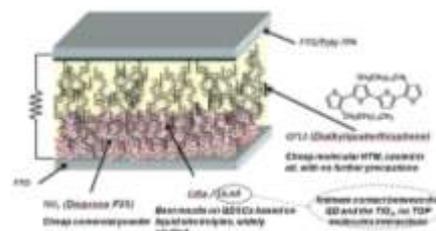


Título: Célula solar sensibilizada con puntos cuánticos de estado sólido

Grupo/s: UA

Descripción: Los importantes inconvenientes que presentaban los dispositivos de electrolito líquido aconsejaban, ya al inicio del proyecto, que debían prepararse células solares sensibilizadas con puntos cuánticos enteramente sólidas.

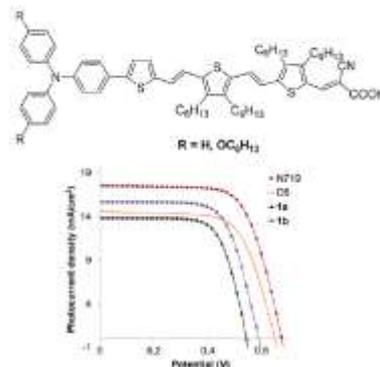
Se desarrolló una célula novedosa basada en un fotoánodo de TiO₂/CdSe convencional y en una capa de un quatertiofeno como conductor de huecos, junto con un colector de vidrio conductor sobre el que se había depositado una capa de politrietilamina dopada. El dispositivo, aunque tenía una eficiencia modesta, daba voltajes a circuito abierto cercanos a 1 V.



Título: Organic Dyes Incorporating Oligothiolenylvinylene for Efficient Dye-Sensitized Solar Cells

Grupo/s: UCLM y Solaronix

Descripción: En este trabajo se recoge el estudio del comportamiento de dos nuevos colorantes en el diseño de DSCs. Estos compuestos incorporan derivados de trifenilamina, como fragmentos electrodonadores, y el grupo cianoacrilico, como electroaceptor, ambas unidades están conectadas a través de un oligómero π-conjugado como son los oligotienilvinilenos. En la empresa Solaronix prepararon un dispositivo que presenta una eficiencia de un 6.25% .



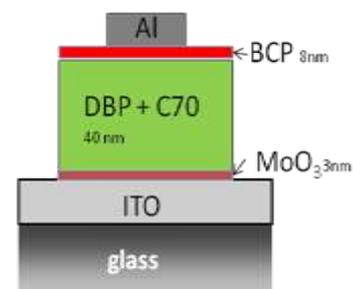
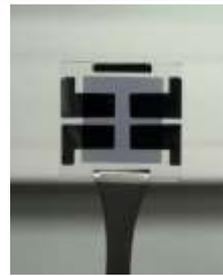
Título: Células solares de pequeña molécula 4 % eficiencia

Grupo/s: MNT-UPC

Descripción: Se han fabricado células de pequeña molécula con 4 % eficiencia con la siguiente estructura Vidrio/ITO/MoO₃/DBP+C70/BCP/Al

Es una eficiencia similar a la obtenida por grupos como M. Bulovic en el MIT (2012) lo que indica que la tecnología conseguida gracias al proyecto HOPE es equiparable a laboratorios de centros de prestigio como el MIT.

M.C. Barr, C. Carbonera, R. Po, V. Bulovic, K.K. Gleason, *App. Phys. Lett.*, 100, 183301 (2012).

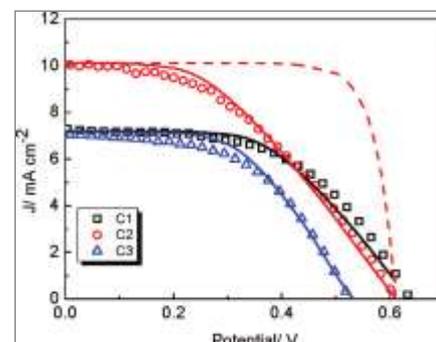


Título: Celdas DSC con óxido de cinc nanoparticulado

Grupo/s: UPO

Descripción: Durante el desarrollo del proyecto se han fabricado y caracterizado celdas DSC con óxido de cinc nanoparticulado como fotoánodo. Los trabajos se han focalizado en la maximización de la eficiencia de recolección de luz mediante combinación de distintos tamaños de nanopartícula del óxido, y la utilización de colorantes orgánicos tales como indolinas.

También se ha trabajado en el empleo de electrolitos alternativos con mejores propiedades de estabilidad, como es el caso de combinaciones de líquidos iónicos a temperatura ambiente. Se fabrican en el grupo de forma habitual celdas de 2.5 % de eficiencia sobre un área de 0.64 cm², con un record en el lab del 2.9% sobre el mismo área. Las celdas con líquido iónico tienen una eficiencia media del 2%. En el grupo se ha obtenido también recientemente un record de fotovoltaje de 850 mV para celdas con nanohilos de ZnO (750 mV para nanopartículas) en colaboración con CIDETEC.



Título: Fabricación y caracterización de células solares orgánicas mediante técnicas "roll to roll"

Grupo/s: UPCT

Descripción: Se han fabricado células solares orgánicas con métodos de impresión ("roll to roll") compatibles con un escalado industrial del proceso de fabricación. Todo el trabajo se ha hecho al aire, y se han sustituido los procesos de evaporación de electrodos (en estructuras standard) por procesos de impresión mediante serigrafía ("screen printing") en estructuras invertidas. Las eficiencias han evolucionado desde valores iniciales por debajo del 1% hasta la reproducción rutinaria de células con eficiencias a 1 Sol (AM1.5G) entre 2.5% y 3%. Sobre estas células se han realizado experimentos de degradación en distintas condiciones de iluminación y atmósferas controladas (oxígeno, humedad, inerte). Los tamaños oscilan entre unos pocos mm² hasta varios cm². (Colaboraciones con Imperial College London y la Danmarks Tekniske Universitet)



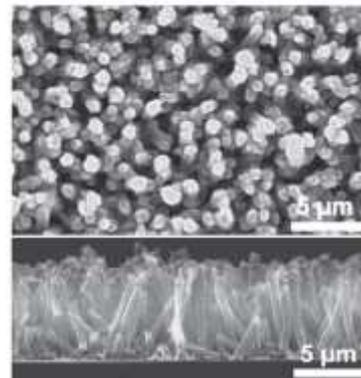
Collage que muestra la evolución del proceso de fabricación y caracterización de células solares orgánicas en la UPCT.

11. Moléculas y/o materiales que se ha conseguido fabricar

Título: Nanotubos de PEDOT

Grupo: CIDETEC

Descripción: CIDETEC ha desarrollado un método innovador para obtener matrices de nanohilos de PEDOT sobre sustratos conductores eléctricos y transparentes. Este método, basado en el uso de nanohilos de ZnO como moldes sacrificiales, presenta una gran versatilidad en cuanto a dimensiones de los nanotubos se refiere. Esto abre amplias posibilidades de cara a la integración en dispositivos optoelectrónicos.

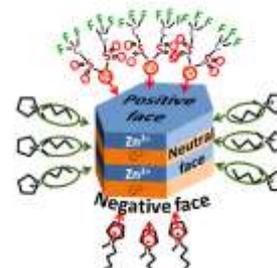


A modo de ejemplo, los grupos UJI y CIDETEC demostraron una primera prueba de concepto sobre el uso de este material como cátodo en celdas solares de colorante, permitiendo así el uso de platino sin variar significativamente el funcionamiento del dispositivo final. La deposición del material se ha publicado en M. Dobellin et al. *J Polym Sci Part A: Polym Chem.* 48 (2010), 4648–4653 y la aplicación en dispositivos en: R. Trevisan et al. *Adv. Energy Mater.* 1 (2011) 781- 784.

Título: Capas híbridas constituidas por ZnO/y líquido iónico

Grupo: CIDETEC

Descripción: La electrodeposición desde líquidos iónicos ha permitido a CIDETEC, además de conseguir óxidos de metales en conflicto con lo electrolitos acuosos, el diseño y electrodeposición de capas híbridas compuestas por un óxido de metal y un líquido iónico.



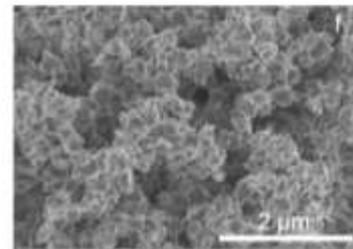
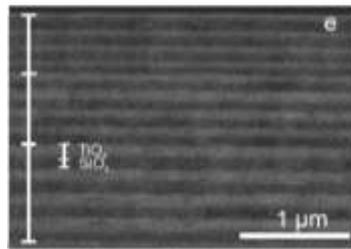
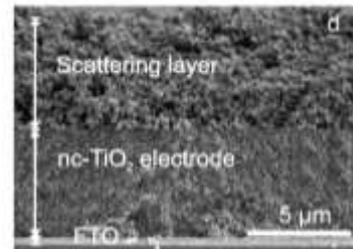
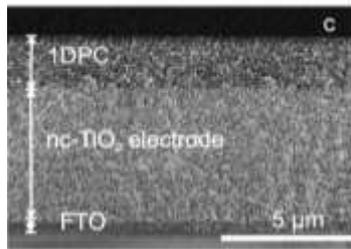
Este último puede otorgar a las capas propiedades y funcionalidades adicionales. Por ejemplo, capas híbridas ZnO/líquido iónico se han utilizado como ánodos en celdas de colorante, en el marco de la colaboración entre UPO y CIDETEC, consiguiendo un aumento significativo (~ 180 mV) del fotovoltaje con respecto a ánodos de ZnO puro. Estos resultados se han publicado en: E. Azaceta et al. "ZnO/Ionic Liquid Hybrid Films: Electrochemical synthesis and application in dye-sensitized solar cells" *J. Mater. Chem. A* (2013) DOI: 10.1039/C3TA11443K

Título: Cristales fotónicos pancromáticos que permiten el flujo de electrolitos a través de ellos.

Grupo: ICMSE.

c) Imagen FESEM de la sección transversal de un electrodo de TiO₂ nanocrystalino sobre el que se ha depositado una multicapa con propiedades de reflector blanco y,

e), su vista ampliada conseguida a través de la detección de electrones retro-dispersados, que permite distinguir las tres periodicidades diferentes. d) Imagen FESEM de una capa de dispersión difusa acoplada a un electrodo de TiO₂ y, f), su vista ampliada.



Título: Puntos cuánticos de calcogenuros de Cadmio y Plomo

Grupo/s: UA

Descripción: El impulso que se quería dar en el planteamiento inicial del proyecto a las células sensibilizadas con puntos cuánticos requería de la preparación de los mismos con un alto grado de reproducibilidad y de control sobre la composición y el tamaño. Solo de esta manera se podían abordar estudios fisicoquímicos del efecto del tamaño.

Modo de anclaje etc con las diferentes garantías. Se reprodujeron métodos solvotérmicos y de inyección en caliente (hot injection) encontrados en la literatura y se adaptaron a la preparación de CdSe, PbS, PbSe, etc. Estos materiales fueron caracterizados no solo desde el punto de vista funcional sino también espectroscópico, composicional, estructural, etc, proporcionando de esta manera una base firme para su incorporación en dispositivos.

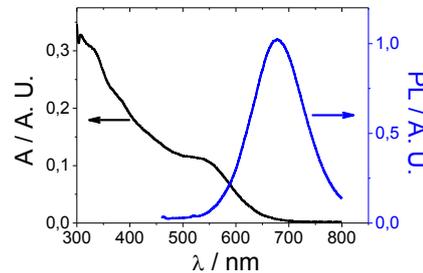


Título: **Puntos cuánticos de Sulfuro de Zinc, Indio y Cobre**

Grupo/s: UA

Descripción: Una de las limitaciones más importantes de los puntos cuánticos basados en Cd y en Pb es su toxicidad. En este contexto se ha considerado importante preparar puntos cuánticos con una buena capacidad de inyección de electrones en materiales como en óxido de zinc o el dióxido de titanio, pero que estuvieran libres de estos metales pesados.

Se ha adaptado un método de la literatura para preparar puntos cuánticos con una dispersión de tamaños estrecha y se ha puesto a punto un método que permite su anclaje a electrodos nanoestructurados de TiO₂.

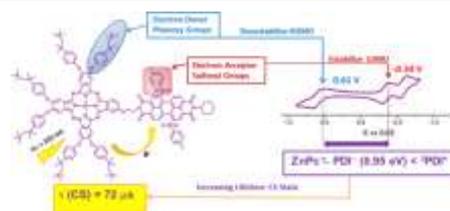


Título: **Diadas ftalocianinas- perilenodiimidias**

Grupo/s: UMH

Descripción: Aunque las ftalocianinas son buenos donadores electrónicos y las excelentes aceptores de electrones, la combinación de ambos no genera estados de separación de cargas de larga vida, debido a la baja energía de los estados excitados triplete correspondientes, salvo que se añadan iones metálicos que estabilicen al anión-radical de la perilenodiimida.

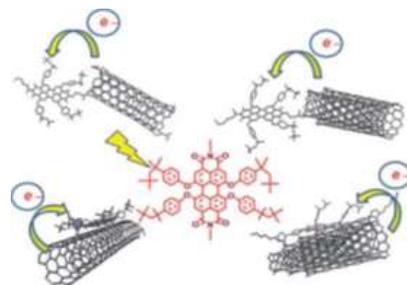
En este trabajo, con una adecuada elección de los sustituyentes sobre la ftalocianina y la perilenodiimida, fue posible generar el estado de separación de cargas con una vida media de 72 ms en ausencia de iones metálicos.



Título: **Funcionalización covalente de nanotubos de carbono con perilenodiimidias**

Grupo/s: UMH

Descripción: Se realizó la funcionalización covalente con perilenodiimidias de nanotubos de carbono, tanto de pared simple como de pared múltiple, tanto en las paredes como en las puntas.



Los materiales híbridos resultantes, PBI-CNTs, se caracterizaron por técnicas espectroscópicas (UV-Vis, Raman, $^1\text{H-NMR}$), térmicas (TGA) y microscópicas (TEM). La fotoexcitación condujo a la reducción monolectrónica de la perilenodiimida y a la oxidación del nanotubo de carbono, originándose la especie $(\text{PBI})^{\cdot-}-(\text{CNT})^{\cdot+}$, como se demostró por técnicas de absorción transitoria.

12. Progresión de las eficiencias

Título: **Quantum Dot solar cells.**

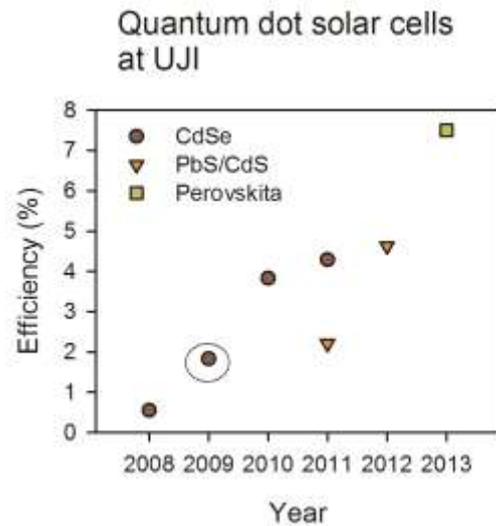
Grupo/s: UJI

Descripción: Dispositivos fotovoltaicos nanoestructurados con absorbedor de luz semiconductor sólido

Eficiencia inicial 0.5%

Eficiencia final 7.5%

El punto resaltado en 2009 corresponde a un dispositivo record.



Título: **Incremento de las eficiencias hasta un 10%**

Grupo/s: UJI

Descripción: En el inicio del proyecto, el grupo de la UJI fabricaba dispositivos con una eficiencia del 5%. En estos momentos el grupo domina la tecnología de fabricación de células solares de colorante con un standar de 10% de eficiencia para colorantes comerciales.



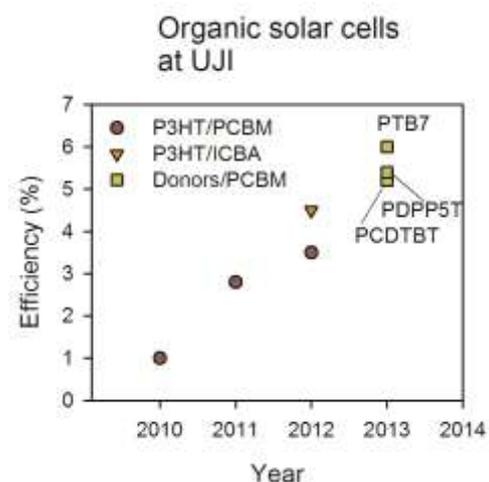
Título: **Organic solar cells**

Grupo/s: UJI

Descripción: Dispositivos fotovoltaicos orgánicos de heterounión masiva, con diferentes componentes

Eficiencia inicial 0%

Eficiencia final 6%



Título: Quantum Dot-polymer solar cells.

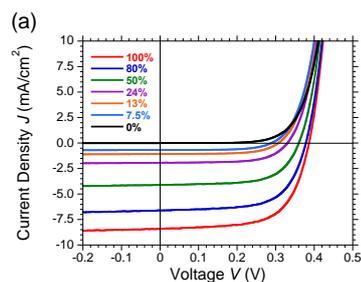
Grupo/s: ICIQ

Descripción: Dispositivos fotovoltaicos de bi-capa basados en quantum dots/C60.

Eficiencia inicial 0%

Eficiencia final 2.1% (record internacional 5%)

Trabajo enviado para su evaluación a la revista de la ACS Journal of Physical Chemistry C.



Curvas J-V para un dispositivo de PbS quantum dots/ C60.

Título: Celdas solares de molécula pequeña

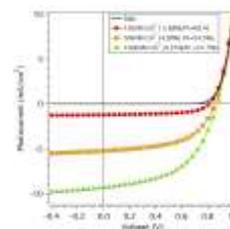
Grupo/s: ICIQ

Descripción: Dispositivos fotovoltaicos de heterounión masiva basados en moléculas orgánicas de bajo peso molecular.

Eficiencia inicial 0%

Eficiencia final 4.2% (record internacional 8%)

Artículo publicado en J. Mat. Chem., 2012, 22,15175



Curvas J-V para un dispositivo de DKPP/ PCBM70.

Título: Celdas solares de polímero/QDs

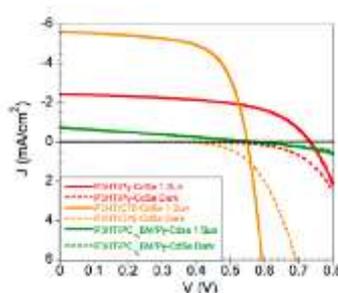
Grupo/s: ICIQ

Descripción: Dispositivos fotovoltaicos de heterounión masiva basados en quantum dots de CdSe y polímero.

Eficiencia inicial 0%

Eficiencia final 2.1% (record internacional 4%)

Artículo publicado en J. Phys. Chem. C.,2013, DOI:10.1021/jp403523j.



Curvas J-V para un dispositivo de CdSe-C70/ P3HT.

Título: Celdas fotovoltaica tipo Gratzel.

Grupo/s: ICIQ

Descripción: Celdas solares basadas en TiO_2 mesoporoso con un colorante de Rutenio adsorbido y con yodo/ioduro como electrolito.

Eficiencia inicial: 8%

Eficiencia final 10.5%. (record internacional 11.2%)

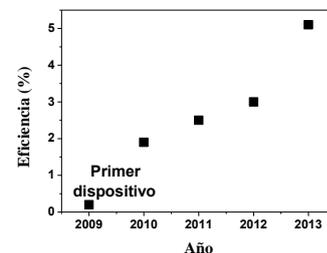
Artículo publicado en Energy Environ. Sci., 2013, 6, 859.

**Título: Celdas de absorbente ultrafino: de 0 a 5.1 %**

Grupo: CIDETEC

Descripción: Además de la progresión en eficiencias, hasta 5.1%, destacar el descenso de complejidad en cuanto a arquitectura (e.g. pasando de matrices de nanohilos a capas compactas) de dispositivos se refiere con las consecuentes ventajas en la fabricación de los dispositivos.

También comentar que, además de la eficiencia, hay otros parámetros de gran relevancia para poder evaluar el interés/posibilidades de una tecnología fotovoltaica emergente como son el tiempo de vida y el coste. En este sentido, las celdas solares de absorbente ultrafino presentan ventajas significativas respecto a otras tecnologías emergentes con eficiencias superiores. Además de los progresos en eficiencia en la tecnología de celdas solares de absorbente ultrafino, mencionar que materiales realizados por CIDETEC han sido utilizados por otros grupos (e.g. UJI e IKERLAN) para aumentar las eficiencias en otras tecnologías como son las celdas de colorante y las celdas orgánicas (polímero/fulereno).



Título: Celdas solares de colorante transparentes con eficiencias similares a las opacas.

Grupo: ICMSE.

Descripción: En el gráfico adjunto se presenta una evolución de las eficiencias conseguidas en el desarrollo del proyecto.



Las celdas cuya eficiencia se ha representado son las siguientes:

A: Sin material difusor: celda de referencia.

B: Multicapa de uno celda unidad.

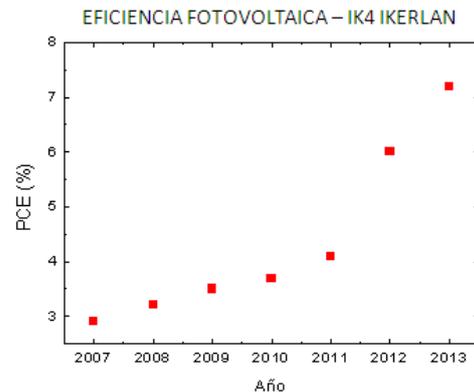
C: Multicapa de tres celdas unidad.

D: Difusor.

Título: Evolución de la Eficiencia Fotovoltaica en Células Poliméricas

Grupo/s: IK4-IKERLAN

Descripción: Células de polímero:fulereno fabricadas en IKERLAN mostraban eficiencias de conversión fotovoltaica por debajo del 3% al inicio del proyecto. Gracias al avance realizado durante la ejecución del proyecto como han sido, nuevas técnicas avanzadas del control de la morfología, colaboraciones que han dado lugar a nuevos conocimientos técnicos y al desarrollo de nuevos electrodos, y los medios necesarios para acceder a nuevos materiales absorbentes, la eficiencia de los dispositivos fabricados actualmente en IKERLAN sobrepasa el 7%.

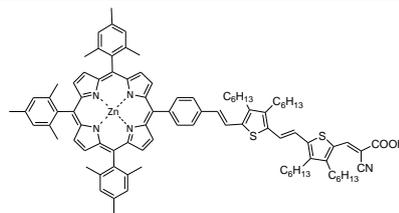


Título: Colorantes orgánicos

Grupo/s: UCLM

Descripción:

- **2009.** $\eta = 3.16 \%$ (UCLM, ICIQ)
- **2010.** $\eta = 3.84 \%$ (UCLM, UJI)
- **2011.** $\eta = 4.77 \%$ (UCLM, UJI)
- **2012.** $\eta = 6.25 \%$ (UCLM, Solaronix)



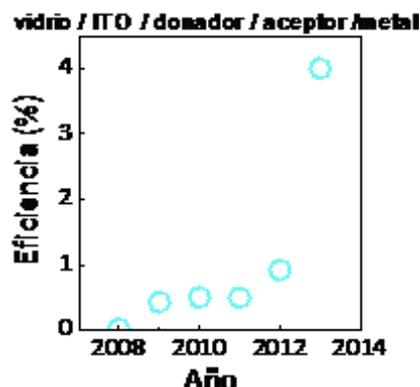
E. M. Barea, R. Caballero, L. López-Arroyo, A. Guerrero, P. de la Cruz, F. Langa, J. Bisquert, *ChemPhysChem*, **2011**, 12, 961-965

Como se deduce de estos datos las hemos conseguido ir mejorando las propiedades electrónicas de los colorantes sintetizados en nuestro laboratorio lo que ha llevado consigo un aumento de las eficiencias de los dispositivos diseñados en colaboración con otros grupos del proyecto CONSOLIDER-HOPE (UJI y ICIQ) así como con la empresa Solaronix, destacada internacionalmente por sus investigaciones y aportaciones en el campo de las células solares basadas en colorantes orgánicos.

Título: Progresión eficiencias en pequeña molécula

Grupo/s: MNT y UPC

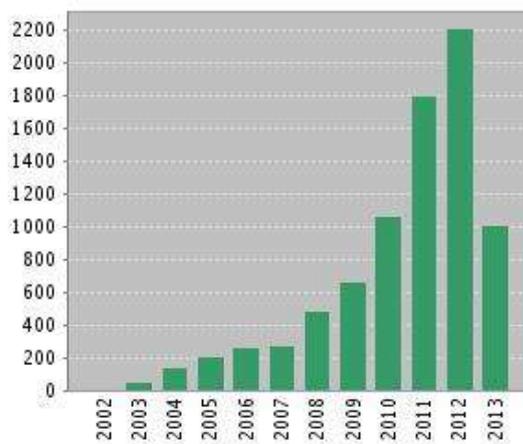
Descripción: En la figura anexa puede observarse la mejora experimentada en la eficiencia obtenida en nuestras células solares de pequeña molécula. Dicha mejora puede atribuirse en muy buen parte a las ayudas concedidas en el proyecto Consolider.



13. Impacto de la investigación

Grupo: UJI

Las tablas corresponden al número de citas recibidas por Juan Bisquert, investigador principal del grupo UJI y coordinador del proyecto, entre los años 2002 y 2013 (tabla elaborada en Web of Science junio 2013). El número i total de citas de este investigador (considerando años anteriores es de 9000 y el índice h es 49.



Progresión de citas de los trabajos publicados entre 2002 y 2013.

Grupo: ICFO

Las actividades del grupo se han ido reduciendo hacia el final del proyecto debido a la financiación decreciente según resultados en los años anteriores. En consecuencia, las citas no han aumentado a lo largo del proyecto.

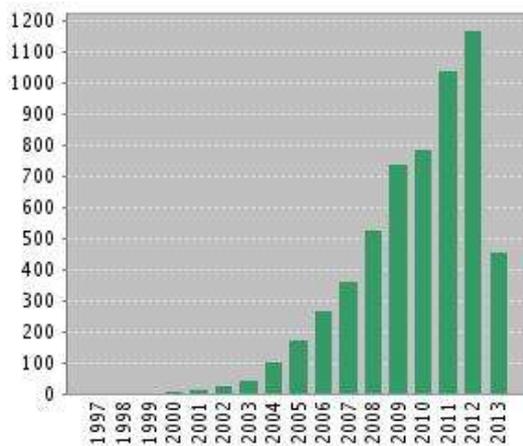
Grupo: ICIQ

El grupo del ICIQ alcanzó en el año 2012 más de 1100 citas.

Los siguientes artículos del proyecto con la participación del ICIQ cuentan con más de 100 citas.

Molecular cosensitization for efficient panchromatic dye-sensitized solar cells. *Angewandte Chemie, International Edition* (2007) vol. 46 (44) pp. 8358-8362. : Total citas 234.

Catalysis of Recombination and Its Limitation on Open Circuit Voltage for Dye Sensitized Photovoltaic Cells Using Phthalocyanine Dyes. *J. Am. Chem. Soc.* (2008) vol. 130 pp. 2906-2907. Total citas 181.



Grupo: ICMSE

Los datos estadísticos relacionados con este análisis de la evolución del número de citas son los siguientes:

Número de artículos: 28

Suma de las citas: 481

Suma de las citas sin autocitas: 405

Número de artículos que citan a los artículos del grupo: 319

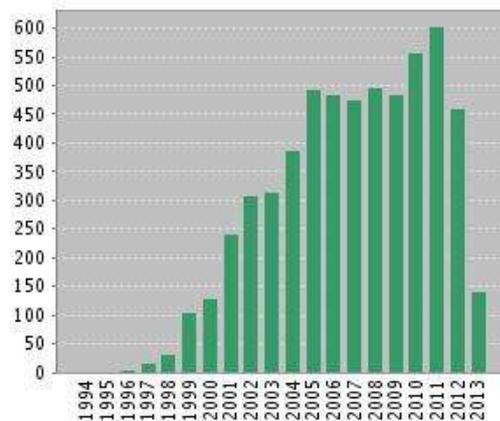
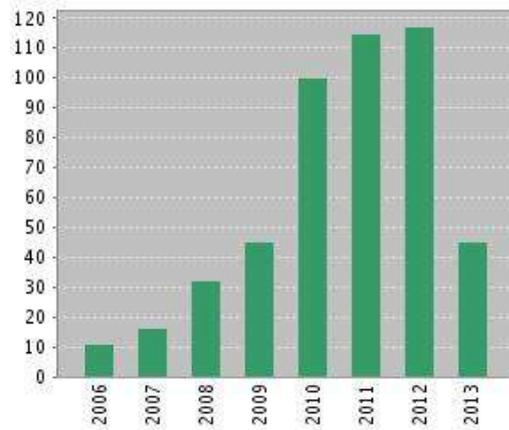
Número de artículos que citan a los artículos del grupo sin contar autocitas: 295

Número de citas medio por artículo: 17.18

h-index: 10

El aumento de las citas desde el comienzo del proyecto se evidencia en la gráfica presentada, siendo digno de resaltar el salto cualitativo que se produce en el año 2010, con un aumento de las citas del 100%, alcanzándose un nivel de citas superior al 100, que se mantiene e incluso aumenta en los años sucesivos.

La evolución en los últimos años de las citas de los artículos totales del grupo es la que se muestra en la siguiente gráfica.



Los datos estadísticos relacionados con este análisis de la evolución del número de citas son los siguientes:

Número de artículos: 163

Suma de las citas: 5762

Suma de las citas sin autocitas: 5236

Número de artículos que citan a los artículos del grupo: 3463

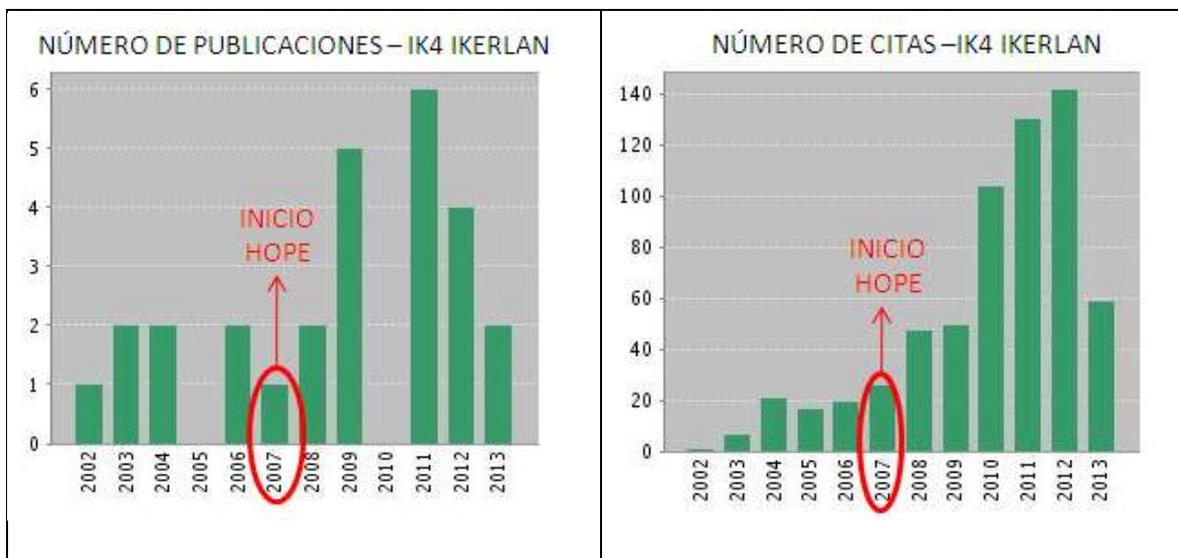
Número de artículos que citan a los artículos del grupo sin contar autocitas: 3351

Número de citas medio por artículo: 35.35

h-index: 39

Grupo: IKERLAN

Tanto el número de publicaciones anuales de IK4-IKERLAN en temas relacionados con el proyecto HOPE, como el número de citas recibidas de estas publicaciones, se han incrementado notablemente gracias a la ejecución del proyecto. HOPE ha creado un marco que ha potenciado las colaboraciones internas dentro del consorcio desde IKERLAN hacia otros centros participantes. Estas colaboraciones han estado presentes en la gran mayoría de los artículos publicados por IKERLAN desde 2007 hasta 2012. La calidad de los trabajos realizados ha propiciado también el incremento del número de citas que no hubiese sido posible sin el apoyo y marco de colaboración propiciado por HOPE.



Grupo: UA

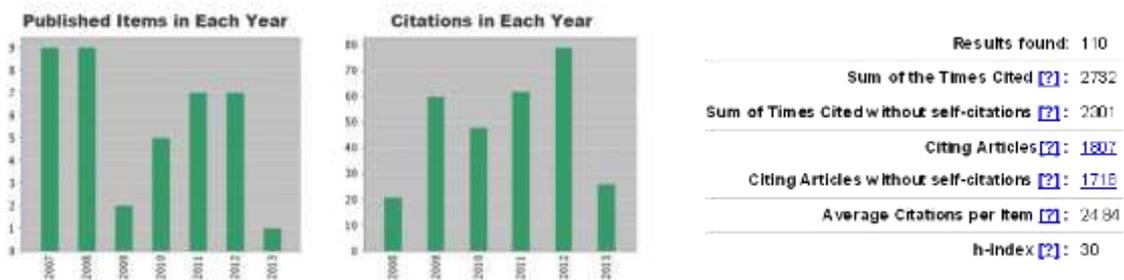
Año	2008	2009	2010	2011	2012
Citas	181	196	333	432	497

La tabla que se adjunta corresponde al número de citas recibidas por Roberto Gómez, investigador responsable del proyecto en la Universidad de Alicante (Fuente: Web of Science, 12/06/2013) en función del año. Con un total de 114 publicaciones científicas, sus trabajos han recibido un total de 3405 citas (2999 excluidas las autocitas). El número medio de citas por publicación resulta ser de 29,87. El índice h correspondiente al investigador responsable vale 34. La aparición de las primeras publicaciones derivadas del proyecto en 2008 y 2009 dio lugar a un aumento sustancial del número de citas recibidas en un año. De 2009 a 2010 el número de citas recibidas aumentó en un 70%.

El Grupo para la Difusión del Índice h (DIH) publica una página Web para dar a

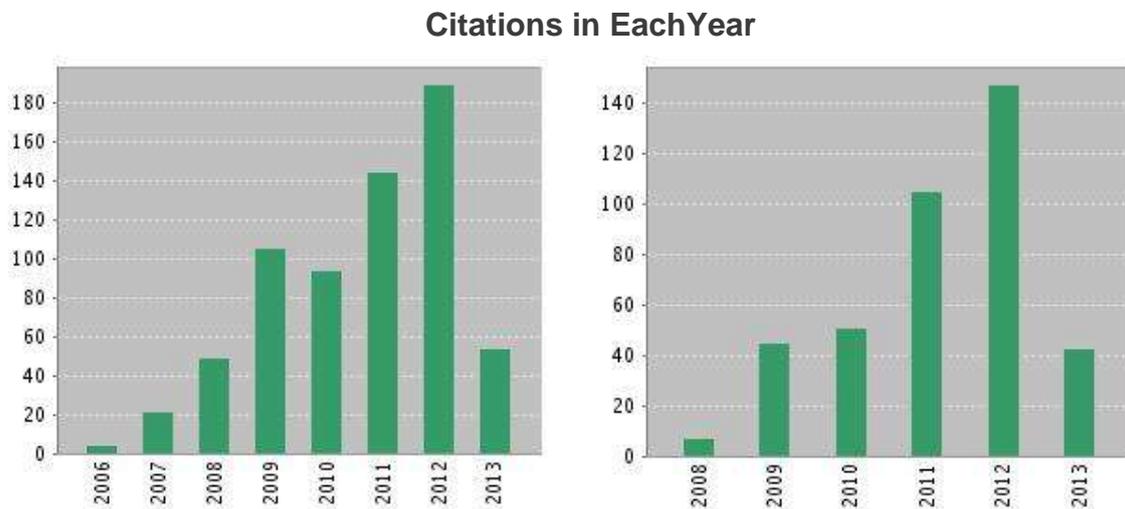
conocer a los científicos con mayor índice h de entre los que trabajan en España. En la relación de investigadores con mayor índice h para la Comunidad Valenciana (<http://indice-h.webcindario.com/valencia.html>) puede verse que el investigador responsable de esta solicitud aparece en el puesto número 16 de la provincia de Alicante. Si nos restringimos a los investigadores de la Universidad de Alicante ocuparía el puesto número 10 y si lo hacemos a los Directores de Grupos de Investigación de la Universidad de Alicante ocuparía el puesto número 5.

Grupo: UCLM



Grupo: UMH

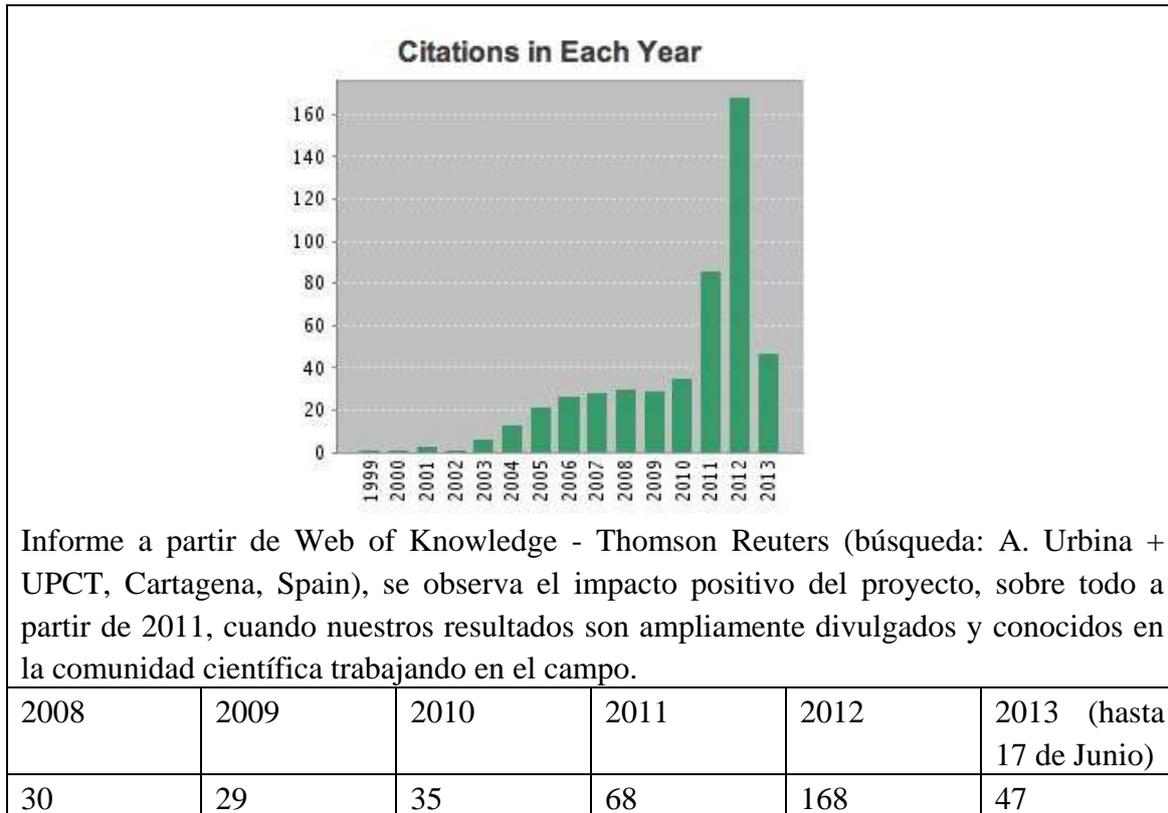
2008: 7 citas, 2009: 45 citas, 2010: 51 citas, 2011: 105 citas, 2012: 147 citas, 2013: 43 citas, referido sólo a los artículos publicados de 2008 a 2013, no a los artículos publicados antes de 2008.



Citaciones desde la creación del grupo (2004)

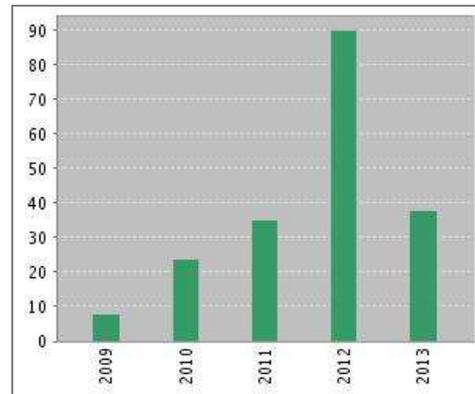
Citaciones desde el inicio de Consolider (2008)

Grupo: UPCT



Grupo: UPO

Desde el inicio del proyecto el grupo ha visto incrementado de forma notable su impacto en forma de publicaciones, y número de citas. A continuación se presenta un gráfico que muestra la evolución del número de citas de las publicaciones del grupo desde el año 2008 con agradecimiento al proyecto Consolider-HOPE.



14. Formación de investigadores

En esta tabla se detallan las acciones de formación, mediante estancias en centros de investigación externos, de los investigadores no doctores. También se relaciona la progresión profesional de los investigadores no doctores del proyecto, indicando los que han obtenido contratos de investigación con posterioridad a su etapa en el proyecto.

Nombre, grupo	Tiempo de contrato en el Consolider	Estancias en extranjero, contratos postdoc
Jose Maria Montero, UJI	Miembro 2008-2009	Estancia pre-doctoral en Suiza
Lourdes Marquez, UJI	Contratada 2008-2010	Contrato en una empresa Reino Unido
Fabiola Iacono, UJI	Miembro 2009	Contrato en Centro de Investigación en Madrid
Sonia Ruiz, UJI	Contratada 2010-2013	Contrato Post-doctoral en Japón
Eneko Azaceta, CIDETEC	4	Estancia pre-doctoral en University College London (grupo Franco Cacialli). Tras defensa de tesis (03/04/13): continuidad en CIDETEC
Miquel Planells Dillunde, ICIQ	Miembro 2007-Dic/2009	Estancia en University of Oxford (UK) (2008) Estancia en Georgia Institute of Technology (Atlanta, Georgia, USA) (2009) Postdoc en Imperial College London (UK)
Amparo Forneli Rubio, ICIQ	Miembro 2007-Dic/2009	
Josep Albero Sancho, ICIQ	Contratado (2008-2010) 2007- actualmente	Estancia en Imperial College, UK (2008) Estancia en Universidad de Freiburg, Alemania (2010)
Anna Reynal Verdú, ICIQ	Miembro 2007-Dic/2009	Estancia en l'Imperial College London (Londres, UK) (2008) Estancia en University of

		Houston (Houston, Texas, USA) (2009) Postdoc en Imperial College London (UK)
Ivan Castelló, ICIQ	Contratado (2013) Dic/2009- actualmente	Estancia en Ernst moritz andt universitat greifswald, centro de Investigación zik hike, Berlín (2013)
Marguerita Bolognesi, ICIQ	Miembro Dic/2009-Oct/2010	Postdoc en Chemical Sciences and Materials Technologies (CSMT), Italia
Elias Daura, ICIQ	Miembro Dic/2009- actualmente	
John N. Clifford, ICIQ	Miembro Dic/2009- actualmente	
Taye Zewdu Tarekegn, ICIQ	Miembro Oct/2010 - actualmente	Estancia en Rice University, EEUU (2012)
Qiang Ma, ICIQ	Miembro Oct/2010- actualmente	
Aurelien Viteresi, ICIQ	Contratado (2011-2012) Oct/2010- actualmente	
James W. Ryan, ICIQ	Miembro Oct/2010- actualmente	Estancia en National institute of material science Japón (2010-2011) Postdoc en University of Tokyo, Japón
Laia Pellejà, ICIQ	Contratado (2011-2012) Abril/2011- actualmente	
Lydia Cabau, ICIQ	Contratado (2011-2012) Abril/2011- actualmente	
Georgina Stoica, ICIQ	Miembro Jul/2011- actualmente	
Jon Ajuria. IKERLAN	Feb-09/Jun-13	Siemens AG. Erlangen. Alemania. (4 Meses). Sept-10/Dic-10
Irati Ugarte. IKERLAN	Mar-08/Jun-13	Imperial College London. Reino Unido (6 Meses). Jul-09/Dic-09

Néstor Guijarro Carratalá, UA	48 meses (como becario FPU)+1,5 meses como PDI contratado con cargo al proyecto	Realizó dos estancias de tres meses de duración cada una en el grupo de Saif A. Haque (Imperial College, Reino Unido) y una estancia de dos meses en el grupo de T. Toyoda (University of Electrocommunications, Japón). Tras obtener el título de doctor ha sido contratado por dos años como investigador en el grupo de K. Sivula (EPFL, Suiza) a través del programa Marie Curie.
Irene Barceló Gisbert UA	48 meses como PDI contratado con cargo al proyecto	Realizó una estancia de tres meses de duración en el grupo de M. Bonn y E. Cánovas en (Max Planck Institute for Polymer Research(Mainz, Alemania)
Ana Isabel Aljarilla Jimenez UCLM	01/09/2010-31/03/2013	Contrato Post-doc
Maxence Raphaël Urbani UCLM	14/03/2008-31/03/2010	Contrato Post-doc
Luis Martín Gomis, UMH	01/10/2007 – 09/06/2013	Estancia en la Universidad de Osaka (Japón) Estancia en la Universidad de Atenas (Grecia) Contrato como Profesor Ayudante Doctor
Vicente Manuel Blas Ferrando UMH	15/02/2010 – 31/08/2012	Estancia en la Universidad Jaume I (España) Estancia en la Universidad de Alicante (España)
Nathalie Zink UMH	01/01/2012 – 31/05/2013	Estancia en la Universidad de Burgos (España)
Monica Della Pirriera MNT-UPC (Barcelona)	3 años	Actualmente Investigadora Contratada en el Centro Tecnológico Leitat (Terrasa-Barcelona)
Albert Marsal MNT-UPC (Barcelona)	4 años	Actualmente (desde abril 2013) contratado en la empresa Lear (Valls-Tarragona)
Sergi Galindo MNT-UPC (Barcelona)	2 años	6 semanas en la University of Kochin (Kerala-India)

Rafael García Valverde UPCT	Becario FPU. Obtiene el doctorado en 2010 (19 de Julio) Premio extraordinario de doctorado en la UPCT.	Realiza una estancia de 4 meses (2008) en el Instituto de Tecnología Energética de Noruega (Institutt for Energiteknikk-IFE, Oslo, Noruega). Actualmente trabaja en el departamento de I+D de la empresa SOLTEC.
Nieves Espinosa Martínez UPCT	Contratada con cargo al proyecto HOPE. Obtiene el doctorado en 2012 (13 de Junio). Premio extraordinario de doctorado en la UPCT.	Realiza dos estancias (total 6 meses) en la Universidad Tecnológica de Dinamarca (Danmark Tekniske Universitet- DTU- Riso). Obtiene un contrato postdoctoral en octubre de 2012 en la misma DTU.
José Pablo González Vázquez UPO	4 años	1. Estancia de 3 meses en el Helmholtz Zentrum, Berlin (grupo del profesor Thomas Dittrich) 2. Contrato Postdoctoral en la Universidad de Queensland, Australia (grupo del profesor Paul Burn)
Maria Elena González Guillén UPO	Beca FPU (4 años) en el marco del proyecto	1. Estancia de 3 meses en el CINVESTAV, México (grupo de profesor Gerko Oskam) 2. Estancia de 3 meses en la Universidad de Bath (grupo del profesor L. M. Peter) 3. Contrato postdoctoral en el marco del proyecto Consolider (grupo del profesor Roberto Gómez) 4. Contrato postdoctoral en Abengoa Research, Sevilla.

Abel Santos Alejandro URV	Desde inicio HOPE hasta 20/3/2013	Predoc en Alemania, actualmente postdoc en Australia.
Raquel Palacios Higuera URV	Desde inicio HOPE hasta 1/12/2010	Predoc en Alemania, actualmente postdoc en Murcia
Jairo Cesar Nolasco Montaño URV	Desde 30/04/2008 hasta 20/3/2013	Predoc en Alemania, actualmente postdoc en Alemania
Alejandra Castro Carranza URV	Desde 09/01/2009 hasta 20/3/2013	Predoc en Francia y México, actualmente postdoc en Alemania.
Gerard Macías Sotuela URV	Desde 8/1/2012 hasta fin HOPE	Predoc previsto en Francia, defensa tesis prevista para final 2013.

15. Listado proyectos europeos

Priority 3 “ NMP (Nanotechnologies and nano-sciences, knowledge-based multifunctional materials and new production processes and devices)
«Nanocrystalline Heterosupermolecular Materials for Optoelectronic Applications»

Esquema de financiación: STREP

Entidades participantes: ICIQ

Entidad coordinadora: ICIQ - Cantidad total: 1.850.000

Fecha inicio: 01/05/2005 - Fecha finalización: 01/12/2008

Integrating and strengthening the European Research Area FP6-2005-
Energy-4

«Coordination Action towards stable and low-cost organic solar cell technologies and their application»

Esquema de financiación: Proyecto Colaborativo

Entidades participantes: ICIQ

Entidad coordinadora: IMEC - Cantidad total: 1200000

Fecha inicio: 19/04/2006 - Fecha finalización: 19/10/2008

FP7 -- Information and Communication Technologies

«Silicon-based nanostructures and nanodevices for long-term nanoelectronics applications »

Esquema de financiación: Network of excellence

Entidades participantes: URV

Entidad coordinadora: INP Grenoble-Minatec - Cantidad total: 4300000

Fecha inicio: 01/01/2008 - Fecha finalización: 31/12/2010

FP7-Energy-2007-RTD

«Efficient and Robust Dye Sensitized Solar Cells and Modules»

Esquema de financiación: Small or medium scale focused research project

Entidades participantes: ICIQ

Entidad coordinadora: ECN - Cantidad total: 3980010

Fecha inicio: 01/02/2008 - Fecha finalización: 01/02/2011

FP7 - People

«COmpact MOdelling Network »

Esquema de financiación: Cooperation

Entidades participantes: URV

Entidad coordinadora: URV - Cantidad total: 1921436

Fecha inicio: 01/12/2008 - Fecha finalización: 30/09/2012

Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013)

«: Smart light collecting system for the efficiency enhancement of solar cells-EPHOCELL (Grant Agreement 227127) »

Esquema de financiación: Collaborative project

Entidades participantes: UPC

Entidad coordinadora: Leitat (Terrassa-España) - Cantidad total: Costs
3,418,683.54 € (EC Contribution 2,500,293.
Fecha inicio: 01/02/2009 - Fecha finalización: 31/12/2012

ENIAC JU 2008

«Nanoelectronics for an Energy Efficient Electrical Car»

Esquema de financiación: Proyecto colaborativo

Entidades participantes: CIDETEC

Entidad coordinadora: Infineon Technologies AG - Cantidad total:

44.152.683,03

Fecha inicio: 01/03/2009 - Fecha finalización: 28/02/2012

FP7-NMP-2008-LARGE

«ORION: ORDERED INORGANIC-ORGANIC HYBRIDS USING IONIC LIQUIDS FOR EMERGING APPLICATIONS»

Esquema de financiación: LARGE SCALE COLLABORATIVE PROJECT

Entidades participantes: UJI, CIDETEC

Entidad coordinadora: CIDETEC - Cantidad total: 9.600.000 €

Fecha inicio: 01/10/2009 - Fecha finalización: 30/09/2013

FP7-IDEas-European Research Council

«Control of the Electronic Properties in Hybrid-Quantum Dot/Polymer-Materials for Energy Production»

Esquema de financiación: ERC Starting Grant

Entidades participantes: ICIQ

Entidad coordinadora: ICIQ - Cantidad total: 1300000

Fecha inicio: 01/11/2009 - Fecha finalización: 01/11/2014

FP7 - Information and Communication Technologies

«Network of excellence for building up knowledge for improved systems integration for flexible organic and large area electronics (FOLAE) and its exploitation »

Esquema de financiación: Network of excellence

Entidades participantes: URV

Entidad coordinadora: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Germany -

Cantidad total: 4000000

Fecha inicio: 01/01/2010 - Fecha finalización: 31/12/2012

ICT-2009.3.8

«Nanophotonics for Energy Efficiency »

Esquema de financiación: Network of Excellence

Entidades participantes: UPC, ICFO

Entidad coordinadora: ICFO - Cantidad total: 2.9 M€

Fecha inicio: 01/01/2010 - Fecha finalización: 31/12/2013

FP7 - Information and Communication Technologies

«Silicon Quantum Wire Transistors»

Esquema de financiación: Cooperation

Entidades participantes: URV

Entidad coordinadora: UNIVERSITY COLLEGE CORK, NATIONAL UNIVERSITY OF IRELAND, CORK - Cantidad total: 3150000

Fecha inicio: 01/09/2010 - Fecha finalización: 31/08/2013

European Institute of Technology (EIT). KIC InnoEnergy Innovation Project
«Encapsulation of Flexible Thin-Film PV Devices (EnThiPV)»

Esquema de financiación: Collaborative project

Entidades participantes: UPC

Entidad coordinadora: CEA-Grenoble (France) - Cantidad total: 1.13M€

Fecha inicio: 01/07/2011 - Fecha finalización: 31/12/2012

FP7-ICT-2011-7 (ICT-7-3.6 - Flexible, Organic and Large Area Electronics and Photonics)

«X10D: Efficient, low-cost, stable tandem organic devices»

Esquema de financiación: Large Scale Collaborative Project

Entidades participantes: IKERLAN

Entidad coordinadora: IMEC - Cantidad total: 8.550.000

Fecha inicio: 01/10/2011 - Fecha finalización: 31/08/2014

FP7-ICT-2011-7 (ICT-7-3.6 - Flexible, Organic and Large Area Electronics and Photonics)

«SUNFLOWER SUstainable Novel FLeXible Organic Watts Efficiently Reliable»

Esquema de financiación: Large-scale integrating project - CP-IP

Entidades participantes: UJI

Entidad coordinadora: CSEM CENTRE SUISSE D'ELECTRONIQUE ET DE MICROTECHNIQUE SA - Cantidad total: 14.516.859 €

Fecha inicio: 01/10/2011 - Fecha finalización: 30/09/2015

FP7-PEOPLE-IRSES-2010

«SOBONA Solar Cells Based on Nanowire Arrays»

Esquema de financiación: International Research Staff Exchange Scheme

Entidades participantes: UJI

Entidad coordinadora: University of Liverpool - Cantidad total: 347000

Fecha inicio: 18/10/2011 - Fecha finalización: 18/10/2014

FP7-ENERGY-2012-1

«ALLOXIDE PV- NOVEL COMPOSITE OXIDES BY COMBINATIONAL MATERIAL SYNTHESIS FOR NEXT GENERATIONAL ALL-OXIDE -PHOTOVOLTAICS»

Esquema de financiación: COLLABORATIVE PROJECT

Entidades participantes: UJI

Entidad coordinadora: UJI - Cantidad total: 420112

Fecha inicio: 01/11/2012 - Fecha finalización: 30/10/2015

FP7-ENERGY-2012-1

«PHOCS: PHOTOGENERATED HYDROGEN BY ORGANIC

CATALYTIC SYSTEMS»

Esquema de financiación: COLLABORATIVE PROJECT

Entidades participantes: UJI

Entidad coordinadora: UJI - Cantidad total: 358644,80

Fecha inicio: 01/12/2012 - Fecha finalización: 30/11/2015

NMP.2012.3.0-1. Highly efficient syntheses using alternative energy forms

«Microwave, Acoustic and Plasma assisted SYNtheses»

Esquema de financiación: Proyecto colaborativo

Entidades participantes: UA

Entidad coordinadora: C-Tech Innovation Ltd - Cantidad total: 3,76 M€, -

Fecha inicio: 01/12/2012 - Fecha finalización: 31/05/2016

ENV.2011.3.1.9-1 Eco-innovation

«Bioelectrochemical metal recovery for metal production, recycling, and remediation. BioelectroMET. »

Esquema de financiación: Collaborative Project

Entidades participantes: UJI

Entidad coordinadora: Wetsus - Cantidad total: 4.201.707

Fecha inicio: 01/12/2012 - Fecha finalización: 30/11/2015

FP7 FET- ENERGY

«NANOMATCELL (Novel Environmentally Friendly Solution Processed Nanomaterials for Panchromatic Solar Cells)»

Esquema de financiación: STREP

Entidades participantes: ICFO

Entidad coordinadora: ICFO - Cantidad total: 3M€, -

Fecha inicio: 01/01/2013 - Fecha finalización: 31/12/2015

ERC Starting Grant 2012

«POLIGHT, Polymer Inorganic Flexible Nanostructured Films for the Control of Light»

Esquema de financiación: ERC Starting Grant

Entidades participantes: ICMSE

Entidad coordinadora: ICMSE-CSIC - Cantidad total: 1.497.000

Fecha inicio: 01/12/2013 - Fecha finalización: 30/11/2018

16. Tesis realizadas

Javier Pérez-Hernández

"Development of an optical fiber probe for mercury detection"

Director: Emilio J. Palomares

Entidad: ICIQ (2008)

José Lorenzo Rodríguez Redondo

"Síntesis y caracterización de polímeros y ftalocianinas de silicio con propiedades fotorrefractivas, electroluminiscentes o de interruptor molecular"

Director: Fernando Fernández Lázaro

Entidad: UMH (2009)

Luis Martín Gomis

"Sistemas moleculares y supramoleculares electroactivos basados en derivados de fullereno-C60, trinitrofluoreno y ftalocianina con propiedades de transferencia electrónica fotoinducida y fotorrefractivas"

Director: Ángela Sastre Santos

Entidad: UMH (2009)

Damián Monllor Satoca

"Fotoelectroquímica de electrodos semiconductores monocristalinos: proceso de transferencia de carga y estrategias de mejora de la fotoactividad"

Director: Roberto Gómez

Entidad: UA (2010)

Jose Maria Montero Martin

"Study of Charge transport in organic layers by impedance spectroscopy"

Director: Juan Bisquert

Entidad: UJI (2010)

Ruben Caballero Briceño

"Nuevos Materiales Orgánicos basados en Oligotienilenvinilenos"

Director: Fernando Langa y Pilar de la Cruz

Entidad: UCLM (2010)

Miquel Planells Dillundé

"Design and Synthesis of organic sensitizers for Dye solar cells: Molecular structure vs device performance"

Director: Emilio J. Palomares

Entidad: ICIQ (2010)

Anna Reynal Verdú

"Ruthenium polypyridyl complexes as photosensitizers for molecular photovoltaic devices: Influence of the dye structure and the presence of additives to the device performance"

Director: Emilio J. Palomares

Entidad: ICIQ (2010)

Abel Santos Alejandro

"Development of Novel Nanostructures Based on Nanoporous Anodic Alumina and its Ulterior Applications "

Director: Josep Pallares Marzal y Lluís F Marsal Garví

Entidad: URV (2010)

Raquel Palacios Higuera

"Fabrication and Characterization of Polymer Micro-and Nanostructures by Template-Based Method "

Director: Lluís F Marsal Garví

Entidad: URV (2010)

JULIO VILLANUEVA CAB

"Transporte de Electrones y Recombinación en celdas solares sensibilizadas con tintes"

Director: G. Oskam, J. A. Anta

Entidad: UPO (2010)

Monica Della Pirriera

"Caracterización de materiales semiconductores orgánicos para el diseño y fabricación de dispositivos electrónicos"

Director: Joaquin Puigdollers

Entidad: UPC (2011)

Antonio Sánchez-Díaz

"Interfacial Charge Recombination Dynamics and the Role of the Morphology in Organic solar Cells"

Director: Emilio J. Palomares

Entidad: ICIQ (2011)

Jairo C. Nolasco

"On charge transport in solar cells involving organic semiconductors"

Director: Josep Pallares Marzal

Entidad: URV (2011)

Francisco Javier Céspedes Guirao

"Síntesis de perilenobisimidias, ftalocianinas y sistemas combinados de ambas. Estudio como sistemas fotosintéticos artificiales. Aplicaciones en la producción y ahorro de energía."

Director: Ángela Sastre Santos y Fernando Fernández Lázaro

Entidad: UMH (2011)

Maria Elena Guillén Rodríguez

"Photoelectrochemical Characterization of Dye Solar Cells based on nanostructured zinc oxide substrates"

Director: J. A. Anta

Entidad: UPO (2011)

Nueria Hidalgo Serrano

"Aplicaciones de Láminas con Mesoestructura Controlada en Cristales Fotónicos "

Director: Hernán Ruy Míguez

Entidad: ICMSE (2012)

J. P. Gonzalez-Vazquez

"Random Walk Numerical Simulation of Electron Dynamics in Solar Cells Based on Disordered Materials"

Director: J. A. Anta

Entidad: UPO (2012)

Jon Ajuria

"Hybrid Photovoltaic Devices Based on Organic Semiconducting Polymers and Inorganic Nanostructured Electrodes "

Director: Roberto Pacios

Entidad: IKERLAN (2012)

Josep Albero Sancho

"Photoinduced charge transfer reactions in quantum dot based solar cells"

Director: Emilio Palomares

Entidad: ICIQ (2012)

Maria Vizuite Medrano

"Diseño, Síntesis y Propiedades de Nanotubos de Carbono y Nanocuernos de Carbono con Aplicaciones Optoelectrónicas "

Director: Fernando Langa y Maria José Gómez-Escalonilla

Entidad: UCLM (2013)

17. Patentes

Hernan Miguez , Mauricio E. Calvo

«Procedimiento para obtener un espejo de Bragg flexible y espejo de Bragg obtenido por dicho procedimiento»

Participantes: ICMSE

Tipo: Nacional - País de prioridad: España - Fecha de prioridad: 09/01/2009

L.F. Marsal , A. Santos , J. Ferre , J. Pallares

«Procedimiento para Disolver in Situ la Capa-Barrera de Óxido de Aluminio en el Procedimiento de Fabricación de Alúminia Porosa»

Participantes: URV

Tipo: Nacional - País de prioridad: España - Fecha de prioridad: 19/05/2008

J. Bisquert , I. Mora-Sero , V. Jovanovski , R. Marcilla , R. Tena-Zaera , D. Mecerreyes , G. Cabañero

«Ionic Liquid based electrolytes containing sulfide/Poly»

Participantes: UJI,CIDETEC

Tipo: Internacional - País de prioridad: ESPAÑA - Fecha de prioridad: 20/05/2009

S. Colodrero , H. Miguez

«Solar to electric energy conversion device manufacturing method, involves sealing counter electrode and electrode, and infiltrating space between counter electrode and electrode with conducting electrolyte e.g. liquid»

Participantes: ICMSE

Tipo: Internacional - País de prioridad: USA - Fecha de prioridad: 10/06/2009

M.E. Calvo , H. Miguez , A. Garcia-Bennett

«Manufacturing hybrid metal-oxide particle and polycarbonate membrane, comprises preparing particle suspension, preparing layer of particles, thermal stabilization of layers, infiltrating structure, removing membrane and functionalizing »

Participantes: ICMSE

Tipo: Internacional - País de prioridad: USA - Fecha de prioridad: 25/03/2009

M.E. Calvo , H. Míguez

«Material Laminar Flexible como Filtro Absorbente de Ultra Violeta»

Participantes: ICMSE

Tipo: Nacional - País de prioridad: España - Fecha de prioridad: 29/03/2009

J. Padilla

«Dispositivo Electrocrómico con Electroodos Descompensados en Carga Redox»

Participantes: UPCT

Tipo: Nacional - País de prioridad: España - Fecha de prioridad: 20/04/2009

Ll. Julià , S. Castellanos , D. Velasco , J. Puigdollers , R. Alcubilla ,

«Radicales Orgánicos como componentes semiconductores»

Participantes: UPC

Tipo: Nacional - País de prioridad: España - Fecha de prioridad: 15/01/2010

Índice de términos

C

CIDETEC · 8, 15, 16, 17, 20, 22, 25, 37, 39, 40, 44, 49,
53, 55, 61, 69, 75, 81

I

ICFO · 8, 15, 16, 17, 27, 50, 64, 75, 77

ICIQ · 8, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 24, 27, 30, 37, 38, 43,
63, 64, 69, 70, 74, 75, 78, 79, 80

ICMSE · 8, 15, 16, 17, 21, 27, 38, 39, 50, 56, 62, 65,
77, 80, 81

IKERLAN · 8, 15, 16, 17, 19, 22, 28, 39, 40, 50, 51, 61,
62, 66, 70, 76, 80

U

UA · 8, 15, 16, 17, 18, 24, 29, 40, 41, 51, 52, 56, 57,
66, 71, 77, 78

UCLM · 8, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 25, 30, 42, 52, 63,
67, 71, 78, 80

UJI · 8, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 29, 30, 33,
34, 35, 36, 40, 42, 47, 48, 49, 55, 59, 61, 63, 64,
69, 75, 76, 77, 78, 81

UMH · 8, 15, 16, 17, 19, 23, 24, 42, 43, 57, 67, 71, 78,
79

UPC · 8, 15, 16, 17, 43, 53, 63, 71, 74, 75, 76, 79, 82

UPCT · 8, 15, 16, 17, 23, 25, 29, 44, 54, 67, 72, 82

UPO · 8, 15, 16, 17, 20, 26, 30, 44, 45, 53, 55, 72, 79,
80

URV · 8, 15, 16, 17, 31, 32, 45, 46, 73, 74, 75, 79, 81