



Q.I. 2009
①

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física

CARRERA: Doctorado en Ciencias Químicas

CUATRIMESTRE: Primero

AÑO: 2009

CODIGO DE CARRERA: 51

MATERIA: Fotorreceptores Biológicos. Función, Estructura, Fotofísica y Fotoquímica.

CODIGO: nuevo

PUNTAJE: 2 puntos

PLAN DE ESTUDIO: -----

CARÁCTER DE LA MATERIA: actualización

DURACIÓN: 2 semanas

HORAS DE CLASE SEMANAL:

- Teóricas: 15hs.
- Problemas: 5hs.

TOTAL: 20 horas

CARGA HORARIA TOTAL: 40 horas

ASIGNATURAS CORRELATIVAS: Graduado o estudiante avanzado de carreras afines a Química, Física, Biología, Bioquímica, Farmacia, Ingeniería.

FORMA DE EVALUACIÓN: Examen final

PROGRAMA ANALÍTICO:

1. Principios de Fotoquímica
2. Principios básicos de algunas técnicas ópticas para el estudio de procesos fotofísicos y fotoquímicos
 - a. Fluorescencia de estado estacionario
 - b. Fluorescencia resuelta en el tiempo, conteo de fotones
 - c. fotólisis de destello (flash photolysis) con láseres de ns y detección óptica de especies transitorias
 - d. Optoacústica resuelta en el tiempo
 - e. Deflexión fototérmica de un haz de luz (photothermal beam deflection)
3. Reacciones fotoquímicas de importancia en foto-receptores biológicos
 - a. isomerizaciones *cis-trans*
 - b. procesos de transferencia de energía
 - c. foto-sensibilización, producción de oxígeno singlete molecular

Dr. FERNANDO BATTAGLINI
DIRECTOR
DEPTO. QUÍMICA INORGÁNICA
ANALÍTICA Y QUÍMICA



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física

- d. principios de transferencia de electrones, teoría semi-clásica de Marcus
- e. reacciones de estados triplete
4. Descripción y clasificación de foto-receptores biológicos
 - a. Antenas
 - b. Conversores de energía solar en energía química (complejos de proteína-clorofila, bacteriorodopsina, proteorodopsina)
 - c. Sensores de cantidad y calidad de luz: rodopsina de mamíferos, insectos, aves, pulpo, fitocromos de plantas, algas y bacterias, rodopsinas sensoras en bacterias, xantopsinas (e.g., proteína fotoactiva amarilla), criptocromos, fototropinas y sus dominios LOV (sensores de Luz, Oxígeno y Voltage)
 - d. Enzimas foto-reparadoras del ácido desoxy-ribonucleico
5. Fotofísica y fotoquímica de los cromóforos presentes en los diversos foto-receptores. Comparación de la fotofísica en solución y en presencia de la respectiva apo-proteína.
 - a. Clorofilas, fotofísica y fotoquímica de porfirinas y clorinas
 - b. Retinales
 - c. Tetrapirroles de cadena abierta
 - d. ácido para-hydroxicinámico
 - e. Flavinas
 - f. pterinas
 - g. hipocrelinas
6. Estudios fotofísicos y fotoquímicos con algunos de los fotosensores
 - a. Fitocromos
 - b. Rodopsinas sensoras en bacteria
 - c. proteína fotoactiva amarilla
 - d. fototropinas
7. Estudios con compuestos y sistemas modelos
 - a. cromóforos isomerizables: retinales, carbocianinas
 - b. reacciones intermoleculares de transferencia de electrones
 - c. reacciones intramoleculares de transferencia de electrones en sistemas biomiméticos. Supermoléculas.
 - d. transferencia de electrones en unidades fotosintéticas desprovistas de antena.

Bibliografía:

General:

Richard P. Wayne "Principles and Applications of Photochemistry" Oxford Science Publications, Oxford Univ. Press, 1988, ISBN 0-19-855233-5 Pbk

J. C. Scaiano, ed. Handbook of Organic Photochemistry, Vol. II, CRC Press Inc., Boca Raton (1989).

A. M. Braun, M.-T. Maurette, E. Oliveros. *Photochemical Technology*, Wiley, Chichester, (1991).

G. J. Kavarnos. Fundamentals of Photoinduced Electron Transfer. VCH Publishers, Inc. New York (1993).

W. M. Horspool, P. S. Song, eds., *Handbook of Organic Photochemistry and Photobiology*, CRC Press, Boca Raton, pp 1736, (1995).

Técnicas

Bernard Valeur "Molecular Fluorescence, Principles and Applications", Wiley-VCH,

Dr. FERNANDO BATTAGLINI
DIRECTOR
DEPTO. QUÍMICA INORGÁNICA
ANALÍTICA Y QUÍMICA FÍSICA



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física

2002, ISBN 3-527-29919-X

Deconvolución en espectroscopía de emisión: J. M. Beechem, E. Gratton, M. Ameloot, J. R. Knutson, L. Brand. Chapter 5 in Topics in Fluorescence Spectroscopy, Vol. 2 Principles (J. R. Lakowicz, ed.), Plenum Press, New York (1991).

R. Bonneau, J. Wirz, A. D. Zuberbühler. *Methods for the Analysis of Transient Absorbance Data*, Technical Report. *Pure Appl. Chem.* **69**, 979-992 (1997),

S.E. Braslavsky, G.E. Heibel, Time-resolved photothermal and photoacoustic methods applied to photoinduced processes in solution, *Chem. Rev.* **92**, 1381-1410 (1992).

T. Gensch, C. Viappiani, Time-resolved photothermal methods: accessing time-resolved thermodynamics of photoinduced processes in chemistry and biology, *Photochem. Photobiol. Sc.* **2**, 699-721 (2003).

Fotosensores biológicos

"Biological Photosensors", Editorial, S.E. Braslavsky, *Photochem. Photobiol. Sc.* **3**, E3-E4 (2004).

J. J. Casal, C. Fankhauser, G. Coupland, M. A. Blazquez, Signalling for developmental plasticity, *Trends in Plant Science* **9**, 309-314 (2004).

J. J. Casal, L. G. Luccioni, K. A. Oliverio, H. E. Boccalandro, Light, phytochrome signalling and photomorphogenesis in *Arabidopsis*, *Photochem. Photobiol. Sc.* **2**, 625-636 (2003).

M. A. van der Horst, K. J. Hellingwerf, Photoreceptor proteins, "star actors of modern times": A review of the functional dynamics in the structure of representative members of six different photoreceptor families, *Acc. Chem. Res.* **37**, 13-20 (2004).

A. Losi, S. E. Braslavsky, The time-resolved thermodynamics of the chromophore-protein interactions in biological photosensors as derived from photothermal measurements, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **5**, 2739-2750 (2003).

S.E. Braslavsky, W. Gärtner, Phytochrome photoconversions, K. Schaffner, *Plant, Cell & Environment* **20**, 700-706 (1997).

W. Gärtner, S. E. Braslavsky, The Phytochromes: Spectroscopy and Function, in *Photoreceptors and light signaling* (Ed. A. Batschauer), *Comprehensive Series in Photosciences*, Vol. 3, Royal Soc. Chemistry, Cambridge, UK, Chapter 3, pp. 136-180 (2004).

W. R. Briggs, J. M. Christie, Phototropins 1 and 2: versatile plant blue-light receptors, *Trends Plant. Sc.* **7**, 204-210 (2002).

Kasahara, M., T.E. Swartz, M. A. Olney, A. Onodera, N. Mochizuki, H. Fukuzawa, E. Asamizu, S. Tabata, H. Kanegae, M. Takano, J. M. Christie, A. Nagatani and W. R. Briggs Photochemical properties of the flavin mononucleotide-binding domains of the phototropins from *Arabidopsis*, rice, and *Chlamydomonas reinhardtii*. *Plant Physiol.* **129**, 762-773 (2002).

A. Losi, The bacterial counterparts of plant phototropins, *Photochem. Photobiol. Sc.* **3**, 566-574 (2004)

A. Sancar, Structure and function of DNA photolyase and cryptochrome blue-light photoreceptors, *Chem. Rev.* **103**, 2203-2237 (2003).

- Digital photobiology Compendium: <http://www.photobiology.info/>

- Oxygeno Singlete, un experimento virtual
<http://www.photobiology.info/instruct/index2.htm> :

- S. Nonell and M. Tarr, Time Resolved Singlet Oxygen Spectroscopy - A Virtual Experiment

DR. FERNANDO BATTAGLINI
DIRECTOR
DEPTO. QUÍMICA INORGÁNICA
ANALÍTICA Y QUÍMICA FÍSICA



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física

- Super-moléculas bioinspiradas en las unidades fotosintéticas
D. Gust, T. A. Moore and A. L. Moore, Mimicking photosynthetic solar energy transduction, *Acc. Chem. Res.* **34**, 40–48 (2001).
V. Martínez Junza, A. Rizzi, K. A. Jolliffe, N. J. Head, M. N. Paddon-Row, S. E. Braslavsky, Conformational and photophysical studies on porphyrin-containing donor-bridge-acceptor compounds. Charge separation in micellar nanoreactors, *Phys. Chem. Chem. Phys.* in press (2005).
- Aplicaciones especiales de optoacústica inducida por láseres y deflexión fototérmica de un haz
S. Nonell, P.F. Aramendía, K. Heihoff, R.M. Negri, S.E. Braslavsky, Laser-Induced Optoacoustics Combined with Near-IR Emission. An Alternative Approach for the Determination of Intersystem Crossing Quantum Yields Applied to Porphycenes, *J. Phys. Chem.* **94**, 5879-5883 (1990).
P.J. Schulenberg, W. Gärtner, S. E. Braslavsky, Time-Resolved Volume Changes during the Bacteriorhodopsin Photocycle: A Photothermal Beam Deflection Study, *J. Phys. Chem.* **99**, 9617-9624 (1995).
B. Wegewijs, J.W. Verhoeven, S.E. Braslavsky, Volume Changes Associated with Intramolecular Exciplex Formation in a Semiflexible Donor-bridge-Acceptor Compound, *J. Phys. Chem.* **100**, 8890-8894 (1996).
A. Feis, B. Wegewijs, W. Gärtner, S. E. Braslavsky, Role of Triplet State in Retinal Photoisomerization as studied by Laser-Induced Optoacoustic Spectroscopy", *J. Phys. Chem. B* **101**, 7620-7627 (1997).
T. Gensch, K. J. Hellingwerf, S. E. Braslavsky, K. Schaffner, Photoequilibrium in the Primary Steps of the Photoreceptors Phytochrome A and Photoactive Yellow Protein, *J. Phys. Chem. A* **102**, 5398-5405 (1998).
C. D. Borsarelli, S. E. Braslavsky, Volume Changes correlate with Enthalpy Changes during the Photoinduced Formation of the MLCT State of Ruthenium (II) Bipyridine Cyano Complexes in the Presence of Salts. A Case of Entropy-Enthalpy Compensation Effect, *J. Phys. Chem. B* **102**, 6231-6238 (1998).
C. D. Borsarelli, S. E. Braslavsky, Enthalpy, Volume, and Entropy Changes Associated with the Electron-Transfer Reaction Between the ³MLCT state of Ru(bpy)₃⁺² and Methylviologen Cation in Aqueous Solutions. A Laser-Induced Optoacoustic Study, *J. Phys. Chem. A* **103**, 1719-1727 (1999).
T. Gensch, C. Viappiani, S. E. Braslavsky, Structural Volume Changes upon Photoexcitation of Porphyrins. Role of the Nitrogen-Water Interactions, *J. Am. Chem. Soc.* **121**, 10573-10582 (1999).
A. Losi, I. Michler, W. Gärtner, S.E. Braslavsky, Time-resolved Thermodynamic Changes Photoinduced in 5.12-trans-Locked Bacterio-rhodopsin. Evidence that Retinal Isomerization is Required for Protein Activation, *Photochem. Photobiol.* **72**, 590-597 (2000).
A. Losi, A.A. Wegener, M. Engelhard, S.E. Braslavsky, Enthalpy-Entropy Compensation in a Photocycle: The K to L Transition in Sensory Rhodopsin II from *Natronobacterium pharaonis*, *J. Am. Chem. Soc.* **123**, 1766-1767 (2001).
A. Losi, I. Yruela, M. Reus, A.R. Holzwarth, S.E. Braslavsky, Structural Changes Upon Excitation of D1-D2-Cyt *b*₅₅₉ Photosystem II Reaction Centers Depend on the β-Carotene Content, *Photochem. Photobiol. Sc.* **3**, 722-729 (2003).
A. Losi, T. Gensch, M.A. van der Horst, K.J. Hellingwerf, S.E. Braslavsky, Hydrogen-Bond Network Probed by Time-Resolved Optoacoustic Spectroscopy: The Case of Photoactive Yellow Protein and the Effect of E46Q and E46A Mutations, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **7**, 2229-2236 (2005).

Dr. Daniel Murgida

Dra. Silva E. Braslavsky

Dr. FERNANDO BATTAGLINI
DIRECTOR
DEPTO. QUÍMICA INORGÁNICA
ANALÍTICA Y QUÍMICA FÍSICA



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Referencia Expte. N° 495.450/2009

Buenos Aires,

04 MAY 2009

VISTO:

la nota presentada por el Dr. Fernando Battaglini Director del Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física, mediante la cual eleva la Información y el Programa del Curso de posgrado **FOTORRECEPTORES BIOLÓGICOS, FUNCIÓN, ESTRUCTURA, FOTOFÍSICA Y FOTOQUÍMICA**, que se dictará en el mencionado Departamento por el Dr. Daniel MURGUIDA y la Dra. Silvia BRASLAVSKY (Max-Planck-Institut für Bioorganische Chemie, Alemania), durante el Primer Cuatrimestre 2009.

El CV de Silvia Braslavsky

CONSIDERANDO:

lo actuado por la Comisión de Doctorado en su reunión del 18/03/2009,
lo actuado por la Comisión de Enseñanza, Programas, Planes de Estudio y Posgrado
lo actuado por este cuerpo en Sesión Ordinaria realizada en el día de la fecha,
en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo N° 113° del Estatuto Universitario,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
RESUELVE:

Artículo 1°: Autorizar el dictado del Curso de Posgrado **FOTORRECEPTORES BIOLÓGICOS, FUNCIÓN, ESTRUCTURA, FOTOFÍSICA Y FOTOQUÍMICA** de 40 hs de duración.

Artículo 2°: Aprobar el Programa Analítico del Curso de Posgrado **FOTORRECEPTORES BIOLÓGICOS, FUNCIÓN, ESTRUCTURA, FOTOFÍSICA Y FOTOQUÍMICA** obrante a fs 8 a 11 del Expediente de la referencia.

Artículo 3°: Adjudicar un puntaje de dos (2) puntos para la Carrera de Doctorado.

Artículo 4°: Autorizar a la Dra. Silvia Braslavsky a dictar clases, evaluar alumnos y firmar Actas de Examen

Artículo 5°: Aprobar un arancel de 20 Módulos. Disponer que los montos recaudados sean utilizados conforme a lo dispuesto por Resolución CD N° 072/03.

Artículo 6°: Comuníquese a la Dirección del Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Subsecretaría de Postgrado (con fotocopia del programa incluida)

Artículo 7°: Comuníquese a la Dirección de Alumnos y Graduados (sin fotocopia del programa). Cumplido archívese.

Resolución CD N°
SP/med/23/03/2009

-0911-

Dra. NORA CEBALLOS
SECRETARIA ACADEMICA

Dr. JORGE ALIAGA
DECANO