

Presentación	P. 2
Premio al profesor Abderrazzak Douhal	P. 3
MSOC-Nanochemistry	P. 4
8th European School on Electrochemical Engineering	P. 5
Defensas de tesis doctorales	P. 6
Conferencia sobre Biopolímeros	P. 12
Artículo: "How we made the liquid crystal display"	P. 14

Comité editorial: Marina Alarcón, María Antiñolo, Antonio de la Hoz, Luis Fernando León, Alberto José Huertas, José Pérez, María Consuelo Díaz.

## PRESENTACIÓN

En este número se ha incluido información sobre docentes investigadores de la facultad premiados con reconocimiento internacional, la jornada científica promovida por el grupo MSOC-Nanochemistry de la UCLM, la octava escuela internacional en Ingeniería Electroquímica que tuvo lugar en Toulouse este año, información sobre la defensa de las tesis doctorales de varios estudiantes de la facultad así como información acerca de la producción de biopolímeros de una de las ramas de investigación que aquí se llevan a cabo.

El comité editorial.

## El profesor de la UCLM Abderrazzak Douhal, premiado por la asociación japonesa de Fotoquímica por su investigación en nanociencia

El catedrático de Química Física de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) Abderrazzak Douhal ha sido distinguido en el congreso anual de la asociación japonesa de Fotoquímica (Japanese Association for Photochemistry, JAP) con el premio Elsevier Lectureship Award, en su quinta edición internacional, por su labor investigadora en la fotoquímica y fotofísica de un tipo de nanomateriales formadas por redes organometálicas nanométricas. Su estudio incide en cómo este tipo de materiales tiene varias aplicaciones como en catálisis, separación y almacenamientos de gases, nanomedicina, LED o sensores.



**Imagen 1.** El profesor Hitoshi Tamiaki, presidente de la asociación japonesa de fotoquímica, entrega el premio de investigación al docente de la UCLM Abderrazzak Douhal.

La conferencia plenaria de este congreso -al que asistieron más de 800 científicos de Japón dedicados al uso de la luz para entender y usar la materia en diversas aplicaciones tecnológicas-, Elsevier Lecture, corrió a cargo de Douhal. En ella mostró los avances científicos más recientes en este campo. Haciendo especial énfasis en los resultados obtenidos en la tesis doctoral de Mario Gutierrez (premiado por la mejor tesis doctoral en la UCLM, del curso 2016-2017) y las posibles aplicaciones en LEDs, nanomedicina y fotosensores de explosivos.

Asimismo, en el último congreso internacional de la 'American Chemical Society' (agosto 2018), el catedrático de Química Física de la UCLM impartió la conferencia de apertura del simposio de espectroscopia láser ultra rápida, dedicado a la memoria del profesor y premio Nobel en Química en 1999 Ahmed H. Zewail por su labor pionera en el campo de la fotoquímica. En su intervención presentó los últimos avances para elucidar el funcionamiento de LEDs basados en semiconductores híbridos

Gabinete Comunicación UCLM. Toledo, 11 de septiembre de 2018

## MSOC-Nanochemistry: Crecer en multidisciplinaridad

El salón de actos de la Facultad ha acogido los días 17 y 18 de julio una jornada científica promovida por el grupo MSOC-Nanochemistry que dirige la Dra. Ester Vázquez. Crecer en multidisciplinaridad ha sido el hilo conductor del encuentro de los distintos grupos de investigación de la UCLM con los que MSOC-Nanochemistry tiene relaciones científicas establecidas.

Tres grupos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, dos de la Facultad de Medicina, dos grupos más de la Facultad de CC y TT Químicas junto con MSOC-Nanochemistry han presentado un total de 15 comunicaciones representativas del estado de la cuestión en todas las líneas de investigación en desarrollo.

Grafeno, hidrogeles, materiales, magnetismo, modelos biológicos, metabolómica, crecimiento celular e impresión 3D han estado presentes y mezclados en las distintas ponencias presentadas por las personas más jóvenes de los diversos grupos.

Esta jornada de análisis, debate y proyección de futuro se ha realizado en el marco de los proyectos de investigación europeos, nacionales y regionales que en este momento dan cobertura financiera a la actividad de más de 30 investigadores.



### Ponencias

**Iván Torres:** Modification of waveguiding behaviour and semiconductor properties in OFETs with graphene

**Viviana J. González:** Exfoliation of Graphite and Preparation of Glucose-Graphene Cocrystals through Mechanochemical

**Jesús Herrera:** Hydrogels with magnetic properties

**Sergio Horta Muñoz:** GO-reinforcement influence on the mechanical properties of epoxy resins

**Oscar Juan Dura:** Dielectric spectroscopy of hydrogels doped with graphene

**Alicia Naranjo:** Designing a set of inks for 3D printing

**Ana Martín:** Electro-stimulation in aqueous and green solvents

**Andrés Vázquez:** Modelling the response of hydrogels under electric fields

**Antonio Manuel Rodríguez:** Flex that ePolymer! Study on the flexibility and conductivity of organic polymers

**Jorge Leganés:** Novel Triazine Hydrogels for drug delivery applications

**Josué Muñoz:** "Novel hydrogels based on triazine as Fe(III) sensors

**Beatrice Tullio:** Carbon nanodots and hydrogels: several applications

**Victoria Gómez:** NMR-based metabolomics of cell extracts treated with few layers graphene or graphene oxide

**Javier Frontiñán:** Effects of graphene materials on different biological models

## 8th EUROPEAN SCHOOL ON CHEMICAL ENGINEERING

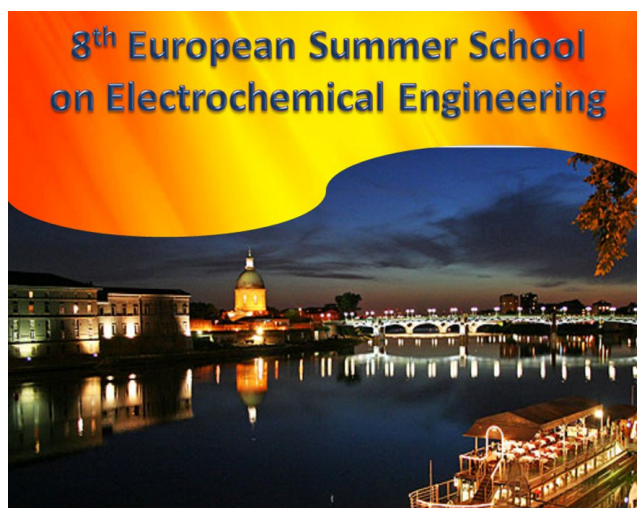
The 8th European school on electrochemical engineering took place this year in Toulouse, France, from August 27th to August 31th, 2018. Some students of the chemical engineering department of our faculty had the chance to attend to the seminars of this school, as well as share the results of their research.

The Electrochemical Engineering is the science focusing on the conception, designing/building and the optimization of electrochemical “reactors”, “devices” and “processes”. The 8th ESSEE promoted the sharing of knowledge and the networking in the field of electrochemical engineering and applied electrochemistry, specifically the application of chemical engineering concepts and methodologies to electrochemical processes and related technologies.

The scientific program of the summer school was structured into 10 sessions and contained more than fifteen lessons/lectures, given by European scientists from both academic and industrial areas. During the devoted period, scientific discussions and exchanges were encouraged, to help the participants to elucidate difficulties encountered in their activities in relation with electrochemistry. By the end of the summer school, students would have acquired:

- knowledge on electrochemistry and electrochemical engineering, from the most important fundamental laws to some new aspects of electrochemistry, industrial electrochemistry and various future applications.
  - electrochemical kinetics/electrocatalysis and the bases of interfacial phenomena (faradaic and non faradaic processes),
  - the fundamental Laws of Nernst, Kohlrauch, Faraday, Bulter-Volmer, Ohm, Nernst-Planck, Laplace, Fick (mass transports in association with the electronic transfer),
  - the design and the optimization (experimental and modelling) of the Electrochemical Reactors (electrode and separator time life, conversion/residence time/recycling, faradaic yield, electrical consumption, potential distribution...),
  - the electrochemical conversion for electrical energy storage; faradaic and capacitive modes, reversibility/cycling ability, storage capacity,
  - the corrosion: mechanisms, fundamental laws and protection corrosion,
  - the industrial electrochemical Processes (electrosyntheses, electrodepositions, electroseparations),
  - the potentialities of the electrochemical engineering on environmental protection.

- Understanding on:
  - the meaning of:
    - o a current-potential curve, the corresponding electronic reaction/s/, their kinetic rate, the limiting step,
    - o the cell voltage and its importance on the energy consumption,
    - o both the residence time and the recycling of the solution, as well as their effects on the current magnitude and the reagents conversion.
  - the thermal effect on the productivity and also safe conditions operations,
    - o the importance of existing correlations allowing to design a set-up for a given production
    - o the working modes and the limitations of existing electrochemical devices devoted to the conversion/storage of the electrical energy.
    - o the corrosion mechanisms
    - o the electron conduction between a metallic interface and a biological molecule and the existing potentialities (energy, corrosion, catalysis...)
- concepts of:
  - the laws governing: the transport, the electronic transfer, the ionic conductivity,
  - the designing of set-ups involving the electrochemical reactions
  - the balances (mass, energy / thermal)
  - the current distribution and the consequences at the local scale on the: i) deposit uniformity, ii) electrode time life, iii) selectivity of an electrochemical reaction...
  - the photoelectrochemistry,
  - the bioelectronic transfer.
- skills
  - to analyse a process and to determine the more influent physical phenomena,
  - to select the appropriated elements to construct/build the required devices,
  - to define /establish the theoretical laws and the dimensionless correlations enabling i) the design of the device ii) its optimization (experimental and modelling/simulation) and iii) in general the control of the process (calculations of the: conversion, selectivity, faradaic yield, energy consumption).



## DEFENSA TESIS DOCTORAL DE CAROLINA SIMÓN HERRERO

ÁREA DE CONOCIMIENTO: Ingeniería Química

The PhD. Thesis titled “Development of new aerogels to be used in industrial applications by means of freeze-drying” was performed by Carolina Simón Herrero, under supervision of Dr. María Luz Sánchez Silva and Dr. Amaya Romero Izquierdo from University of Castilla-La Mancha. Thesis focuses on the development of new chemical routes for the synthesis of different types of aerogels to be used in several industrial applications. The research was performed within the framework of European project based on the development of a coordinated network of pilot lines for the production of materials for different civil infrastructure and building applications. Furthermore, part of the research was carried out in the Institut National de la Recherche Scientifique (INRS) in Quebec, (Canada).

Aerogels are materials with interesting properties such as very low density, high porosity and very low values of thermal conductivity. As a consequence of their interesting properties, aerogels can be used in many industrial applications. As know, an appreciable part of the total energy consumption of the world belongs to the building industry. Thus, one of the most important objectives in the future buildings is the increase of the energy efficiency by means of thermal insulation materials with enhanced properties. Furthermore, the energy demand results in the extraction, production and transportation of large amounts of oil that are spilled accidentally into the environment causing important health, environmental and economic problems. Thus, it is crucial the oil removal by efficient methods such as the use of sorbents. On the other hand, pharmaceutical compounds remain in the water after different treatments as a consequence of the inefficient capability of the wastewater treatment plants for the removal of these compounds. Therefore, the goal of this research is the development of aerogels to be used as thermal insulation materials with fire proof and sound absorption properties, and the development of new chemical routes for the production of aerogels used for the removal of pollutants from soil and water.

The PhD. Defense was held 24th of July 2018, with the final grade “Sobresaliente Cum Laude”. The committee consists of President – Prof. David Serrano Granados (Rey Juan Carlos University), Vocal - Prof. Anne Giroir-Fendler (Claude Bernard Lyon 1 University) and Secretary - Prof. José Luis Valverde Palomino (University of Castilla- La Mancha).



## DEFENSA DE TESIS DOCTORAL DE JAVIER DÍEZ RAMÍREZ

El pasado 14 de Septiembre tuvo lugar la defensa de la Tesis doctoral del estudiante de doctorado del Departamento de Ingeniería Química, Don Javier Díez Ramírez, titulada “CO<sub>2</sub> hydrogenation to methanol at atmospheric pressure”. La tesis fue supervisada por los catedráticos Paula Sánchez Paredes y Fernando Dorado Fernández, obteniendo la máxima calificación por parte del tribunal, compuesto por: Presidente- Michalis Konsolakis (Technical University of Crete); Secretario-Antonio De Lucas Consuegra (Universidad de Castilla-La Mancha); y Vocal- Raúl Sanz Martín (Universidad Rey Juan Carlos).



De la mano del proyecto de investigación europeo “CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O toward methanol synthesis at atmospheric pressure in co-ionic electrochemical membrane reactors” “GREEN MEOH”. CAPITA ERA-NET (ACE.07.016), que el doctorando desarrolló durante su tesis, la investigación parte de la problemática medioambiental producida por las altas concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera. Para disminuir los niveles de este contaminante se propone transformarlo mediante la reacción de hidrogenación de CO<sub>2</sub> en metanol, combustible líquido que puede utilizarse en la infraestructura energética actual. El hidrógeno necesario para llevar a cabo esta reacción se obtendría mediante la hidrólisis del agua a partir de fuentes de energía renovables. Así se podría considerar que el metanol obtenido es “metanol verde”, ya que el balance neto de dióxido de carbono sería nulo, se utilizaría tanto CO<sub>2</sub> como el que se produciría tras la quema del metanol, en el caso de que fuera utilizado como combustible. No hay que olvidar, que el metanol también se utiliza como reactivo en la preparación de otros muchos productos químicos.

Durante la tesis doctoral se investigó de acuerdo a dos objetivos:

- 1º Búsqueda de un catalizador activo y selectivo hacia la síntesis de metanol.
- 2º Utilización de un reactor electroquímico de doble cámara donde el catalizador fuera depositado en el cátodo del electrolito sólido (membrana co-iónica). Con esta configuración, se podría utilizar H<sub>2</sub>O, en lugar de H<sub>2</sub>, y CO<sub>2</sub> como reactivos para obtener metanol, ya que en una de las cámaras se llevaría a cabo la electrólisis del agua, y los protones producidos se conducirían aplicando un voltaje determinado a la otra cámara donde reaccionarían con el dióxido de carbono produciendo metanol.

Un tema de investigación valorado por el tribunal como un reto muy complicado que el doctorando Javier Díez Ramírez ha sabido trabajar con esfuerzo, dedicación y paciencia. Como resultado, siete artículos científicos directamente relacionados con el tema de la tesis y otros siete artículos de colaboraciones e inmersiones en otros temas de investigación realizadas por el doctorando.

¡Enhorabuena Doctor Díez!



## DEFENSA DE TESIS DOCTORAL DE PATRICIA ALONSO ANDRÉS

ÁREA DE CONOCIMIENTO: Bioquímica

TÍTULO: BIOMARCADORES DE LA ENFERMEDAD DE ALZHEIMER EN CEREBRO POSTMORTEM Y SUERO HUMANOS. PAPEL NEUROPROTECTOR DE LA CERVEZA EN MODELOS CELULARES.

DIRECTORES: JOSÉ LUIS ALBASANZ HERRERO / MAIRENA MARTÍN LÓPEZ

Fecha defensa: 23 de julio de 2018

La enfermedad de Alzheimer es la enfermedad neurodegenerativa con mayor prevalencia en la actualidad y se estima que en los próximos años el número de casos aumente. Esta patología se caracteriza por la presencia de placas seniles formadas por acúmulos del péptido  $\beta$ -amiloide, y ovillos neurofibrilares formados por acúmulos de proteína tau hiperfosforilada. Numerosas vías de señalización están afectadas, lo cual, dificulta la identificación de marcadores para su diagnóstico. Por ello, este trabajo se basa en la identificación de biomarcadores de la enfermedad de Alzheimer, empleando dos abordajes para ello, cerebro post mortem humano con diferentes estadios de la enfermedad de Alzheimer y suero sanguíneo de pacientes con enfermedad de Alzheimer y de etapas anteriores, conocidas como Deterioro Cognitivo Leve. Además, se analizan los posibles efectos antioxidante y neuroprotector de extractos de cerveza y diferentes componentes de la misma como el lúpulo y el xanthohumol. Los resultados en cerebro post mortem muestran que existe una desregulación de ciertas purinas, como es la adenosina y otros nucleósidos relacionados, que es diferente en función de la región cortical analizada. También se han encontrado otros biomarcadores en suero sanguíneo (colesterol, glutamato, ApoE4 y hierro) que, junto con un estudio de sus ratios y correlaciones, podrían ser de gran interés en el diagnóstico precoz de la enfermedad. Por otra parte, en estudios in vitro usando dos líneas celulares (C6 y SH-SY5Y) se muestra que el extracto seco de tres tipos de cerveza (negra, rubia y sin alcohol), el extracto de lúpulo de dos variedades (Nugget y Columbus) y el xanthohumol, un polifenol presente en la cerveza, son capaces de modular la expresión de receptores de adenosina, los cuáles están implicados en la enfermedad de Alzheimer, y exhiben un efecto antioxidante, lo cual sugiere un papel neuroprotector de la cerveza y sus componentes frente a la neurodegeneración característica de la enfermedad de Alzheimer.



## DEFENSA DE TESIS DOCTORAL DE MARÍA CRESPO GUTIERREZ

ÁREA DE CONOCIMIENTO: Bioquímica

TÍTULO: RECEPTORES ACOPLADOS A PROTEÍNAS G EN UN MODELO DE CONVULSIONES FEBRILES EN RATA. MODULACIÓN POR EXPOSICIÓN A CAFEÍNA.

DIRECTORES: DAVID AGUSTÍN LEÓN NAVARRO / MAIRENA MARTÍN LÓPEZ

Fecha defensa: 20 de julio de 2018

Las convulsiones febriles son uno de los trastornos convulsivos más comunes en niños de entre 6 meses y 5 años, y suponen un posible factor de riesgo para sufrir epilepsia en adulto. Estas convulsiones son producidas por un aumento de la temperatura interna sin que haya una infección en el Sistema Nervioso Central (SNC). Diferentes estudios han mostrado como los eventos convulsivos producen alteraciones a nivel molecular en el SNC que pueden desencadenar en la aparición de nuevos eventos convulsivos o alterar la correcta funcionalidad de las distintas regiones del cerebro.

Uno de los efectos que se ha podido observar en diferentes modelos convulsivos es la aparición de estrés oxidativo, el cual puede desembocar en muerte neuronal. El uso de antioxidantes, como la cafeína (comúnmente consumida por madres embarazadas y lactantes) puede ejercer efectos protectores sobre el desarrollo del cerebro en condiciones patológicas, revirtiendo los efectos provocados por el estrés oxidativo. Por otro lado, y debido a la elevada liberación de glutamato producida durante un evento convulsivo, en numerosos trabajos se ha podido observar como el sistema glutamatérgico, así como el sistema adenosinérgico, se encuentran alterados.

El objetivo de este trabajo fue estudiar las repercusiones de las convulsiones febriles en la infancia sobre el estrés oxidativo, el sistema adenosinérgico y el glutamatérgico, en el cerebelo, corteza e hipocampo a corto plazo, en la adolescencia y en la edad adulta, observando también si se producían alteraciones a nivel de funcionalidad del cerebelo y la corteza. Para ello se usó un modelo animal de convulsiones inducidas por hipertermia (CIH) en neonatos de 13 días de vida, donde la temperatura interna se elevó con la ayuda de un secador de pelo. Otro de los objetivos fundamentales de esta tesis fue comprobar si el consumo crónico materno de cafeína (1 g/L) durante la gestación y la lactancia era capaz de revertir estas alteraciones durante el desarrollo.

Los resultados mostraron por un lado, para la corteza, presencia de estrés oxidativo a corto plazo, acompañada de una disminución en los niveles de transportadores de glutamato dependientes de sodio de alta afinidad, que desaparecen con un consumo crónico de cafeína. En animales adultos el sistema adenosinérgico se encontraba alterado, así como los niveles de mGluR5, lo cual iba acompañado de un comportamiento depresivo de las ratas. En cerebelo se observó estrés oxidativo a corto plazo, acompañado de pérdida neuronal. El sistema adenosinérgico también se encontró alterado a corto plazo y durante el desarrollo. De nuevo, estas alteraciones desaparecieron con un consumo crónico materno de cafeína.

En animales adultos se pudo observar como el sistema adenosinérgico seguía alterado, mientras que aparecía también un aumento en los niveles de transportadores de glutamato dependientes de sodio de alta afinidad. Estas alteraciones repercuten en la funcionalidad del cerebelo, haciendo que los animales sufran pérdidas de equilibrio y alteraciones en la marcha, las cuales en ratas adolescentes también desaparecían con un consumo materno de cafeína. Por último, en el hipocampo de animales adultos no se observaron alteraciones en los sistemas estudiados.

Como conclusión de este trabajo, se podría decir que el consumo crónico materno de cafeína durante la gestación y la lactancia, ejerce un efecto neuroprotector sobre las CIH durante el desarrollo de las crías, ya que previene la aparición de estrés oxidativo y evita las alteraciones encontradas tanto en el sistema adenosinérgico como en el glutamatérgico, previniendo incluso la pérdida de equilibrio y coordinación motora observadas durante la adolescencia. Por otro lado, a edades adultas, los sistemas adenosinérgicos y glutamatérgicos se encuentran alterados tanto en corteza como en cerebelo, lo cual repercute en su funcionalidad. Por tanto, de acuerdo a nuestros resultados, las convulsiones febriles neonatales, lejos de ser inocuas, provocan cambios moleculares a corto, medio y largo plazo, que se acompañan de cambios en el comportamiento. Futuras investigaciones serán necesarias para confirmar que estos cambios acaben degenerando en un estado epiléptico en el adulto.



## Chemical and Enzymatic Routes to Valorize Biomasses

Caroline Hadad,<sup>a</sup> Gael Huet,<sup>a</sup> Sylvain Laclef,<sup>a</sup> Eric Husson,<sup>b</sup> Catherine Sarazin,<sup>b</sup> Ana Herrero-López,<sup>c</sup> Tommaso Carofiglio,<sup>d</sup> Tatiana Da Ros,<sup>c</sup> Maurizio Prato,<sup>c</sup> Albert Nguyen Van Nhien  
caroline.hadad@u-picardie.fr & albert.nguyen-van-nhien@u-picardie.fr

<sup>a</sup> *Laboratoire de Glycochimie, des Antimicrobiens et des Agroressources, UMR CNRS 7378, Université de Picardie Jules Verne, 33 rue Saint Leu - UFR des Sciences – 80039 cedex Amiens, France.*

<sup>b</sup> *Unité de Génie Enzymatique et Cellulaire, UMR CNRS 7025, Université de Picardie Jules Verne - UFR des Sciences, 33 rue Saint Leu - 80039 Amiens Cedex 1, France.*

<sup>c</sup> *Centre of Excellence for Nanostructured Materials (CENMAT), INSTM, Department of Chemical and Pharmaceutical Sciences, University of Trieste, P.le Europa 1, 34127, Trieste, Italy.*

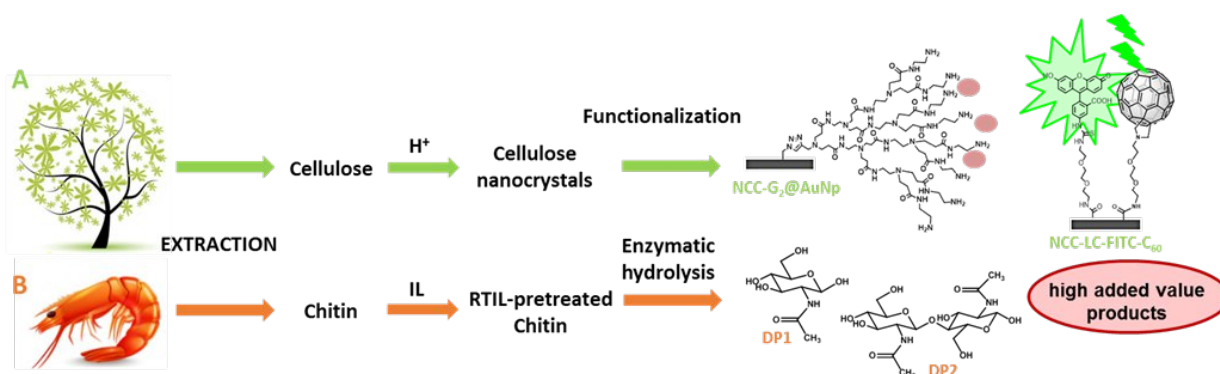
<sup>d</sup> *Department of Chemical Sciences, University of Padova, Via Marzolo 1, 35131 Padova, Italy.*

One of the most serious concerns of the 21st century is to face the major environmental issues. Biopolymers, defined as macromolecules formed under natural conditions during the growth cycles of all organisms and also named natural polymers, have attracted significant interest thanks to their biocompatibility, biodegradability and availability in large quantities from renewable resources. Cellulose, starch, chitin, chitosan, xylan, alginate etc., are some of the well-known examples and can be isolated from vegetal or animal biomasses. In addition, they are capable of chemical modifications, which allow them to be used in many fields (additives in food, reinforcing agent, cosmetics, catalysis, biomedicine...).

In this presentation, particular emphasis will be given to two polysaccharides:

(i) Cellulose, the most abundant natural polymer on earth and one of the most important components of herbal cells and tissues, is a linear high molecular weight homopolymer composed of D-glucopyranose units covalently linked by  $\beta$ -1,4-glycosidic bonds. In nature, this biopolymer does not occur as an isolated molecule, but is found as assemblies of individual cellulose chains forming fibers. The intermolecular hydrogen bonds network confers to cellulose a highly ordered supramolecular structure constituted by large crystalline regions together with amorphous regions which are sensitive to acidic treatment. Thus, short water dispersed nanocrystals (NCC) can be isolated for producing nanomaterials at high added value. Extraction and covalent functionalization of these nanocrystals will be presented in this part. In a first stage, the functionalized NCC have been used as templates for the preparation of stable and monodisperse gold nanoparticles and the resulting NCC-supported nanoparticles have been proposed as sustainable catalysts. In the second stage, NCC have been used as starting material to attach different C60 derivatives as active photosensitizers for the production of singlet oxygen (Fig. 1, A).

(ii) Chitin, poly ( $\beta$ -(1,4)-N-acetyl-D-glucosamine), is the second most abundant natural polymer after cellulose. This biopolymer can be found in most fungal cell walls, insect exoskeletons, shells of crustaceans and parts of invertebrates. It is noteworthy that N-acetylglucosamine (GlcNAc) mono- and oligosaccharides and their derivatives possess a high research potential for therapeutic or phytosanitary applications (e.g., skin care products, dietary supplements, anti-inflammatory agents, elicitors and biopesticides). Therefore, the development of innovative approaches towards chito-mono-oligosaccharides production constitutes a real challenge to answer to the current environmental requirements of sustainability. In this context, enzymatic hydrolysis catalyzed by chitinase is one of the promising process including mild conditions (temperature, pH), specificity of reactions and thus, decrease in by-products production. As demonstrated for other recalcitrant biopolymers, a rational selection of pretreatment prior to the enzymatic degradation has to be done to ensure strong performances. In this second part, we will focus on room temperature ionic liquids (RTILs) pretreatment as efficient non-conventional solvent to affect the supramolecular structure of various chitin samples. Impacts of RTIL pretreatments on enzymatic performances and selectivities will be discussed (Fig. 1, B).



**Figure 1.** Valorization of cellulose and chitin

# How we made the liquid crystal display

The discovery of the twisted nematic effect allowed liquid crystal displays to become a practical and ubiquitous technology. Martin Schadt recounts how it came about.

Martin Schadt

In 1962, Richard Williams, working at the RCA Laboratories in Princeton, New Jersey, filed the first liquid crystal display (LCD) patent, after rediscovering current-induced light scattering in negative dielectric anisotropic liquid crystal films. (The effect had, in fact, also been observed by Viktor Nikolaevich Zvetkoff in the 1930s.) George Heilmeyer and Louis Zanon continued this work at the RCA Laboratories and in 1968 introduced patterned transparent electrodes and created dynamic scattering LCDs. These displays suffered from a number of drawbacks including high electrical current consumption, but were, nevertheless, used in early digital watches and pocket calculators.

Inspired by the work at the RCA Laboratories, the pharmaceutical company Roche, based in Basel, Switzerland, created a liquid crystal research group as part of their strategy to diversify into medical electronics. Wolfgang Helfrich and I were among the first physicists to be hired. Our goal was to find an electro-optical effect that did not rely on current flow, like dynamic scattering LCDs, and instead used an electric field to realign ordered liquid crystal molecules — an approach that would require very little power.

In the fall of 1970, we started investigating the electro-optical properties of twisted configurations of positive nematic liquid crystals, in which the long axes of the molecules tend to point in a direction parallel to an electric field. I initially used *p*-ethoxybenzylidene-*p'*-aminobenzonitrile or PEBAB, that my colleague Hanspeter Scherrer had synthesized, even though its melting temperature (106 °C) was impractically high. A film of the molecules was placed between two transparent electrodes, and this cell was placed between two polarizers, which were rotated 90° relative to each other. The hope was that, in the absence of an electric field (the 'off' state), the arrangement of the twisted liquid crystals would rotate incoming linearly polarized light achromatically by 90°, allowing it to pass through the second polarizer without any dynamic scattering. When an electric field was applied across the electrodes (the 'on' state), the PEBAB molecules would align with the external field and would no longer rotate the incoming

polarized light. As a result, the light would be blocked by the second polarizer.

After extensive tests, the experiments were a success and showed that even small voltages could sufficiently deform and unwind the twisted liquid crystal configuration so as to switch a display pixel from transparent to black. The effect became known as the twisted nematic effect, and we filed for a patent on it in December 1970 and published the results in *Applied Physics Letters* in February 1971.

However, the potential of twisted nematic LCDs (Fig. 1) remained uncertain at this time. It was, in particular, unclear whether stable alignments and reliable room-temperature nematic liquid crystals could be found. The fact that the approach required polarizers, which lead to a reduction in brightness, was also potentially problematic. At Roche, doubts about the technology emerged, and the liquid crystal research project was temporarily stopped. As a result, Helfrich left for the Freie Universität Berlin. I was also about to leave Roche, but in the end stayed, and for the next two years investigated electro-optical effects and charge-transport phenomena of drugs in artificial cell membranes.

In 1973, the Japanese company Seiko approached Roche and offered to buy the rights to the twisted nematic patent. I suggested to our legal department not to sell the patent but to non-exclusively license it to the emerging LCD industry. Roche followed this advice and resumed its liquid crystal research programme. I was given the opportunity to establish a liquid crystal research team composed of physicists and synthetic chemists. Together we developed a room-temperature twisted nematic liquid crystal mixture that was manufactured by Roche and helped the company become one of the leading suppliers of liquid crystals.

A feature key to the function of LCDs is the ability of the molecules to align at the boundaries of displays. This was, at first, achieved with mechanically brushed polymer films. I had long been puzzled by what molecular interactions created this alignment and whether it could be achieved optically. This led in 1992 to the development of a technology to create stable liquid crystal alignment and patterning using polymers

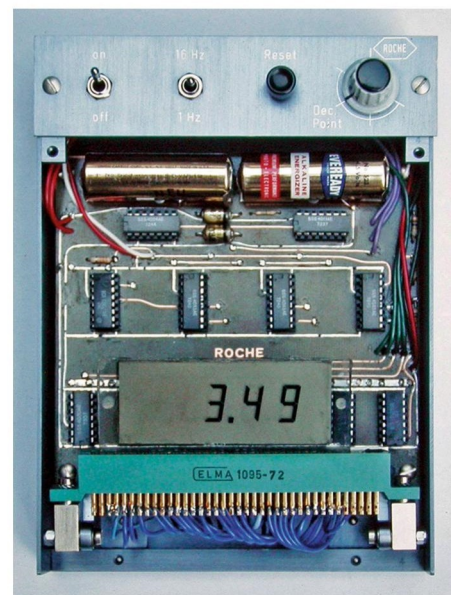


Fig. 1 | A twisted nematic LCD prototype made by the author in 1972.

that can be polymerized in a particular direction by linearly polarized UV light.

Twisted nematic LCDs require low driving voltages and consume virtually zero power. Their stacked electro-optical components are individually tunable prior to integration into the display. This building block concept has allowed technological progress to be incorporated without the redesign of the basic liquid crystal field-effect operating principles. As such, twisted nematic LCDs became the dominant display technology for the rapid expansion of portable electronics during the 1980s and beyond. More recently, different field-effect liquid crystal display technologies have emerged, including in-plane switching and vertical alignment, but the influence of twisted nematic LCDs is still felt today across the ubiquitous use of LCDs from portable devices to high-definition televisions. □

Martin Schadt  
Seltisberg, Switzerland.  
e-mail: martin.schadt@bluewin.ch

Published online: 13 August 2018  
<https://doi.org/10.1038/s41928-018-0119-8>

## En el próximo número de Molécula...

El próximo número de MOLÉCULA incluirá información acerca de las jornadas doctorales de 2018, de varias tesis realizadas en nuestra Facultad, congreso QuimBioOrg en Albacete, Premios Nobel y Premios IgNobel y estancias en el extranjero y premios de póster en congreso de alumnos de nuestra universidad.

**#DivulgaUCLM**