



MATERIA CONDENSADA

**Primera jornada del Depto. de Física
FCEyN, UBA**

Agosto 8, 2013

Quienes somos, con quienes colaboramos,
que hacemos,
formación de RRHH....
(breve descripción)



MATERIA CONDENSADA

Quiénes somos: profesores, investigadores

Profs: Carlos Acha

Victoria Bekeris
Gabriela Pasquini

Liliana Arrachea

Gustavo Lozano Prof. de Apoyo:

Marcelo Rozenberg
Pablo Tamborenea

Investig CONICET:

Alberto Camjayi
Guillermo Quinte

Alejandro Morenc



MATERIA CONDENSADA

Líneas de investigación

Experimentales (Lab. de Bajas Temperaturas)

- ◆ Memorias resistivas, interfase Oxido-metal
- ◆ Efecto de altas presiones en materiales con correlaciones fuertes
- ◆ Nuevos SC basados en Fe
- ◆ Medios elásticos en potenciales de anclaje
- ◆ SC Nanoestructurados
- ◆ Arreglos espaciales de partículas magnéticas



Acha



Pasquini



Bekeris



MATERIA CONDENSADA

Líneas de investigación

Experimentales (Lab. de Bajas Temperaturas)

- ◆ **Memorias resistivas, interfase Oxido-metal**
- ◆ **Efecto de altas presiones en materiales con correlaciones fuertes.**
- ◆ Nuevos SC basados en Fe
- ◆ Medios elásticos en potenciales de anclaje
- ◆ SC Nanoestructurados
- ◆ Arreglos espaciales de partículas magnéticas



Rozenberg



Acha





MATERIA CONDENSADA

Líneas de investigación

Experimentales (Lab. de Bajas Temperaturas)

- ◆ Memorias resistivas, interfase Oxido-metal
- ◆ Efecto de altas presiones en materiales con correlaciones fuertes.
- ◆ Nuevos SC basados en Fe
- ◆ **Medios elásticos en potenciales de anclaje**
- ◆ SC Nanoestructurados
- ◆ Arreglos espaciales de partículas magnéticas



Pasquini



Lozano



Bekeris



MATERIA CONDENSADA

Líneas de investigación

Teóricos



Quinteiro



Camjayi



Rozenberg

- ◆ Espintrónica en semiconductores
- ◆ Interacción "twisted light" y sólidos
- ◆ Dinámica de sistemas clásicos y cuánticos fuera del equilibrio
- ◆ Transporte cuántico
- ◆ Sistemas fuertemente correlacionados



Tamborenea



Lozano



Arrachea



Colaboraciones "Intra - Depto" en progreso

- ◆ Dinámica no lineal en medios elásticos con potenciales de anclaje (G. Mindlin, VB, GL, GP)
- ◆ Auto - organización de partículas magnéticas (P. Cobelli, P. Mininni, VB, AM)
- ◆ Magneto-óptica: dinámica de flujo (A. Bragas, G. Capeluto, L. Steren, GP, VB)



MATERIA CONDENSADA

Colaboraciones "Externas" presentes

- Carlos Acha: **Michel Boudard** LMGP-CNRS (Grenoble-Francia), **B. Corraze** Universidad de Nantes (Francia), **Pablo Levy** (CNEA)
- Victoria Bekeris: **Julia Pettinari** (FCEyN, UBA), **Martín Negri** (FCEyN, UBA) **José Luis Vicent** Universidad Complutense, Madrid (España), **Ivan Schuller** Universidad de California, San Diego (USA)
- Gabriela Pasquini: **Leonardo Civale** Los Alamos (USA), **Adriana Cerquis** (CAB), **Paul Canfield** Ammes Lab Iowa State Univ. (USA)
- Victoria Bekeris – Gabriela Pasquini: **Gladys Nieva** (CAB), **M Edkilsen**; **Morten Eskilsen** Universidad de Notre Dame (USA)



MATERIA CONDENSADA

Colaboraciones "Externas" presentes

Liliana Arrachea: **Carlos Naón** (UNLP), **Eduardo Fradkin** (Urbana-Illinois), **Claudio Chamón** (Boston USA), **Eduardo Mucciolo** (Florida-USA), **Michael Moskalets** (Kharkov y Ginebra), **Felix von Oppen** (FU-Berlin), **Armando Aligia** (CAB), **Ruben Weht** (CAC), **N. Sandler** (Ohio)

Gustavo Lozano: **Leticia Cugliandolo** (París), **Daniel Barci** (Rio), **Fidel Schaposnik** (UNLP), **Gianni Tallariita** (UNLP), **Felix von Oppen** (FU-Berlin)

Pablo Tamborenea: **Dietmar Weinmann** y **Rodolfo Jalabert** Universidad de Estrasburgo (Francia), **Jamal Berakdar** Universidad de Halle (Alemania) **Martín Negri** (INQUIMAE)

Marcelo Rozenberg **Ruben Weht** (CNEA), **Andres Santander**
Marc Gabay (U. de Paris) **Gervasi Herrans** ICMB Barcelona



MATERIA CONDENSADA

Descripción de las líneas de investigación



MATERIA CONDENSADA

Experimentales

Laboratorio de Bajas Temperaturas

LBT

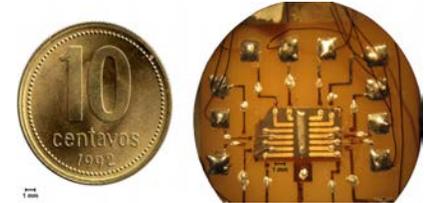
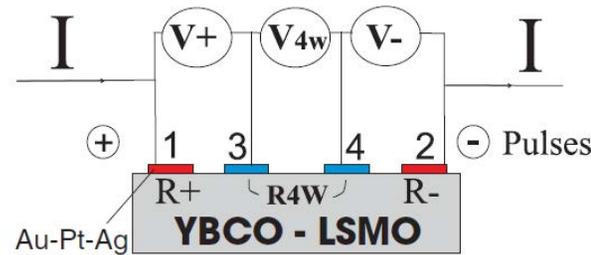
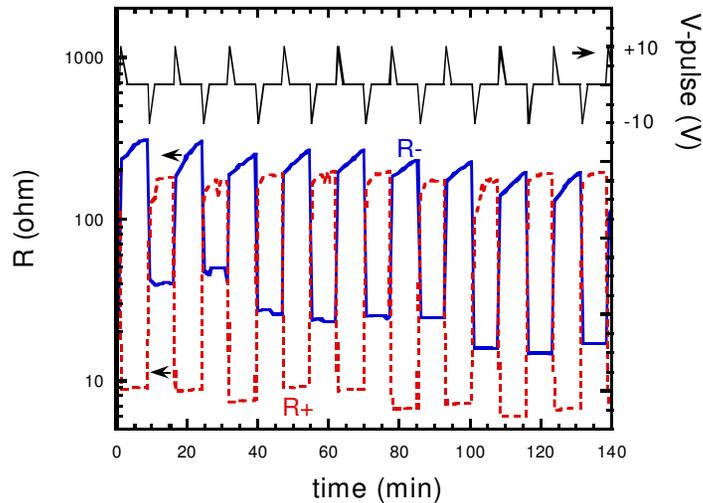
- Producimos nuestras fuentes frías: 4K, 77 K
- Transporte, (*ac, dc, pulsado*), I-V, susceptibilidad *ac* y *dc*, magnetización vs T y B
 - T entre ~ 1.7 K y 400 K; B entre 0 y ± 9 T
- Altas Presiones hasta $\sim 2 \cdot 10^5$ atm (transp. suscept.)
 - Alto vacío
- Hemos hecho: Conductividad térmica (4-300K)
micro-Calorimetría, calentamiento pulsado (4-300K)
- Queremos hacer Magneto Óptica (4-300 K)



Conmutación resistiva en interfaces óxido-metal:

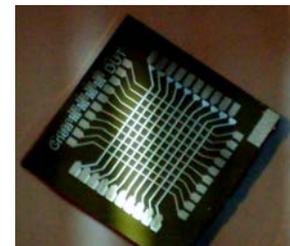
LBT - Gentileza L. Lanosa

+ Estudio de efectos de memoria no volátil en juntas de YBCO-metal y CuO-metal: mecanismos y propiedades particulares de cada sistema.



Prototipo de memoria RRAM (Au-TiO₂-Al)
Reemplazo de mem Flash, de bajo consumo,

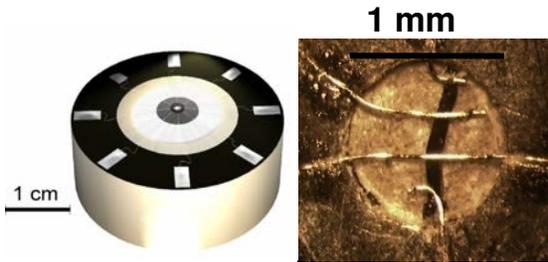
Aplic. satelitales



+ Participación en el Proyecto de realización de memorias para su uso en medios hostiles (**Premios: Dupont-Conicet 2010 e INNOVAR 2012** – Consorcio UBA-CNEA-INTI-UNSAM-CONICET)

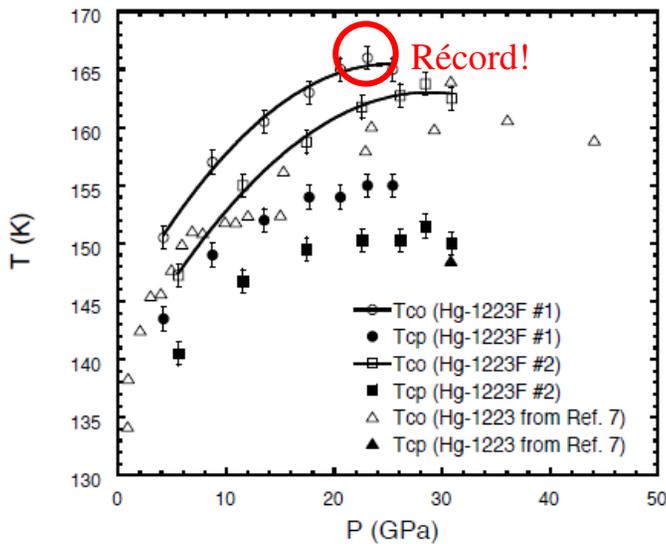
- A. Schulman, M.J. Rozenberg and C. Acha, *PRB*. **86** (2012).
- C. Acha, *J. Physics. D: App. Phys.* **44** (2011)
- M. Rozenberg M. J. Sánchez, R. Weht, C. Acha, F. Gomez-Marlasca and P. Levy, *PRB* **81** (2010).

Efectos de las altas presiones en superconductores, nanotubos de carbono, manganitas y aislantes de Mott:



R(T) a altas presiones
Yunques de diamante

Tc(P) para $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_8\text{F}_x$



+ Pusimos en evidencia cuales son los parámetros estructurales y electrónicos que controlan la Tc en superconductores así como la aparición de ferromagnetismo en manganitas.

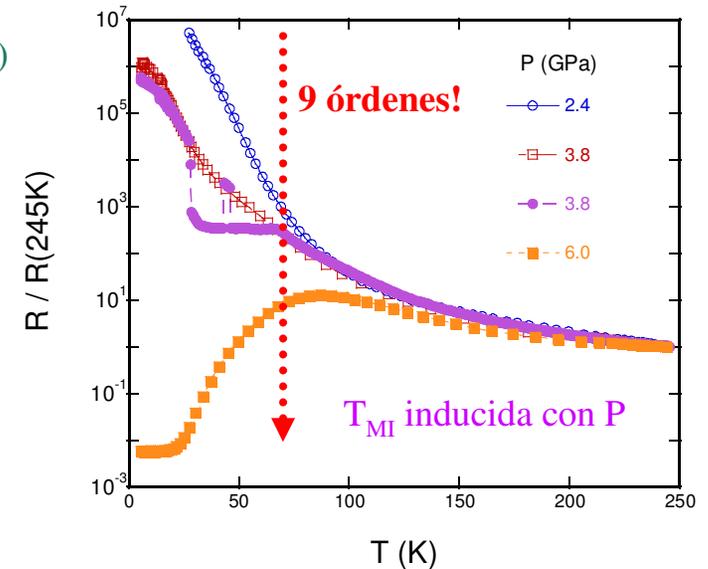
+ Logramos el récord de la Tc superconductor bajo presión (166 K @ 23 GPa)

+ Modificamos la cantidad de canales conductores en nanotubos de carbono posibilitando el contraste con modelos teóricos.

Cristal de GaTa_4Se_8 ($L=200 \mu\text{m}$)



0.5 mm



- M. G. Rodríguez, A.G. Leyva and C. Acha, **Phys B (2012)**.
- G. Garbarino and C. Acha, **EPL (2009)**.
- M. Monteverde G. Garbarino, M. Núñez-Regueiro, J. Souletie, C. Acha, X. Jing, L. Lu, Z. W. Pan, S. S. Xie and R. Egger, **PRL (2006)**.

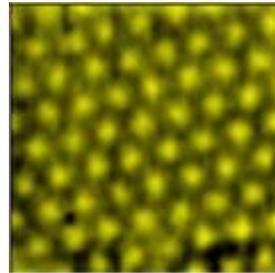
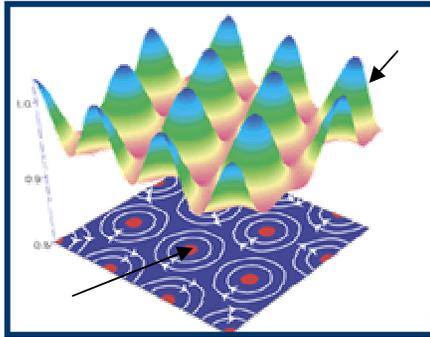
Actualmente estudiamos sistemas de **electrones fuertemente correlacionados**

Vórtices superconductores en el DF

Motivación:

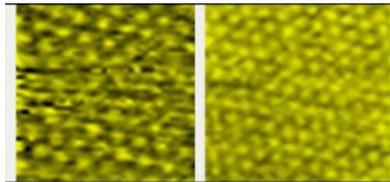
Los medios elásticos sometidos a potenciales de anclaje pertenecen a la categoría de sistemas complejos (**Coloides, CDW, dominios magnéticos ...**)

Vórtices en superconductores son un “sistema modelo”.

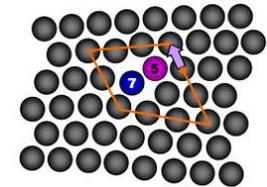


domina interacc. v-v
muestra limpia, o
centros periódicos

Scanning Tunnel Microscopy
NbSe₂, 1T
H. F. Hess et al. Physica B
169, 422 (1991)



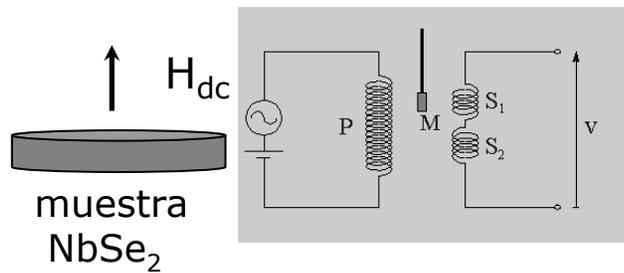
Los defectos propios del material rompen la simetría de traslación de la RV. Hay sitios energéticamente más favorables (centros de anclaje)



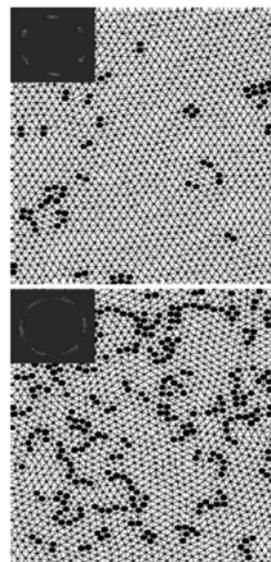
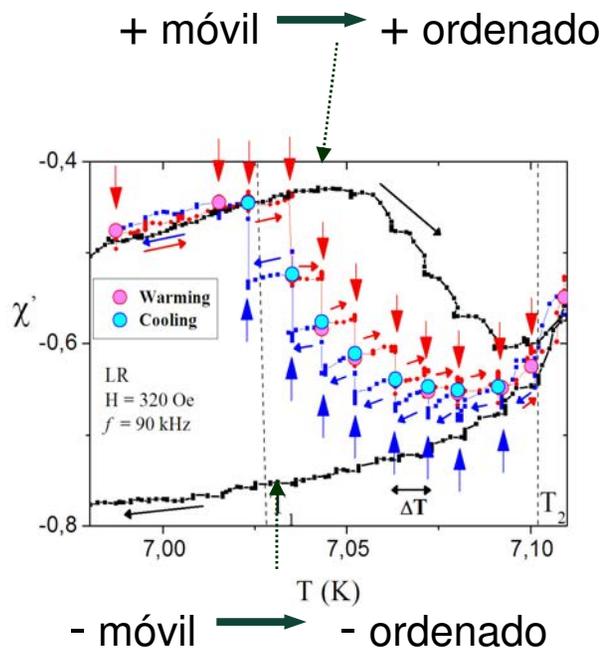
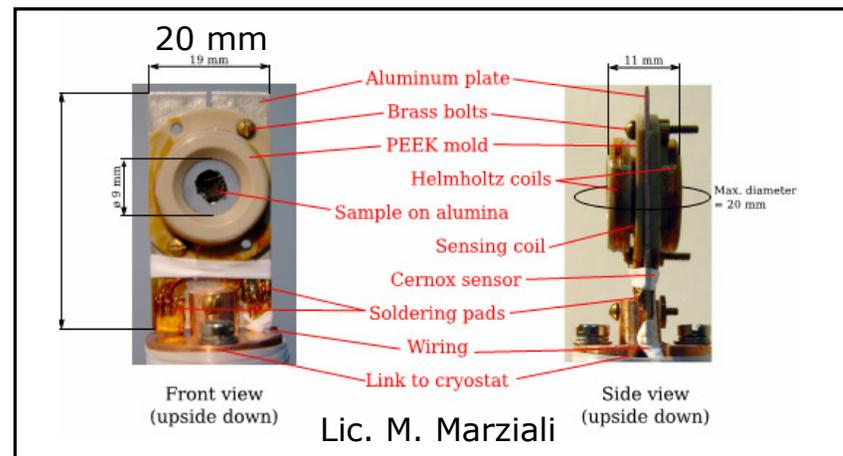
Bragg glass
Vortex glass
Policristal
Líquido
sméctica

Anclaje
débil, al azar

Hay configuraciones robustas?
Hay equilibrio? Y si sacudo la RV?
Cual es el origen de la dinámica
con memoria?



la realidad....



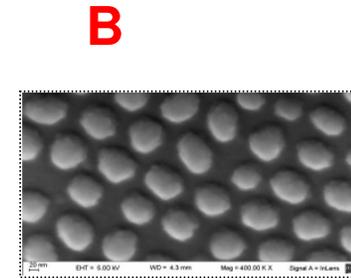
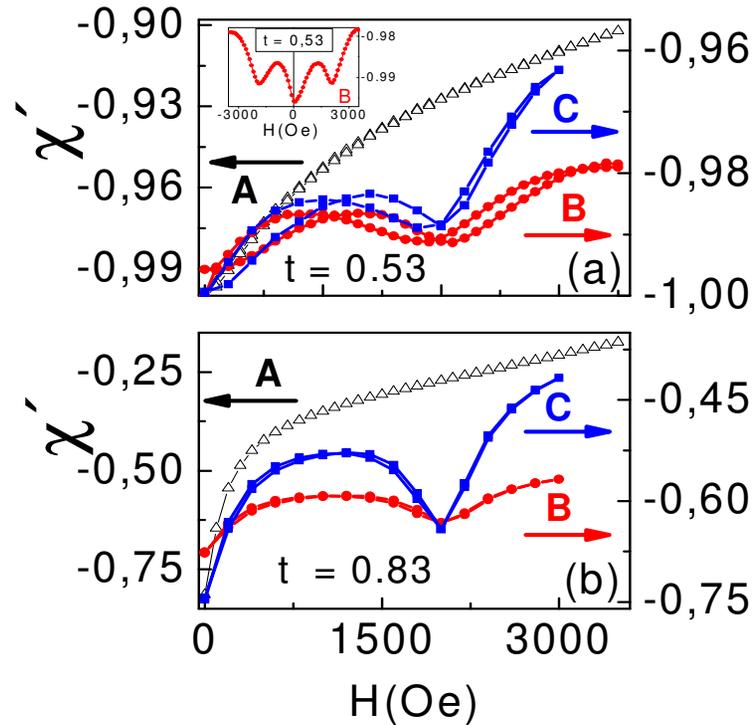
G. Pasquini, D. Pérez Daroca, G. Lozano, V. Bekeris, **PRL 100 247003 (2008)**

D. Pérez Daroca, G. Pasquini, G. Lozano, V. Bekeris, **PRB 81, 184520 (2010)**

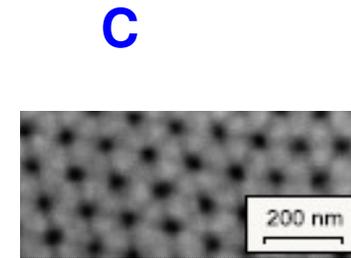
D. Pérez Daroca, G. Pasquini, G. Lozano, V. Bekeris, **PRB 84, 012508 (2011)**

Resultados en nanoestructuradas

A Película de Nb



Película de Nb
con
"dots" Fe



Película de Nb
con
poros

UCSD, La Jolla

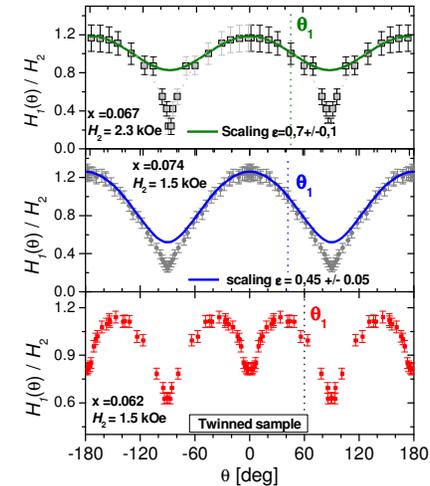
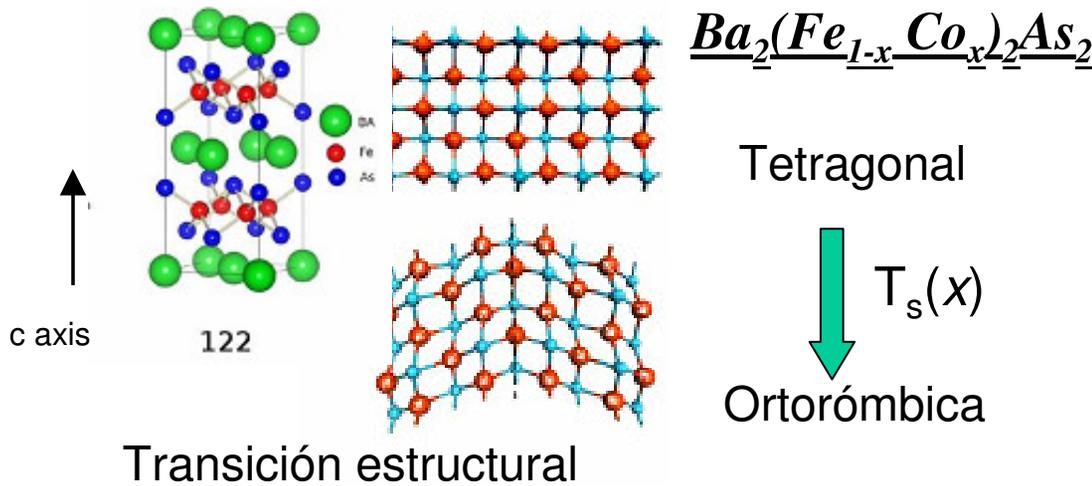
Película de Nb esp ~ 100 nm, "dots" Fe o poros de $\phi \sim 40$ nm, dist ~ 100 nm

C. Chilotte, G. Pasquini, V. Bekeris, J. E. Villegas, C.P. Li and I. K. Schuller, **Superc. Sci. and Tech.** **24**, 065008 (2011)

Ejemplo: Resultados en nuevos SC basados en Fe

a)

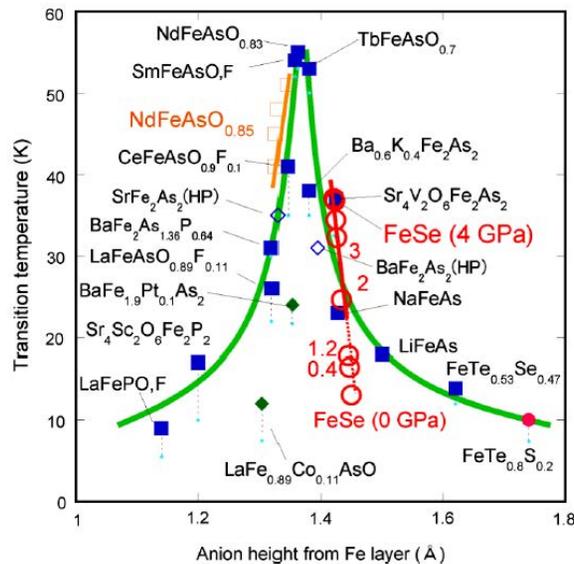
Respuesta angular; efecto maclas



M. Marziali Bermúdez, G. Pasquini,
S. Bud'ko and P. Canfield, **PRB 87, 2013**

b)

FeSeTe



Los estudios de los efectos de las altas presiones pueden permitir **identificar los parámetros electrónicos y estructurales relevantes**

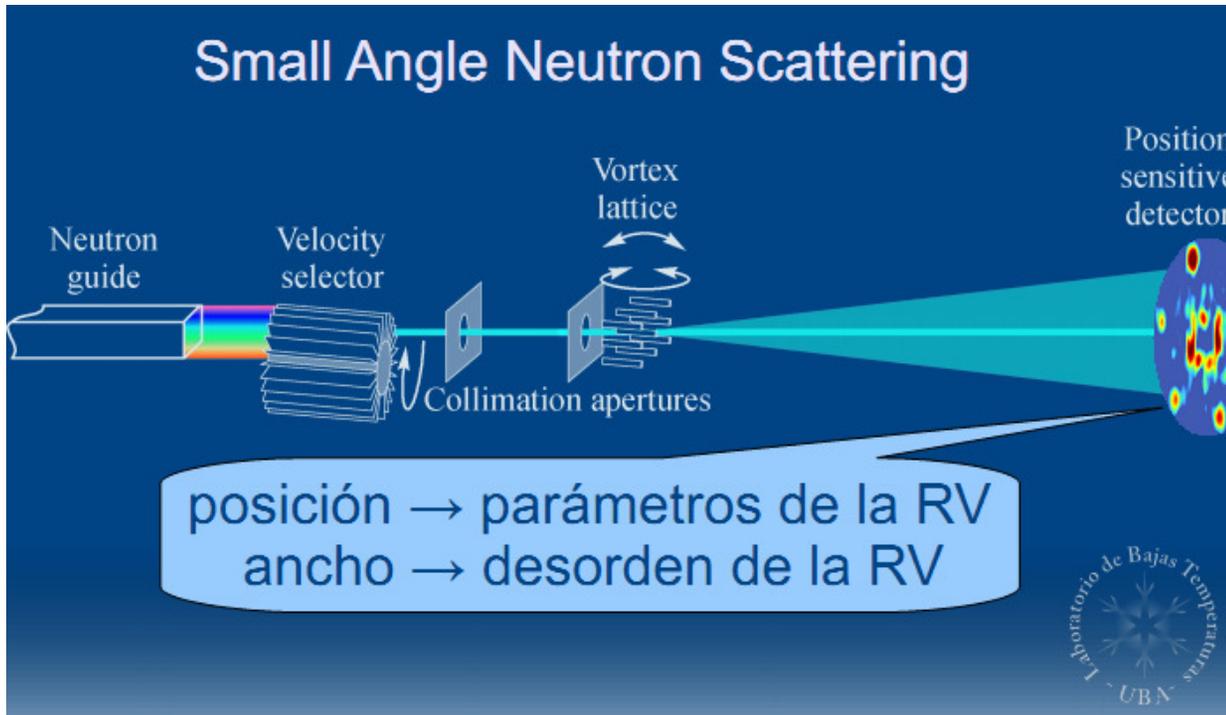
M.Rodríguez, C. Acha, G.Polla

Experimento previsto:

Observación directa

- Efectos de historia dinámica cerca de la transición O-D.

Observaciones directas de la RV: Queremos ver la estructura de la RV después de cada historia



Proposal aprobado para 09/2013 en el Paul Scherrer Institut (Suiza)

Pasquini, Marziali

Colaboración con M. Edkilsen (Notre Dame, USA)

Monocristales de NbSe_2 grandes fabricados en Bell Labs (Gladys Nieva, CAB)

Enfoque analítico: Trataremos de encontrar un modelo en términos de sistemas dinámicos que describa la dinámica oscilatoria del sistema.

Colaboración con Gabriel Mindlin, Gustavo Lozano



Control espacial y auto-organización de nanopartículas magnéticas

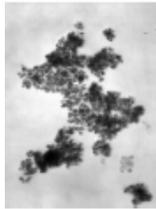
(Interés en ciencias de la salud, en diseño de dispositivos)

- Organización espacial de bacterias magnetotácticas y nanopartículas magnéticas, V. Bekeris, A. Moreno, G. Jorge, J. Pettinari, M. Godoy
- Formación de “patterns” estacionarios de partículas magnéticas con campos *ac*
V. Bekeris, A. Moreno, G. Jorge, P. Cobelli, P. Mininni

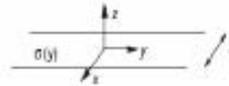
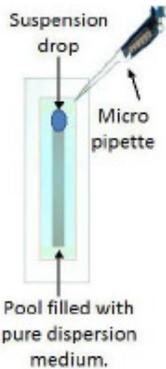
Organización espacial nano-partículas magnéticas



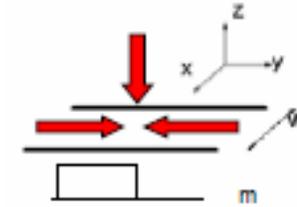
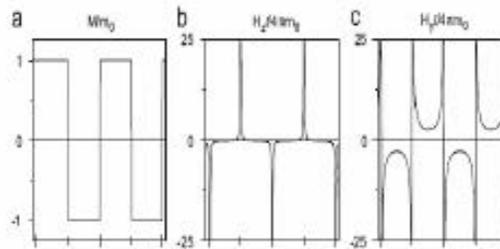
Bacteria magnetotáctica



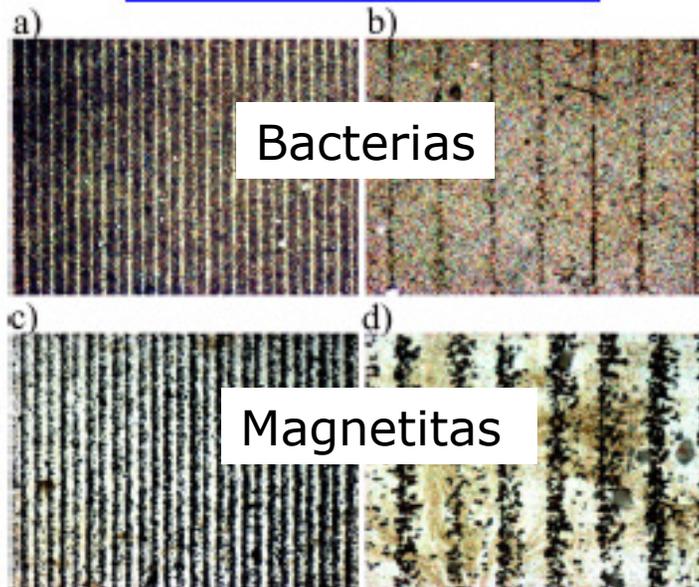
Ferritas, Cobaltitas



Cinta de audio



$$\vec{F} = (\vec{m} \cdot \nabla) \vec{B} = \left(m_x \frac{\partial}{\partial x} + m_y \frac{\partial}{\partial y} + m_z \frac{\partial}{\partial z} \right) (B_x, B_y, B_z)$$



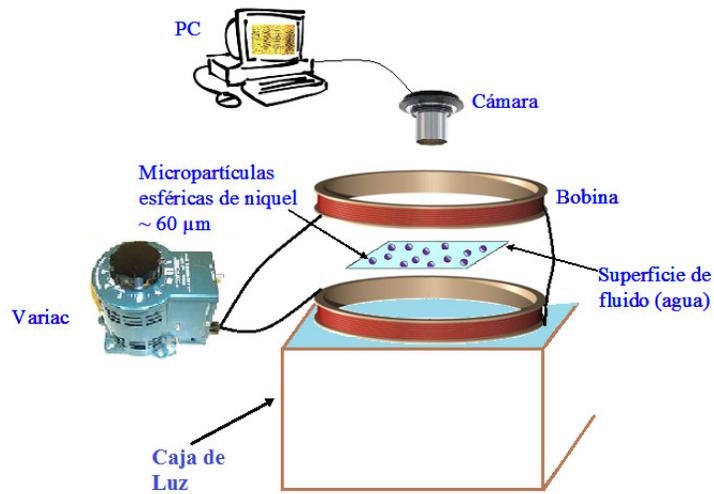
Colaboración con el grupo de J. Pettinari, (Quím. Biológica, FCEyN) y el grupo de M. Negri (INQUIMAE)

Dist min ~ 5 μm (bact.)
 ~ 20 μm (Mag.)

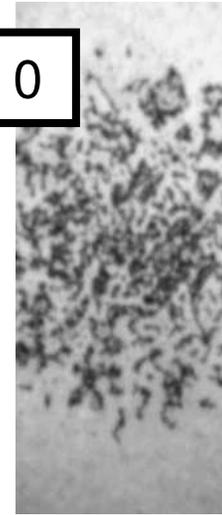
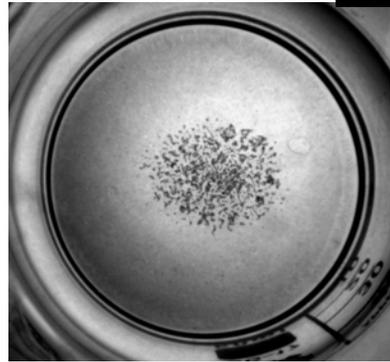
M. Godoy *et al* (A. Moreno, V. Bekeris), J. Appl. Phys, **111**, 044905 (2012)

Organización espacial nano-partículas magnéticas

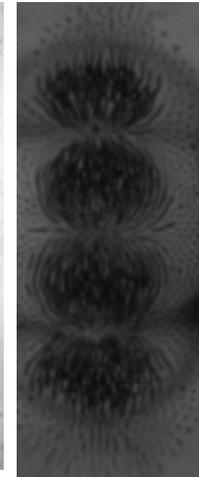
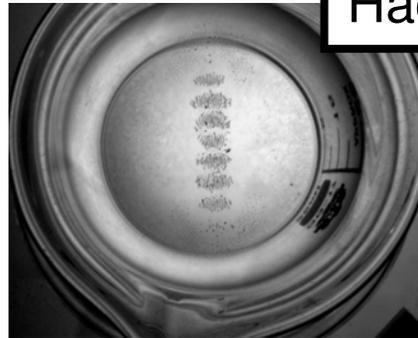
Partículas de Ni, $\phi \sim 70 \mu\text{m}$
Suspensión en H_2O



Hac = 0



Hac \neq 0



Hac = 100 Oe, 50 Hz

Colaboración con G. Jorge, P. Cobelli y P. Mininni, VB, AM



MATERIA CONDENSADA

Fin de la 1era parte

Primeras Jornadas del Depto. de Física, Buenos Aires Agosto 8 2013



Teóricos

- ◆ Espintrónica y Propiedades ópticas de semiconductores
- ◆ Transporte cuántico
- ◆ Aplicaciones de Teoría de Campos en Materia Condensada
Dinámica de sistemas clásicos y cuánticos fuera del equilibrio
- ◆ Sistemas fuertemente correlacionados



MATERIA CONDENSADA

FISICA DE SEMICONDUCTORES Espintrónica y Efectos Ópticos

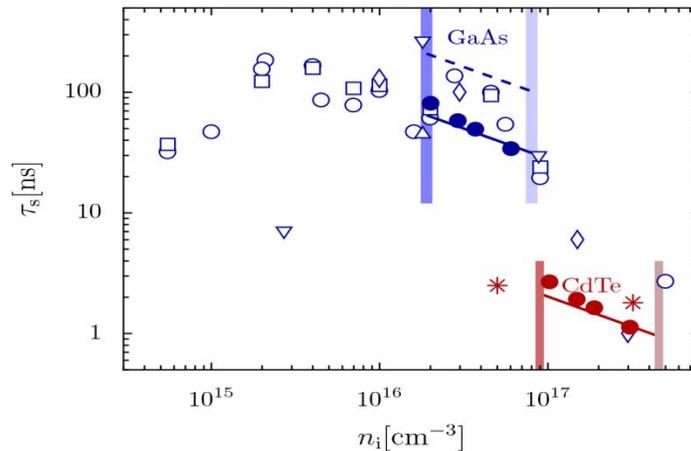
La **espintrónica**, o la electrónica de espín, implica el estudio y la manipulación de los grados de libertad de espín en los sistemas de estado sólido

CONTROL DEL ESPIN VIA CORRIENTES

No sólo implica usar el espín como elemento de almacenamiento (memorias) sino usarlo como elemento de procesamiento (de posible relevancia en quantum computing)

los **efectos ópticos**, implica el estudio de la interacción de la luz con los semiconductores

- Cálculo de tiempo de **relajación de espín** en semiconductores en función de la densidad de impurezas donoras:



Explicamos parte de un experimento muy conocido de 1998.

Intronati, Tamborenea, Weinmann, Jalabert, ***Phys. Rev. Lett.* (2012).**

- Efectos de la interacción **espín-órbita** en **quantum dots**:

Niveles de energía, estados, textura de espín, factor giromagnético efectivo, relajación por medio de emisión de fonones.

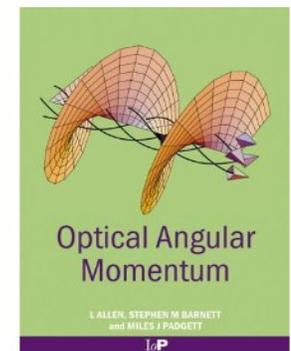
Intronati, Tamborenea, Weinmann, Jalabert, ***Phys. Rev. B.* (2013).**

- Excitación de sólidos con **twisted light** (transferencia de impulso angular):

Bulk, quantum wells, dots, rings, grafeno.

Elementos de matriz luz-materia, ecuaciones de mov., corrientes, campos B.

Quinteiro, Tamborenea, varios papers 2009-2013





Transporte cuántico y Sistemas fuera del equilibrio en el DF

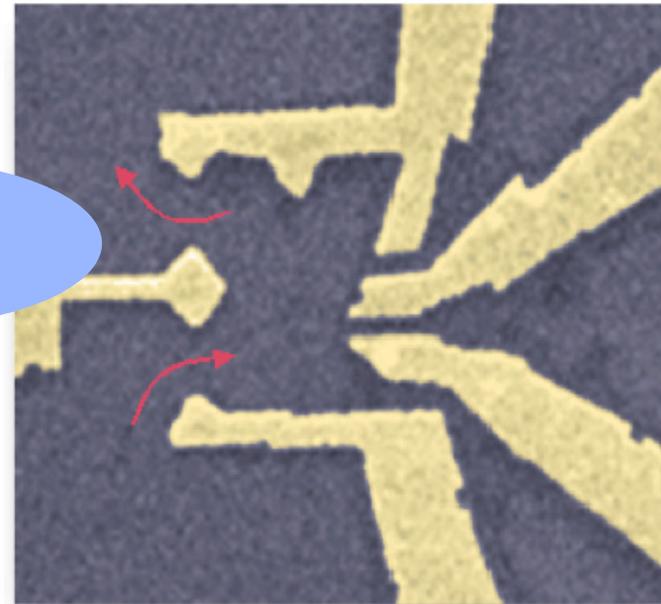
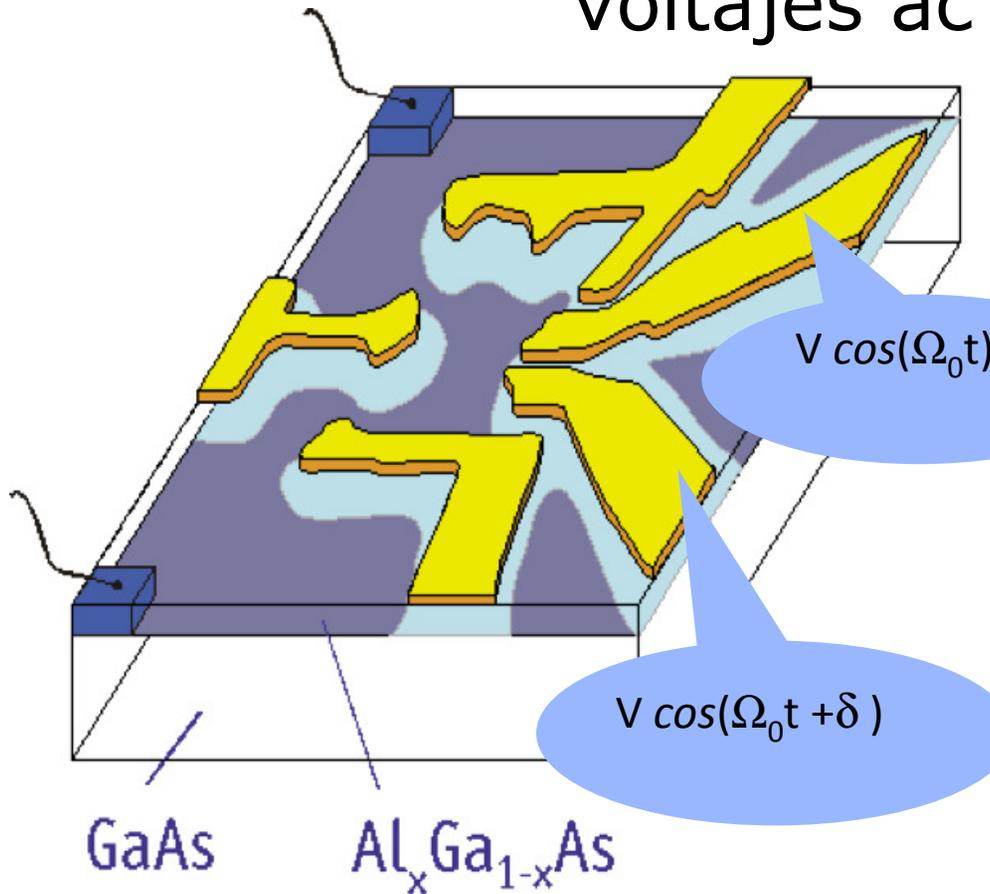
Estudio de la evolución de sistemas cuánticos y clásicos fuera del equilibrio termodinámico

Estudio de fenómenos de TRANSPORTE de corriente, energía y disipación de calor en sistemas mesoscópicos o nanoscópico

Bombeadores cuánticos de Electrones

Generación de corrientes dc por aplicación de voltajes ac locales

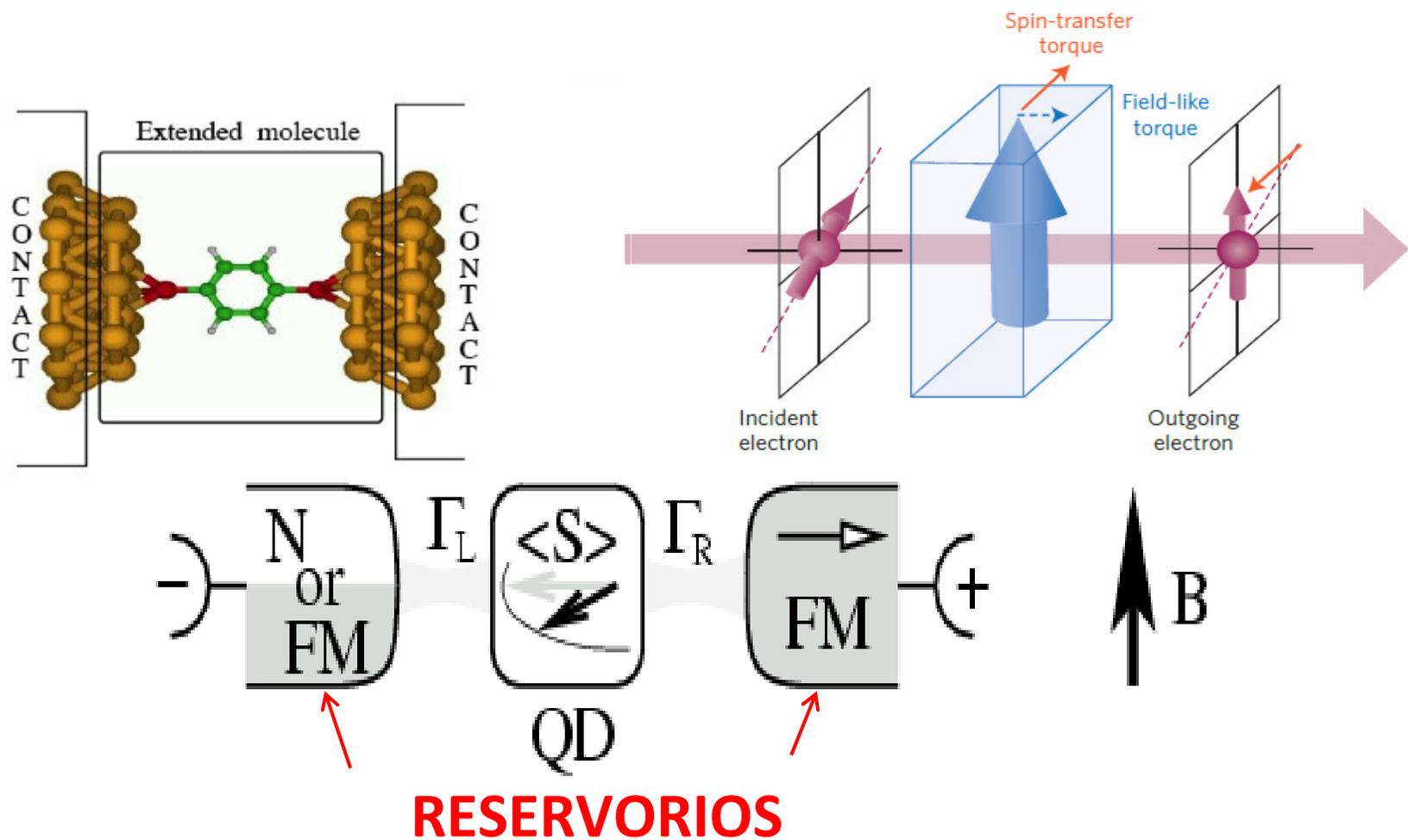
Switkes et al, Science '99



1 μm

“Heat pumping in nanomechanical systems”, C. Chamon, E. Mucciolo, L. Arrachea and R. Capaz, PRL 106 (2011)

Comportamiento de un grado de libertad de espín bajo la influencia de una corriente eléctrica polarizada.

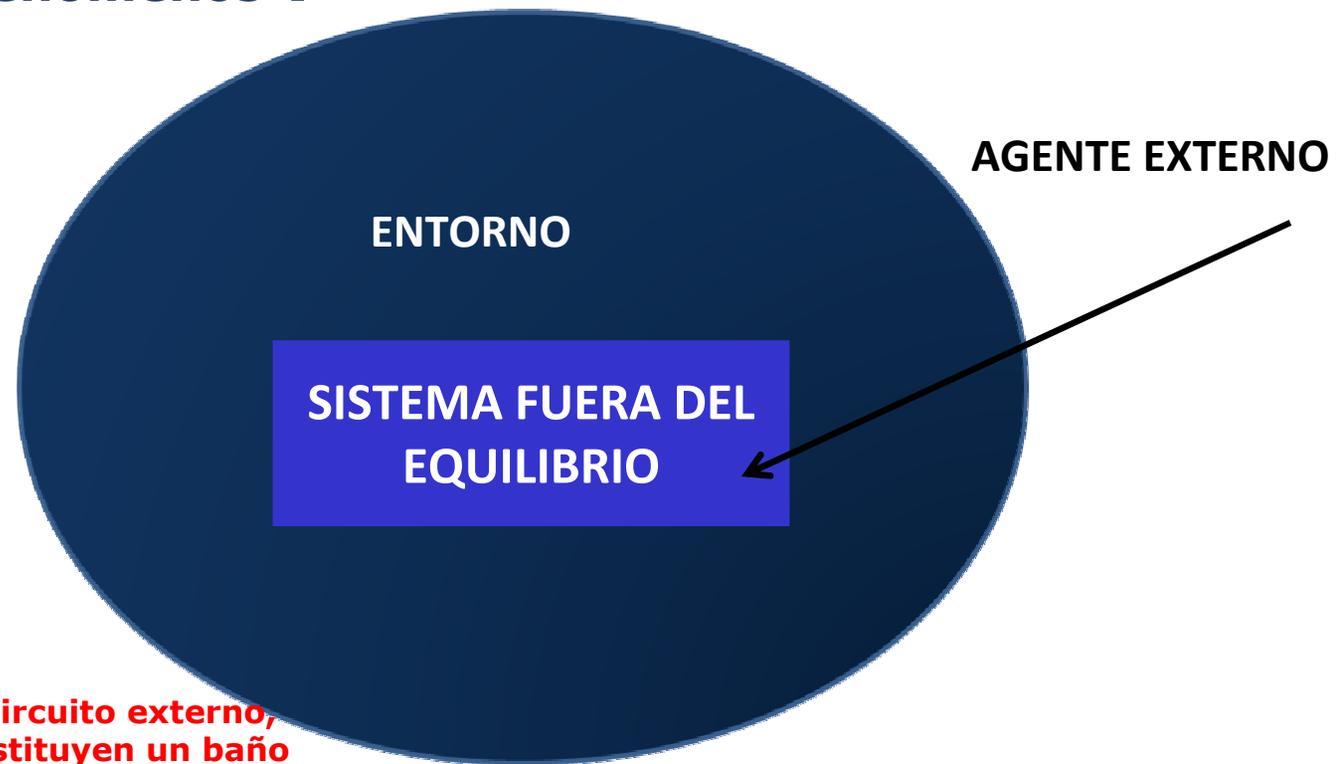


“Current-induced switching in transport through anisotropic magnetic molecules”, N. Bode, L. Arrachea, G. Lozano, T. Nunner and F. von Oppen, PRB (2012)

A pesar de ser sistemas fuera del equilibrio, es posible generalizar conceptos termodinámicos (tales como Temperaturas efectivas) a la descripción de estos fenómenos ?

SISTEMAS CLASICOS y CUANTICOS

Transporte
Vidrios de Espín
Vortices
Coloides



Sistemas no aislados!
Están en contacto con el circuito externo,
cables, sustratos que constituyen un baño
térmico

“Chiral heat transport in driven quantum Hall and quantum spin Hall edge states”,
L. Arrachea and E. Fradkin, **PRB 84, 23436 (2011)**
Local Temperatures and heat flow in quantum driven systems
A Caso, L Arrachea, GS Lozano - **Physical Review B, 2011** -



Sistemas fuertemente correlacionados

GASES DE ELECTRONES EN DOS DIMENSIONES

MOTTRONICA

OXITRONICA

Gases de electrones bi-dimensionales (2DEGS) y Fisica del SrTiO₃ (el futuro oxido de silicio) Rozenberg

Referencias:

- A.F. Santander-Syro et al, Nature **469**, 189-193 (2011)
A.F. Santander-Syro et al, Phys. Rev. B Rapid Comm (2012)
V. Laukhin et al. Phys. Rev. Lett (2012)

Colaboradores:

CNEA

Ruben Weht

U. Paris

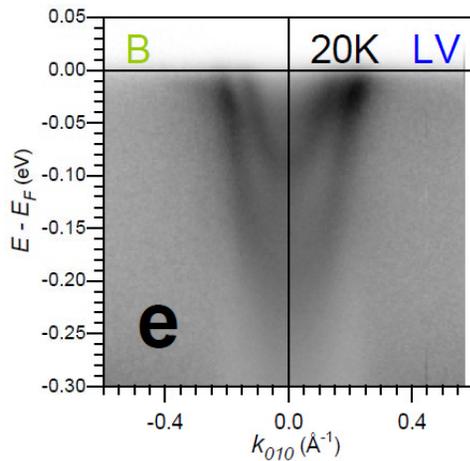
Andres Santander

Marc Gabay

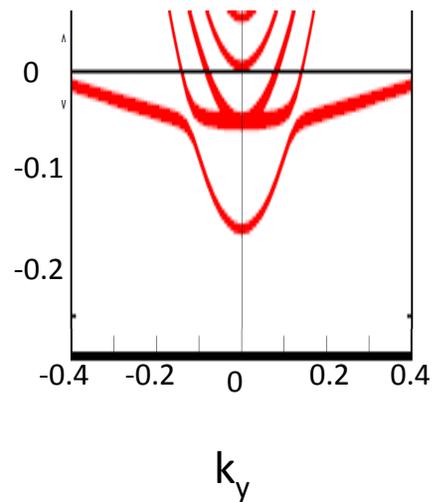
ICMB (Barcelona)

Gervasi Herranz

ARPES (Santander)



LDA (Weht)



Fotoemision en sicrotron



Mottronica (Electronica con aisladores de Mott)

Acha, Camjayi, Rozenberg

Referencias

V. Guiot et al, Nature Communications (2013)

P. Stoliar et al., Advanced Materials (2013)

Colaboradores

CNEA

R. Weht

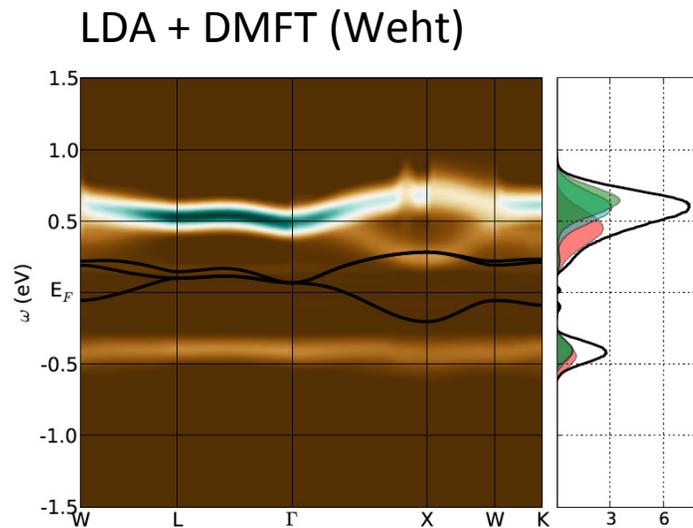
IMN (Nantes, France)

L. Cario

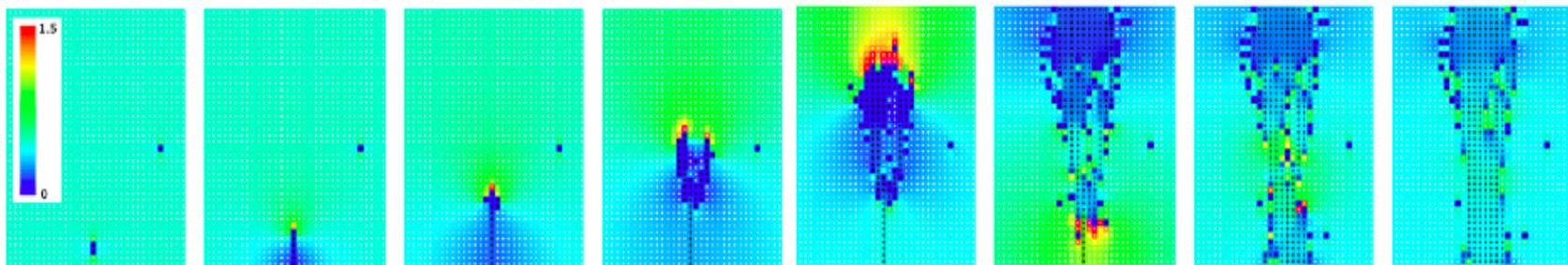
E. Janod

B. Corraze

P. Stoliar



Simulaciones numericas (Stoliar)



time 

Oxitronica y Conmutacion Resistiva

Acha, Camjaji, Rozenberg

Referencias

Intro Review: M.J.Rozenberg. Scholarpedia 6(4):11414 (2011)

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| PRL 92, 178302 (2004) | APL 88, 33510 (2006) |
| PRL 98, 116601 (2007) | APL 91, 252101 (2007) |
| Jpn. J. App.Phys 47, 6266 (2008) | PRB 81, 115101 (2010) |
| JAP 107 093719 (2010) | APL 98, 123502 (2011) |
| APL 98 042901(2011) | JAP 111, 084512 (2012) |
| Scientific Reports 3 : 1704 (2013) | PRB 86, 104426 (2012) |
| Scientific Reports 3 : 1721 (2013) | |

Colaboradores

CNEA

P. Levy

M.J. Sanchez

AIST (Tsukuba, Japon)

Isao H Inoue

U Tokio

H. Takagi

IMN (Nantes)

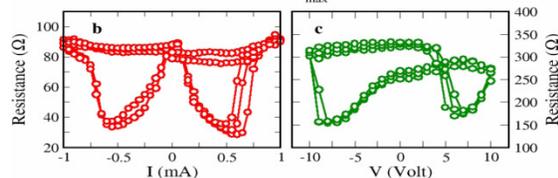
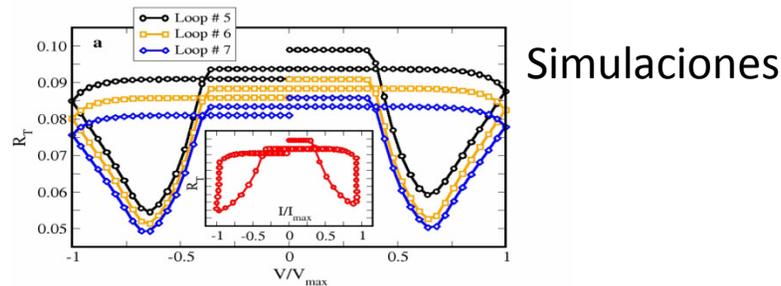
P. Stoliar

Yonsei (Seul, Corea)

H-S Lee

U. Florida (USA)

V. Dobrosavljevic

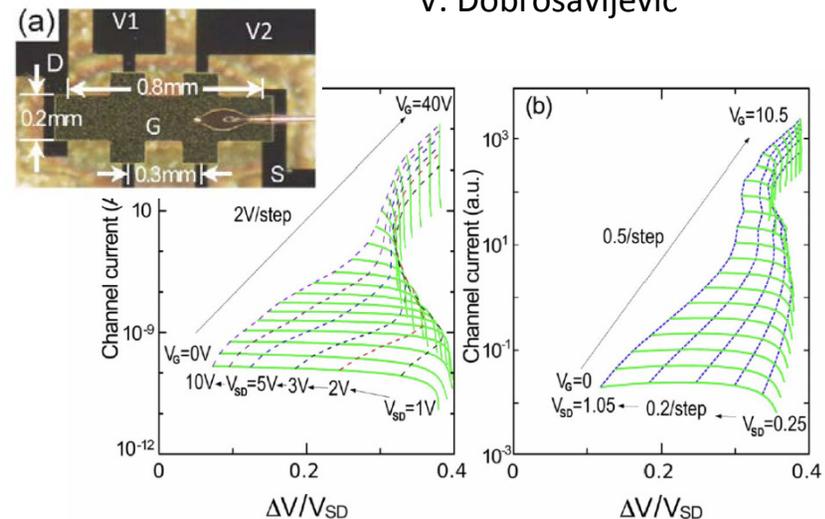


PLCMO

YBCO

Experimento

Levy-Acha



Experimento (Inoue)

Simulaciones (Stoliar)



MATERIA CONDENSADA

Formación de recursos humanos

Primera Jornada del Depto. de Física, Buenos Aires Agosto 8 2013

Espintrónica, Twisted light

Alumnos doctorado

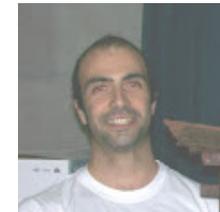
Carla Romano (2009) *Relajación de espín en puntos cuánticos acoplados cuasi-unidimensionales*

Director: Pablo Tamborenea



Luis Juri (2009) *Transición de Bloch en el gas de electrones confinado en pozos cuánticos de semiconductores*

Director: Pablo Tamborenea



Gustavo Murgida (2010) *Dinámica cuántica de partículas interactuantes en nanoestructuras de semiconductores.*

Director: Pablo Tamborenea Director conjunto Diego Wisniacki



Guido Intronati (2013) *Relajación de espín en semiconductores dopados y nanoestructuras semiconductoras*

Director: Pablo Tamborenea Co-tutela Rodolfo Jalabert, U de Estrasburg



Ober Hernández Rosero (desde 2012) *Dinámica de espín en sistemas semiconductores*

José Luis Mietta **Doctorado en Química Inorgánica** (desde 2013) *Propiedades eléctricas y magnéticas de nanocompósitos.*

Director: Pablo Tamborenea Director conjunto Martín Negri, INQUIMAE



Aplicaciones de Teoría de Campos

Alumnos doctorado

Homero Lozza, (2006) "Efectos de la disipación en sistemas de espines cuánticos desorden" "Efectos de la disipación en sistemas de espines cuánticos desordenados"

Director G Lozano



Lucas Sourrouille, (2012) "Aspectos de soluciones solitónicas en teorías de Chern-Simons"

Director G Lozano



D. Perez Daroca, (2012) "Vórtices en monocristales de NbSe₂: Dinámica alterna en el régimen plástico"

Directores G. Pasquini, G. Lozano



Alvaro Caso (2012) "Relaciones de fluctuación-disipación y temperaturas efectivas en transporte cuántico dependiente del tiempo"

Director G Lozano



Transporte Cuántico

Alumnos doctorado

Federico Foieri (2011) *"Transporte cuántico en sistemas mesoscópicos con campos dependientes del tiempo y desorden"*

Director: L. Arrachea y M.J Sanchez



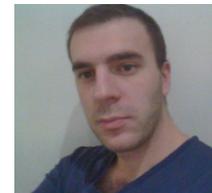
Florencia Ludovico (2011-) *"Transporte cuántico de energía en sistemas mesoscópicos"*

Director: L. Arrachea



Bruno Rizzo (2010-) *"Transporte cuántico y entrelazamiento en sistemas mesoscópicos"*

Director: L. Arrachea



Memorias , Altas presiones

Alumnos doctorado

Miguel Monteverde (2004) *Conducción eléctrica en nanotubos de carbono bajo presión*

Director: C. Acha



Gastón Garbarino (2005) *Efectos de la presión en manganitas y materiales afines*

Director: C. Acha



Maricel G. Rodríguez (en curso) *Efectos de la presión en las propiedades eléctricas, magnéticas y superconductoras de compuestos de la familia ReFeAsO (Re: tierras raras) y derivados.*

Director: C. Acha



Alejandro Schulman (en curso) *Memoria resistiva en interfases metal / óxido*

Director: C. Acha



Vórtices superconductores

- **M. Marziali Bermudez** *Dinámica oscilatoria de vórtices en la transición orden-desorden (2013 -)*

Director: G. Pasquini



- **C. Chilotte** *Aspectos de la dinámica de la red de vórtices en superconductores nanoestructurados (2009-)*

Director: V. Bekeris



- **D. Perez Daroca**, (2010) *"Vórtices en monocristales de NbSe₂: Dinámica alterna en el régimen plástico"*

Director: G. Pasquini, G. Lozano



- **A. Moreno** : *Caracterización y respuesta dinámica de la red de vórtices en monocristales de YBCO con distinto contenido de oxígeno (2004)*

Director: V. Bekeris



- **H. Ferrari** : *Dinámica de Flujo Magnético a Tiempos Cortos en Superconductores de Alta Temperatura Crítica (2002)*

Director: V. Bekeris



- **S. O. Valenzuela** : *Dinámica oscilatoria de de la red de vórtices en superconductores de alta temperatura crítica (2001) (Premio J. J. Giambiagi)*

Director: V. Bekeris



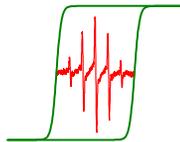


MATERIA CONDENSADA



Institute for Complex
Adaptive Matter

- **Organización de ICAM Argentina**



- **Miembros de la RN3M**
Red Nacional de Magnetismo y Materiales Magnéticos



- **Miembros del Comité organizador de la LT27**
agosto 2014 www.lt27.df.uba.ar



MATERIA CONDENSADA

GRACIAS por su atención