Un recorrido por los cristales líquidos y las matemáticas

Duvan Henao Manrique

Facultad de Matemáticas

Pontificia Universidad Católica de Chile

Ceremonia de inauguración

TALLER DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO

5 de mayo de 2014

Gracias a

Susana Baeza
Secretaria Dirección de Docencia

Ana María Alvarado
Subdirectora de Docencia

Gracias a

David Painequeo
Profesor Sección I TRM

Patricio Santibañez
Profesor Sección II TRM

Gracias a

Martin Chuaqui
Decano

Gracias a

Mario Ponce
Profesor Asociado

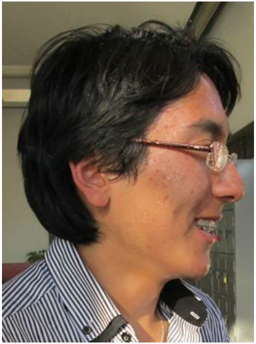
Alejandro Jara
Director de Docencia

Jan Kiwi
Profesor Asociado

Gracias a

Sebastián Pavez

Víctor Yañez



Álvaro Yonekura

- Alumnos Lic. Matemática y Estadística
- Ex-alumnos TRM

Gracias a

Gracias a

¿Para qué sirven las matemáticas?

Nuestras aspiraciones

- Culturales: enriquecen la vida, entretenidas, formativas, presentes en nuestro día a día (ecografías, computadores, discos ópticos, predicción del tiempo, motores de búsqueda, comercio electrónico, distancias más cortas, . . .)
- Innovación
- Carreras científicas: docencia universitaria, investigación pura y aplicada

¿Qué hace un matemático?

Facultad de Matemáticas

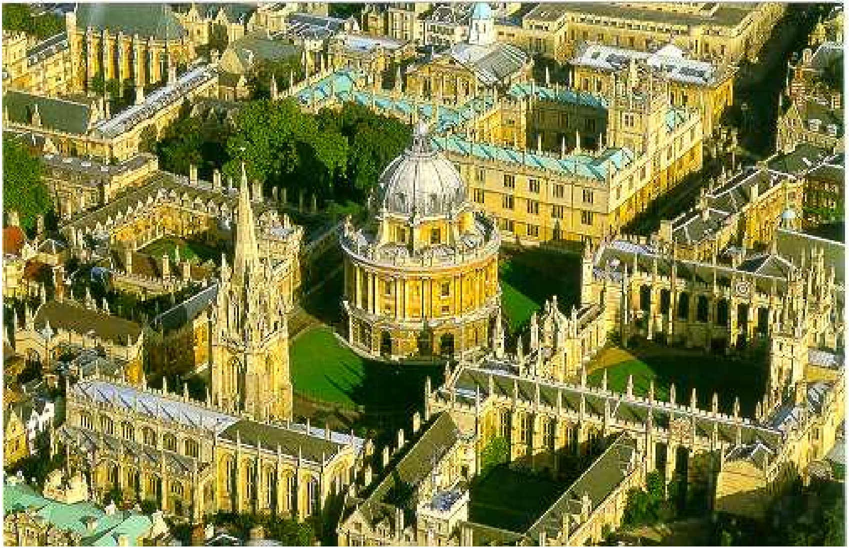
Marta García-Huidobro
Profesor Titular

Unicidad de soluciones radiales de

$$\begin{cases} -\operatorname{div}(|Du|^{p-2}Du) = K(r)f(u) \\ u(0) = 0, \ \lim_{|x|\to\infty} u(x) = 0 \end{cases}$$

(*Commun. Contemp. Math.* (2008) 405–432;
Ecuaciones en derivadas parciales)

Doctorado



Sir John M. Ball

- Existencia en elasticidad no lineal

$$\min_{\substack{\mathbf{u}\in W^{1,p}(\Omega;\mathbb{R}^3)\\ \mathbf{u}=\mathbf{d}\ \text{en}\ \partial\Omega}} \int W(D\mathbf{u}(\mathbf{x}))\,\mathrm{d}\mathbf{x}$$

- Cálculo de variaciones no convexo
- Materiales inteligentes

- Presidente de la International Mathematical Union 2003-06
- Consejo científico CNRS y EDF
- Directorio International Council for Science

Postdoctorado

- Premio Henri Poincaré 2012
- Superconductividad de Ginzburg-Landau

$$\min_{\substack{\mathbf{u}\in H^1(\Omega;\mathbb{C})\\ \deg(\mathbf{u},\partial\Omega)=d}} \int_\Omega \frac{|D\mathbf{u}|^2}{2} + \frac{(1-|\mathbf{u}|^2)^2}{\varepsilon^2}\,\mathrm{d}\mathbf{x}$$

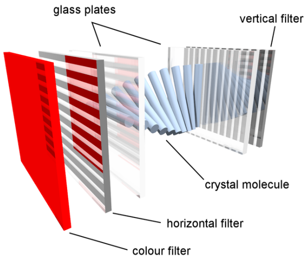
Proyectos de investigación

- Pontificia Universidad Católica de Chile
  Universidad Autónoma de Madrid
  Academia China de Ciencias
  Universidad de Bath
  Università di Roma - La Sapienza
  Université Pierre et Marie Curie - Paris 6
  Lousiana State University
  University of Minnesota

- Córdoba, Roma, Oxford
  Madrid, Medellín, Bogotá,
  Cali, Oxford, Cambridge
  París, Marsella, Filadelfia,
  París, Minneapolis, Madrid

- Ecuaciones en derivadas parciales, teoría geométrica de la medida, cálculo de variaciones, elasticidad no lineal, mecánica de fracturas, electrofisiología cardíaca, cristales líquidos

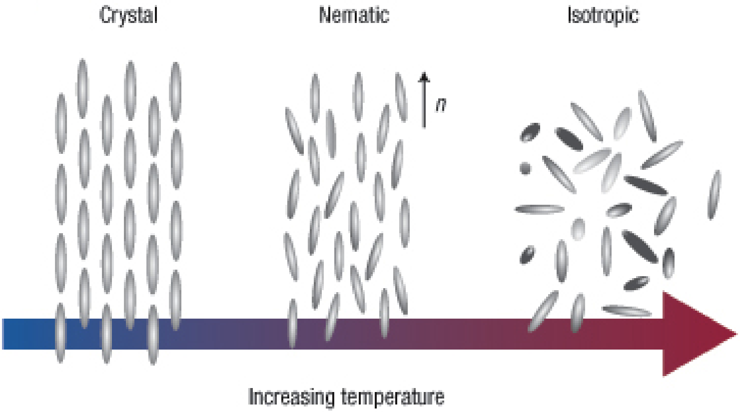
Cristales líquidos



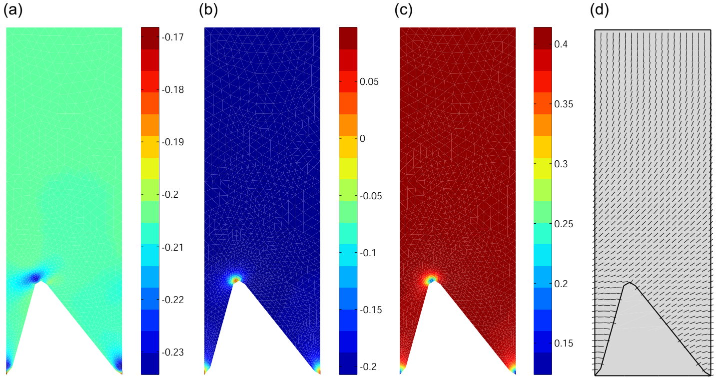
$\Rightarrow$

Relojes, celulares, iPads, computadores ...

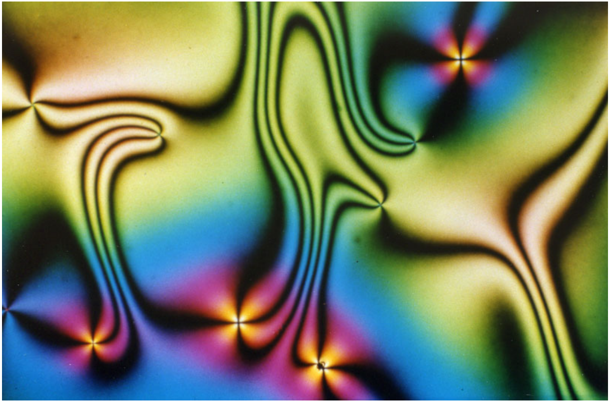
Cristales líquidos nemáticos



Dispositivo cenitalmente biestable



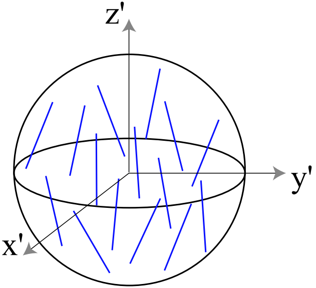
(Mottram & Newton '04)



Topología

Si un campo vectorial continuo da n vueltas en la frontera, necesariamente tiene n ceros en su interior.

Probabilidad, estadística y álgebra lineal



Distribución de probabilidad

$$\psi(\mathbf{x}, \mathbf{p})$$

Producto tensorial

$$(\mathbf{p} \otimes \mathbf{p})_{ij} = p_i p_j$$

Momento de orden dos

$$\sum_{k=1}^{N} (\mathbf{p}_k \otimes \mathbf{p}_k)\psi(\mathbf{x}, \mathbf{p}_k).$$

Landau-de Gennes (Nobel 1991)

Cálculo diferencial e integral

$$\mathbf{Q}(\mathbf{x}) := \int \left(\mathbf{p} \otimes \mathbf{p} - \frac{\mathbf{I}}{3} \right) \psi(\mathbf{x}, \mathbf{p}) \, \mathrm{d}A(\mathbf{p})$$

Análisis funcional y cálculo de variaciones

$$\min_{\mathbf{Q} \in H^1(\Omega)} \int_\Omega \frac{L}{2} |\nabla \mathbf{Q}|^2 + \frac{A}{2} \operatorname{tr} \mathbf{Q}^2 - \frac{B}{3} \operatorname{tr} \mathbf{Q}^3 + \frac{C}{4} (\operatorname{tr} \mathbf{Q}^2)^2 \, \mathrm{d}\mathbf{x}$$

Álgebra lineal

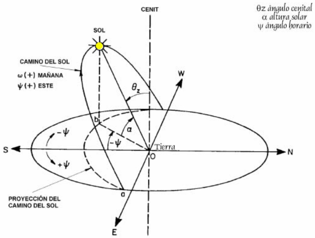
$\mathbf{Q}(\mathbf{x})$ *admite una representación de la forma*

$$s\left(\mathbf{n}\otimes\mathbf{n}-\frac{\mathbf{I}}{3}\right)+t\left(\mathbf{m}\otimes\mathbf{m}-\frac{\mathbf{I}}{3}\right),\quad \mathbf{n}\perp\mathbf{m}.$$

Geometría y optimización

Determinar si un cristal líquido es uniaxial es equivalente a encontrar el mayor valor que puede tomar la expresión xyz condicionada a las restricciones

$$\begin{cases} x^2+y^2+z^2=1 \\ x+y+z=0 \end{cases}.$$



Conclusiones

- Las matemáticas son *útiles* e *importantes*
- Las matemáticas son una *ciencia viva* en continuo desarrollo
- Hacer matemáticas está *a nuestro alcance*
- Las matemáticas son *una profesión estimulante*: aprendizaje constante, responde a nuestras ambiciones intelectuales, realización + trascendencia
- Las matemáticas nos permiten *interactuar* con profesionales de todas las áreas y con personas brillantes de todos los orígenes y todas las edades.
- Las matemáticas son *una profesión ideal* en la que podemos dedicarnos, día a día, a vivir nuestra pasión por la búsqueda de la verdad.