

# HPC en Uruguay: pasado, presente y futuro

Sergio Nesmachnow

Universidad de la República



## Contenido

1. HPC en Uruguay: Cecal y NICCAD
2. El Cluster FING
3. Ejemplos de proyectos de investigación
4. Integración regional e internacional





UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



- Universidad pública, líder en educación superior e investigación en Uruguay
- Pública, autónoma y co-gobernada

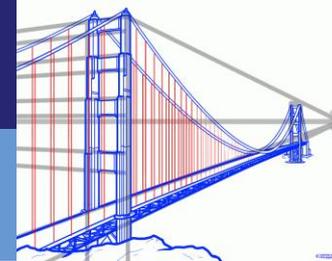
**120.000 estudiantes** (3.6% de la población del país, *el registro relativo más alto para una universidad en Latinoamérica*), y **10.000 profesores**

Facultad de Ingeniería:

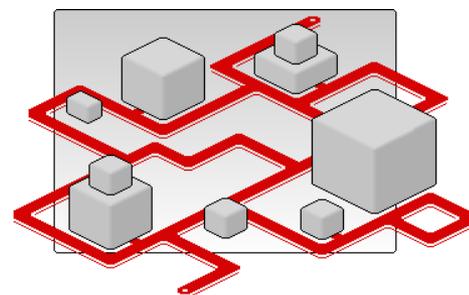
~10.000 estudiantes, 750 profesores

Nuestro grupo de Investigación:  
Centro de Cálculo (CeCal)





- Creado en 1988, como un “puente” entre la informática y otras áreas de la ciencia (en especial la ingeniería)
- 25 años después...
  - Cursos consolidados: HPC (21 años), Computación Distribuida
  - Laboratorios: clusters, multiprocesadores de memoria compartida, GPUs, plataformas grid y cloud
  - Diversificación de áreas de investigación y personal, estudio de aplicaciones de computación de alto desempeño, modelación numérica, computación distribuida, etc.
  - Trabajos conjuntos con grupos de investigación nacionales, regionales e internacionales



## Computación de alto desempeño (CeCal HPC)

- Líneas de investigación:
  1. Aplicación de técnicas de computación científica de alto desempeño a la resolución de problemas multidisciplinarios
  2. Planificación de sistemas de computación distribuida y de alto desempeño
  3. Técnicas de optimización eficientes aplicadas a la resolución de problemas complejos del mundo real
- Web: <http://www.fing.edu.uy/inco/grupos/cecal/hpc>





- Núcleo Interdisciplinario de Computación Científica de Alto Desempeño
- Creado en 2010 por 20 grupos de investigación
  - Facultades: Ciencias, Ingeniería, Química, Economía, Ciencias Sociales
  - Instituto Pasteur Montevideo
- Grupos de investigación trabajando en métodos matemáticos y computacionales aplicados a resolver problemas científicos complejos aplicando técnicas de computación de alto desempeño



<http://www.fing.edu.uy/grupos/niccad>

## El Cluster FING

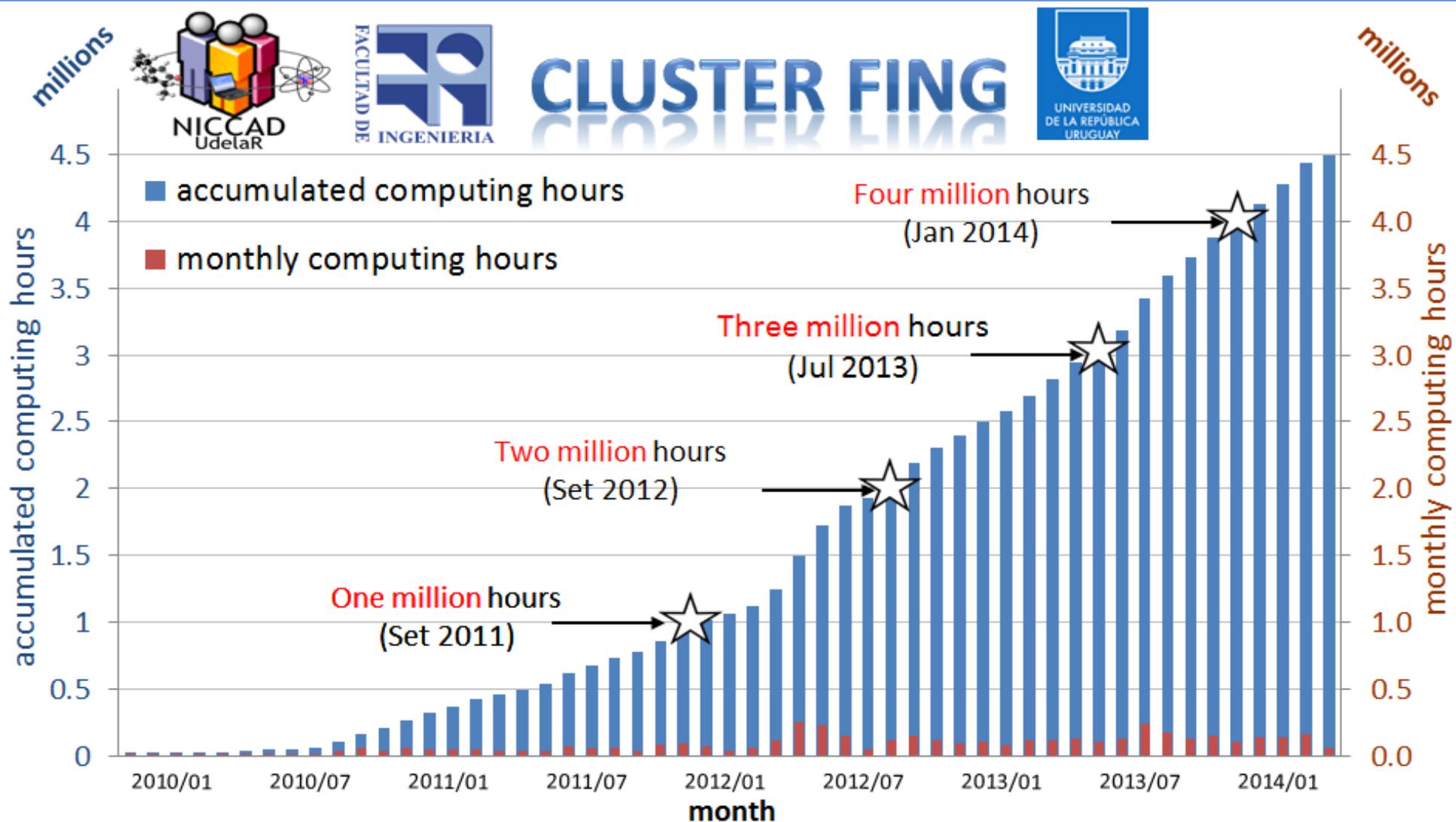
- Infraestructura para computación científica de alto desempeño, UdelaR.
- Operacional desde marzo de 2009
  - Autofinanciada
  - Autogestionada
- 1400 cores (440 de CPU y 960 de GPU)
  - ~1 TB de memoria RAM, 190 TB RAID storage, 34 kVA batería
  - Pico de performance: 5 TFLOPS ( $5 \times 10^{12}$  operaciones de punto flotante por segundo), *el mayor poder de cómputo disponible en el país*



Cluster FING: ~5.000.000 hs de cómputo efectivo (2014)  
<http://www.fing.edu.uy/cluster>

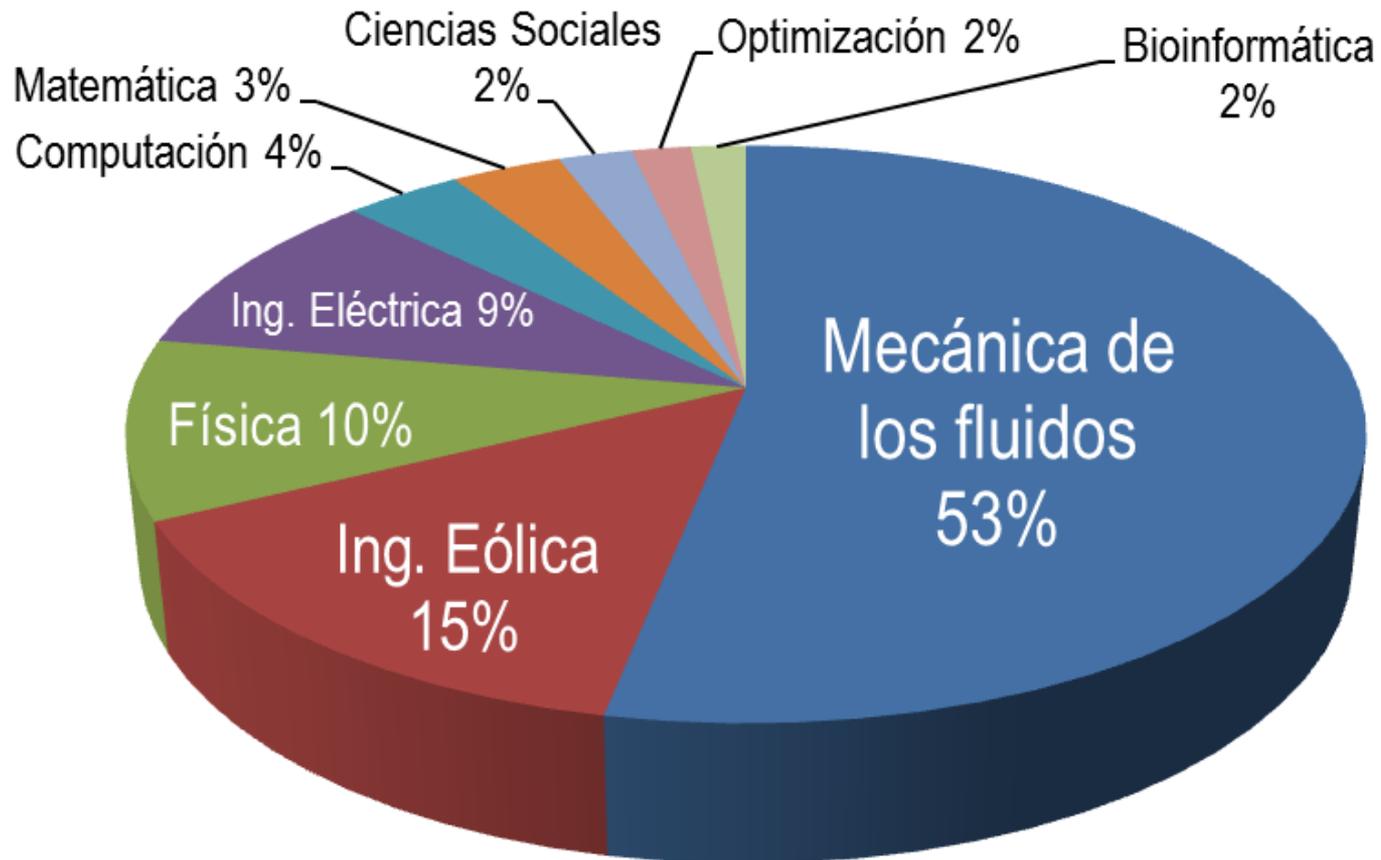
# HPC en Uruguay

Cluster FING: utilización (<http://www.fing.edu.uy/cluster>)



# HPC en Uruguay

Cluster FING: áreas de aplicación (<http://www.fing.edu.uy/cluster>)



- Gran volumen de trabajos multidisciplinarios

## Infraestructuras distribuidas

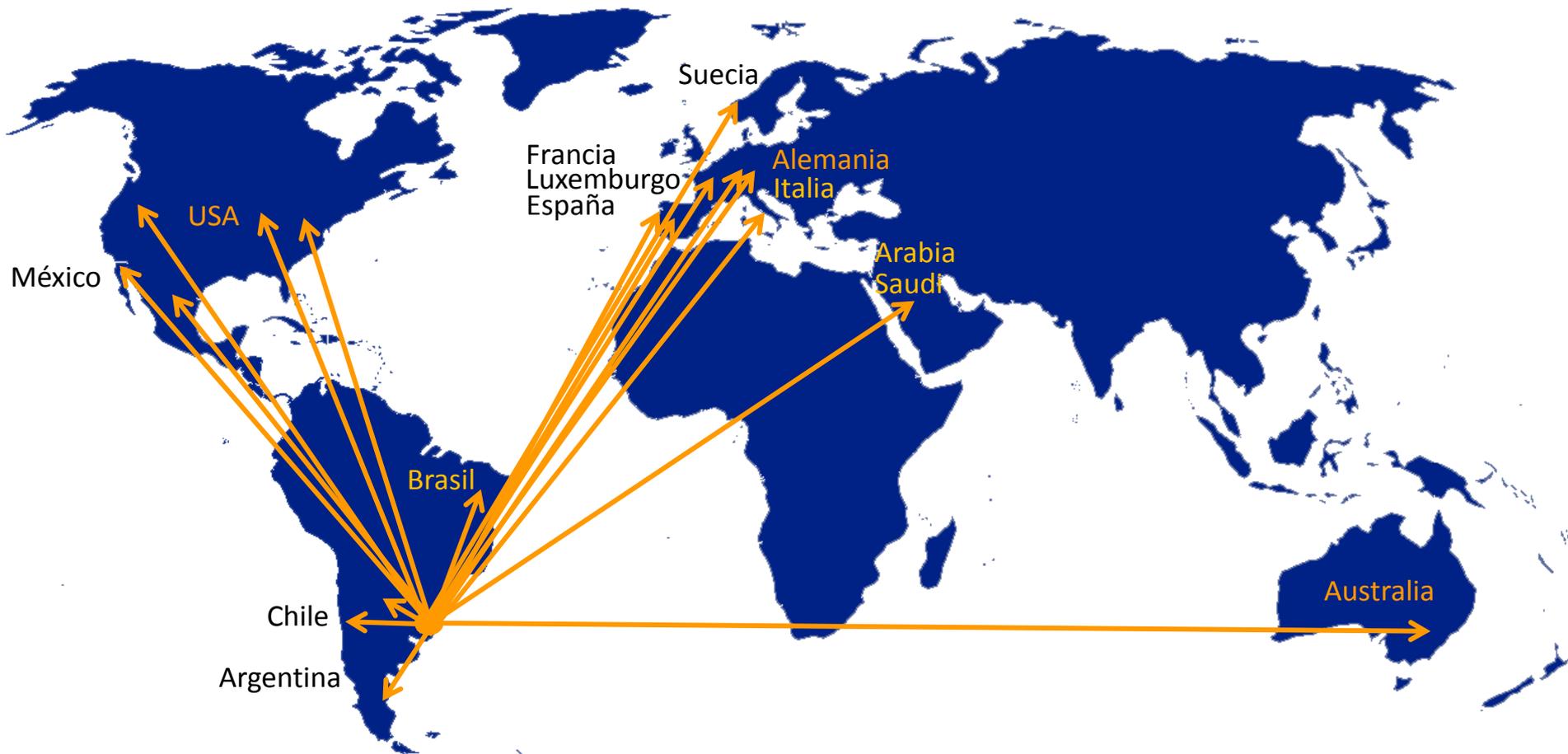
- Infraestructura Grid Latinoamericano-Europea (GISELA)
  - Cluster FING implementa el Grid Nacional de Uruguay y brinda soporte a Virtual Research Communities (e-Infraestructura y servicios basados en aplicaciones)
- Ourgrid
  - Cluster FING integra la comunidad Ourgrid de computación voluntaria
- Redes de computación voluntaria con instituciones de enseñanza e investigación internacionales
- Participación activa en la comunidad HPCLATAM





# COLABORACIONES ACTUALES en HPC

CeCal HPC



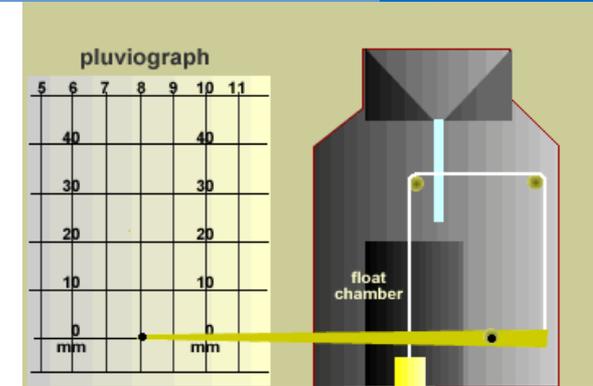
- Más de 20 colaboraciones internacionales activas con proyectos en curso

- Objetivo: aplicar computación de alto desempeño (multithreading, clusters) para el cálculo preciso y eficiente de fuerzas y autogravedad en conglomerados del sistema solar (asteroides, cometas, etc.)
- Referencias
  - *High Performance Computing of Self-gravity for Small Solar System Bodies*. D. Frascairelli, S. Nasmachnow, G. Tancredi. IEEE Computer, 2014.
  - *Granular physics in low-gravity environments using DEM*. G. Tancredi, A. Maciel, L. Heredia, S. Nasmachnow. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 420(4):3368–3381, 2011.
- 1er premio en “Ingeniería de muestra”, Uruguay, 2013  
<http://www.fing.edu.uy/inco/grupos/cecal/hpc/HPCGM>



## Recuperación de registros históricos climáticos

- Objetivo: automatizar el registro de variables histórico-climáticas mediante procesamiento de imágenes, redes neuronales y computación de alto desempeño en clusters, grid y cloud



- Referencias
  - *Semi-automatic historical climate data recovering using a distributed volunteer grid infrastructure*. S. Nesmachnow, M. Da Silva. International Supercomputing Conference, Ensenada, México, 2014.
  - *Grid computing para la recuperación de datos climáticos*. S. Nesmachnow, S. García, G. Usera, F. Brasileiro. VI Conferencia Latinoamericana de Computación de Alto Rendimiento, Costa Rica, 2013.
  - *Recovering historical climate records through grid computing*. G. Usera, S. Nesmachnow, F. Brasileiro, M. Da Silva, S. García. Latin American e-Science Workshop 2013, São Paulo, Brazil, 2013.
- Web: <http://www.fing.edu.uy/inco/grupos/cecal/hpc/digiclima>

## PER-MARE: Pervasive MapReduce

- Objetivo: desarrollar versión tolerante a fallos de MapReduce sobre Hadoop para dar soporte a grids y clouds voluntarios.
  - Univ. de Reims y Univ. Paris 1–Panthéon Sorbonne (Francia), Univ. de la República (Uruguay), Univ. Federal de Santa Maria (Brasil)
  - Adaptive Deployment of MapReduce-based Applications over Pervasive and Desktop Grid Infrastructures (PERMARE)
- Referencias
  - *MapReduce challenges on pervasive grids*. L. Steffemel, O. Flauzac, A. Charao, P. Barcelos, B. Stein, S. Neschachnow, J. Rey, M. Cogorno, M. Kirsch-Pinheiro and C. Souveyet. Journal of Computer Science 10(11):2193–2209, 2014.
  - *PER-MARE: Adaptive Deployment of MapReduce over Pervasive Grids*, L. Steffemel, O. Flauzac, A. Schwertner, P. Pitthan, B. Stein, S. Neschachnow, M. Kirsch, D. Diaz In 8th Int. Conf. on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing, pp. 17–24. Compiègne, Francia, 2013.
- Web: <http://cosy.univ-reims.fr/PER-MARE>



## Green computing

- Objetivo: estudiar estrategias de reducción de consumo energético para sistemas computacionales
- Referencias
  - *Energy-aware scheduling on multicore heterogeneous grid computing systems*. S. Nasmachnow, B. Dorronsoro, J. Pecero, P. Bouvry. *Journal of Grid Computing* 11(4): 653-680, 2013.
  - *Energy-efficient planning for heterogeneous computing systems*. S. Nasmachnow. *Green Computing Report*, June 2013.
  - *Energy Efficient Scheduling in Heterogeneous Systems with a Parallel Multiobjective Local Search*. S. Iturriaga, S. Nasmachnow, B. Dorronsoro, P. Bouvry. *Computing and Informatics Journal* 32(2):273–294, 2013.



- El éxito de las actividades de investigación se basa en las colaboraciones
- HPC continuará su desarrollo en Latinoamérica si enfocamos los esfuerzos en:
  - *Proyectos de investigación conjuntos* que aborden problemáticas de interés para la región
  - *Formación de recursos humanos*: estudiantes de grado y posgrado, administradores de infraestructuras HPC (cluster, grid y cloud)
  - *Estrechos lazos académicos* entre las universidades regionales y también con la industria



# GRACIAS POR SU ATENCIÓN



CeCal – HPC

<http://www.fing.edu.uy/inco/grupos/cecal/hpc>



**FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, URUGUAY**

# PREGUNTAS, COMENTARIOS ...



<http://www.fing.edu.uy/inco/grupos/cecal/hpc>