



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO  
*La Libertad del Conocimiento*

# Ciencia en el sur del mundo

Dr. Mauricio Cataldo

Decano

Facultad de Ciencias

Universidad del Bío-Bío

Septiembre 2012

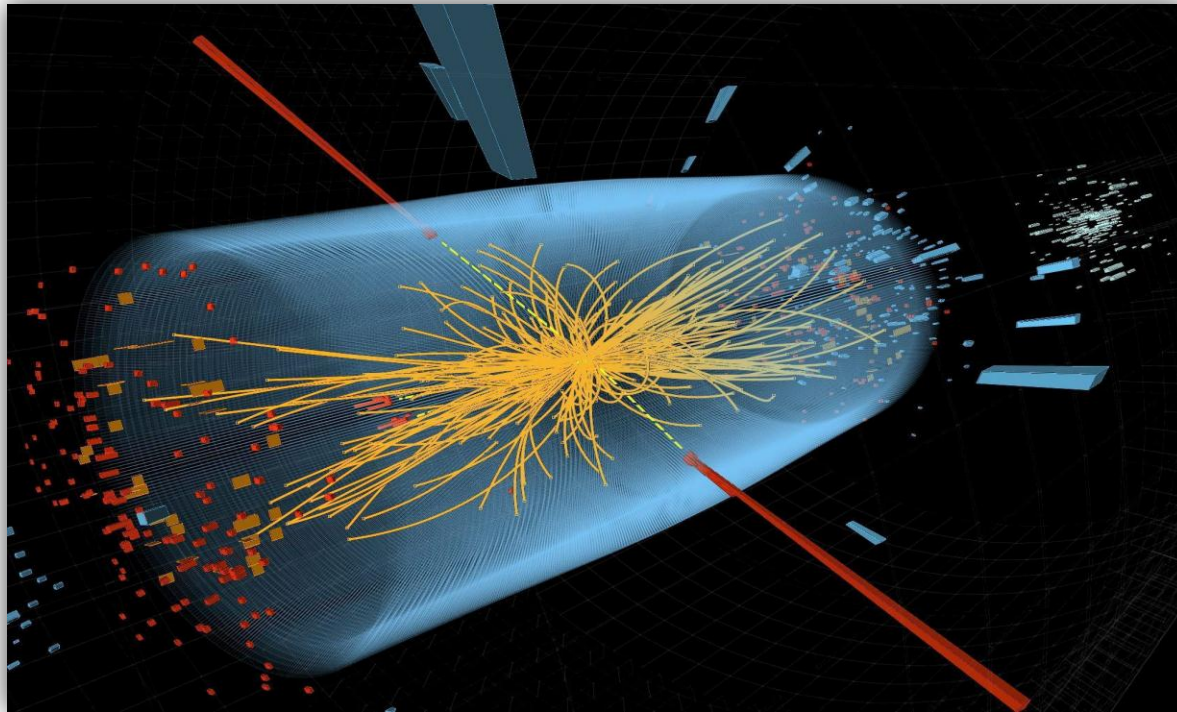


[www.ubiobio.cl](http://www.ubiobio.cl)

- Antes de comenzar esta exposición creo necesario referirme a que entenderé por ciencia.
- En una de las tantas entrevistas ocurridas luego del descubrimiento de una partícula elemental consistente con el Bosón de Higgs,
- un periodista le preguntó al Director del CERN, Rolf Heuer, **¿porque invertir en ciencia básica, cuando hay gente en el mundo que se está muriendo de hambre?**



- La respuesta de Rolf Heuer fue: “Si uno tiene un saco de trigo puede comérselo todo o guardar parte para sembrar después; la ciencia básica es esa parte del saco que siembras después”.



- A este respecto se sabe que **Louis Pasteur** afirmaba: “Il n'existe pas de sciences appliquées, mais seulement des applications de la science”: **“no existen las ciencias aplicadas; sino solamente las aplicaciones de la ciencia”**.

- Si insistimos en separar la Ciencia en C. Básicas y C. Aplicadas mostraré con el siguiente ejemplo lo enmarañado que resulta delinear la frontera que separe una de la otra.





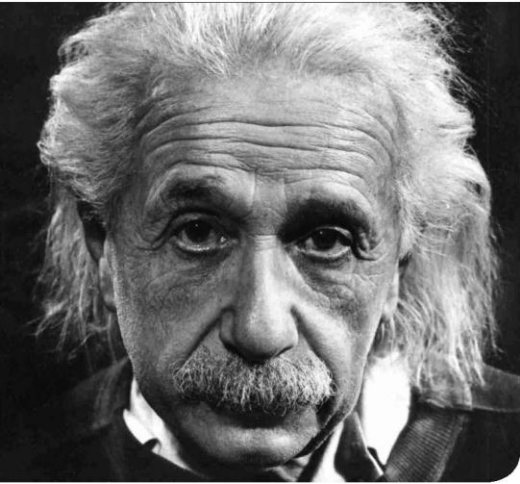
# Sistema de Posicionamiento Global (GPS)



- En el año 1973 se comenzó a desarrollar el proyecto por el departamento de defensa de los EEUU, que hoy en día se conoce como **GPS**.
- Cuando comenzaron las pruebas se percataron que para una mejor precisión en la determinación de la posición de un objeto había que usar ciencia que tenía casi 70 años de antigüedad.
- Esa ciencia era la **Relatividad Especial** (1905) y la **Relatividad General** (1915), ambas formuladas por Albert Einstein.







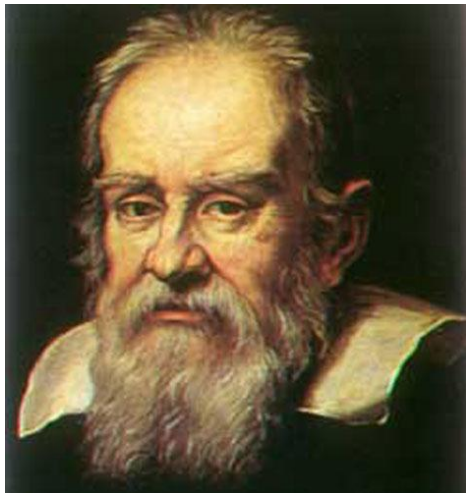
**A. Einstein, Físico  
Alemán (1879-1955)**



**H. Minkowski, Matemático  
Lituano (1874-1909)**



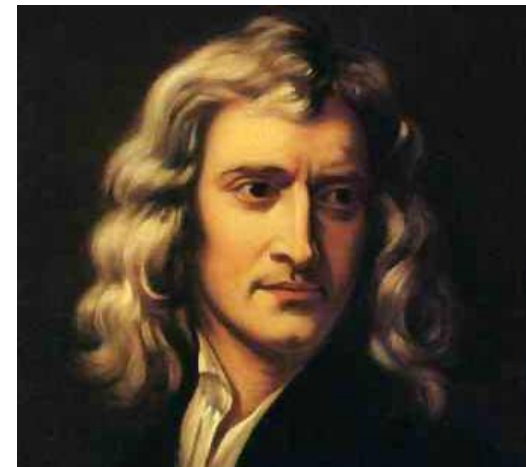
**M. Grossmann, Matemático  
Húngaro (1878-1936)**



**Galileo, Físico italiano  
(1564-1642)**



**GPS, USA (1973)**



**Newton, Físico  
Británico (1642-1727)**

- Los rusos tienen su propio sistema de posicionamiento global: **GLONASS**.
- Los chinos y la Unión Europea también preparan los propios.
- ¿Recurren los rusos, los chinos o los europeos a capital humano americano especializado en Relatividad General o Especial para calibrar los relojes atómicos en su red de satélites y estaciones terrestres?
- **NO!**, ellos tienen a sus propios especialistas en esta área (y en incontables otras!!!).
- ¿Dónde buscan estos especialistas?
- En sus centros de investigación y Universidades.



- Esto deja en evidencia toda la red de interacción que hay detrás de una aplicación tecnológica.
- Muestra también que una aplicación tecnológica hace uso de los conocimientos acumulados de la ciencia en el tiempo.
- Una sociedad tecnológica, como la que queremos ser, requiere de la ciencia.
- Ambas van de la mano.



- En la sociedad del conocimiento la ciencia es un recurso estratégico.
- Sus conocimientos no se tranzan en el mercado, pero si los productos de sus aplicaciones: **desarrollos tecnológicos y productos industriales.**
- La ciencia no tiene fronteras, pertenece al género humano.



- En conclusión: **La ciencia** (del latín scientia “conocimiento”) **es el conjunto de conocimientos sistemáticamente estructurados, y susceptibles de ser articulados unos con otros** (wikipedia).
- La historia nos muestra que las ciencias básicas son la madre de todas las ciencias.
- No se puede hablar de una matemática, Física, química o biología regional.
- Si se puede hablar de Ciencia aplicada a problemas de la Región y del país.





En resumen, nadie tiene dudas que la Ciencia es la herramienta para transformar el mundo: **¡de esto**



en esto!



De comunicarse  
a grandes  
distancias de  
esta manera



a esta manera!



De volar de  
estas formas



a estas otras!



# Ciencia al sur del mundo

- A nivel nacional existe una gran asimetría en el desarrollo entre Santiago y Regiones.
- Esto se refleja también en la ciencia, donde más del 50% de los nuevos resultados son hechos en Santiago, como se confirma en los datos siguientes.





# Publicaciones Científicas

- Todo nuevo resultado científico aporta al saber, como nuevo conocimiento, y debe ser dado a conocer a la comunidad científica.
- Esto se hace publicando este conocimiento de frontera en revistas científicas especializadas.
- Existe una variada gama a nivel mundial. Muchas de ellas son agrupadas en distintas plataformas o bases de datos como las **ISI, SCOPUS, SCIELO** etc.
- En adelante utilizaré la plataforma “**ISI Web of Knowledge**” de donde podemos extraer información sobre investigación científica y académica del mundo y Chile.

# Nro de publicaciones ISI por año indicado

## (Fuente: ISI Web of Science)

Año	R. Metropolitana	R. de Valparaíso	R. del Bío-Bío	Total Nacional ISI
1990	774 (62,4%)	65 (5,2%)	94 (7,6%)	1241
1995	928 (55,4%)	100 (6%)	162 (9,7%)	1676
2000	1.368 (56,7%)	149 (6,2%)	304 (12,6%)	2411
2005	1.769 (50,8%)	258 (7,4%)	497 (14,3%)	3480
2010	3.091 (52,2%)	561 (9,5%)	785 (13,3%)	5920

# Financiamiento de la Investigación Científica Chilena

- El principal instrumento usado para financiamiento es la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (**CONICYT**), que fue creada en 1967 y depende actualmente del Ministerio de Educación.
- **Objetivos:** Fortalecer la base científica y tecnológica y la formación de capital humano avanzado.
- Para cumplir con sus objetivos CONICYT dispone de diversos programas de apoyo.



**CONICYT**  
Ministerio de  
Educación

Gobierno de Chile



- Estos funcionan a través de concursos abiertos.
- Su revisión inicial y preselección se lleva a cabo con evaluadores externos.
- Haremos uso de su base de datos para extraer información relevante c/r a Proyectos de Investigación FONDECYT.



# Recursos asignados por Proy. Regulares FONDECYT (Fuente: Panorama Científico CONICYT)

Año	R. Metropolitana	R. de Valparaíso	R. del Bío-Bío	Total Asignado Nacional (\$M)
2012	40.006.671 <b>(62%)</b>	5.955.733 <b>(9%)</b>	6.335.292 <b>(10%)</b>	64.883.226
2011	32.118.039 <b>(64%)</b>	4.281.120 <b>(8,5%)</b>	4.971.698 <b>(10%)</b>	50.304.527
2010	25.254.733 <b>(63%)</b>	2.980.073 <b>(7.5%)</b>	4.898.999 <b>(12%)</b>	39.978.744
2009	23.259.722 <b>(66%)</b>	2.846.197 <b>(8%)</b>	3.439.231 <b>(10%)</b>	35.145.298

# Asimetría en la actividad científica de la Región

- Las principales entidades de nuestra región que aportan al conocimiento de frontera son las universidades.
- En la Región del Bío-Bío existe una gran asimetría entre la UDEC y las otras Universidades.

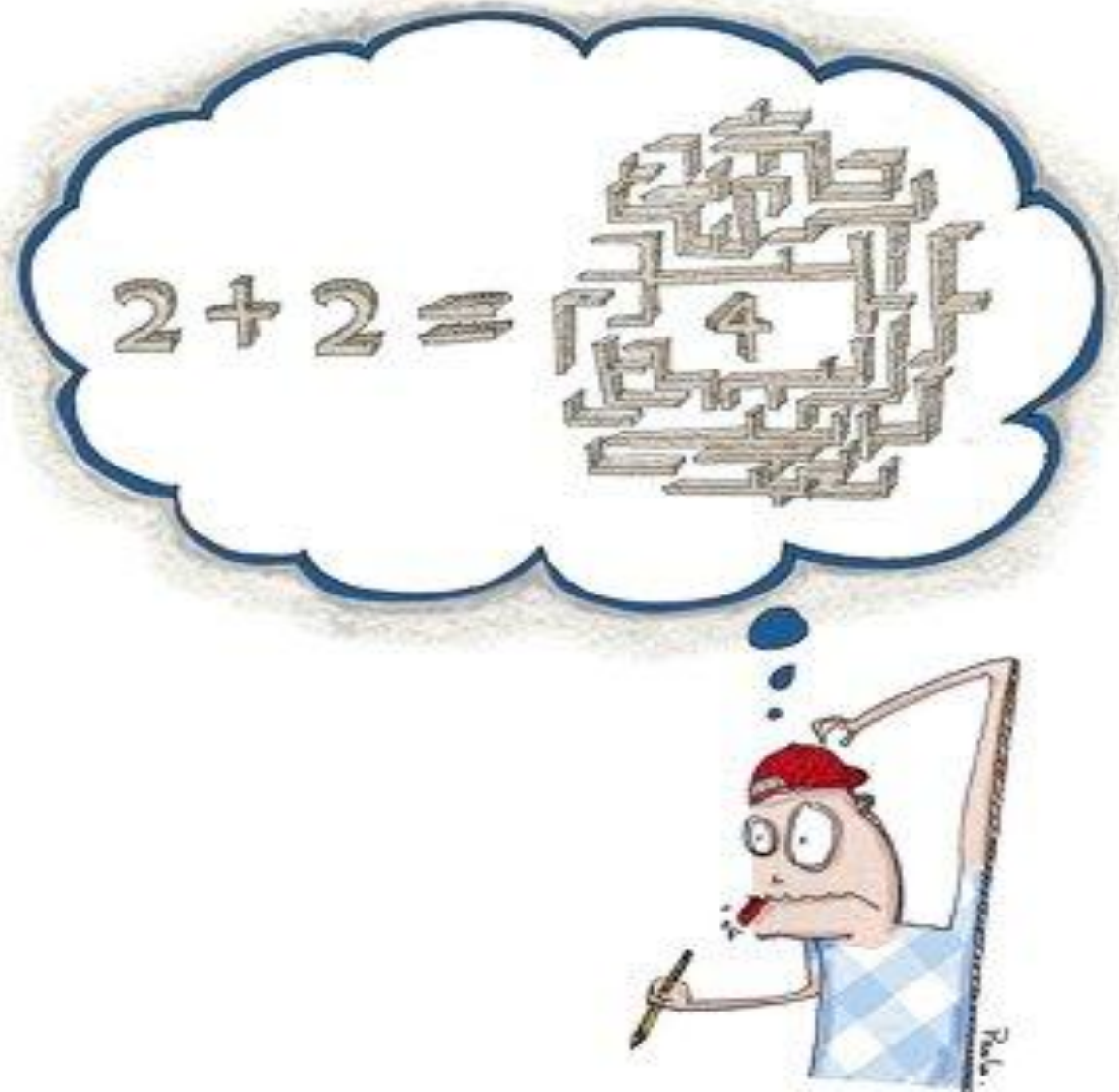


# ¿Qué caracteriza a una Universidad?

- Toda **Universidad compleja** tiene una **capacidad intelectual instalada** que permite abordar distintas problemáticas de la sociedad.
- Esto las faculta a preparar cuadros profesionales para la sociedad y prestar una gama de servicios de las cuales podemos destacar: consultorías, desarrollo, actividades de extensión, investigación de alto nivel en la frontera del conocimiento, entre otras.
- Cada académico tiene un dominio en un área del saber que pudiera eventualmente satisfacer diversos requerimientos de la comunidad o asociarse con otros bajo condiciones favorables.



- Una buena educación hace que las soluciones a los problemas sencillos que surgen en la vida cotidiana no sean un acertijo o una adivinanza.
- Además disminuye de manera efectiva la brecha social que actualmente existe entre los sectores más ricos y pobres de nuestro país



- La carencia de educación en un individuo es equivalente a tener su cerebro enjaulado, no permitiéndole participar de manera digna y constructiva casi en ningún tipo de actividad de la sociedad que sea relevante.
- La experiencia demuestra que nuestro cerebro neuroplástico:
- Puede aprender nuevas habilidades a cualquier edad.



# Asimetría en la Investigación

## Nro. de Publicaciones ISI

Años	UDEC Campus Conc.+Chillán	UBB Campus Conc.+Chillán	ISI UCSC
1990	83	2	2 (PUC, Thno.)
1995	143	8	3
2000	269	21	14
2005	447	34	15
2010	666	73	32
2011	683	107	38
<b>1988-2011</b>	<b>7.353 (89%)</b>	<b>595 (7%)</b>	<b>347 (4%)</b>



**Número y Recursos asignados por Proy. Regulares  
FONDECYT a nuestra Región (Fuente: Panorama  
Científico CONICYT)**

<b>Año</b>	<b>UDEC Nro. Proy. M\$</b>	<b>UBB Nro. Proy. M\$</b>	<b>UCSC Nro. Proy. M\$</b>	<b>Total Asignado a nuestra Región (Nro Proy. y \$M)</b>
<b>2012</b>	<b>48 (83%)</b>	<b>10 (17%)</b>	<b>0</b>	<b>58</b>
	<b>5.493.037 (86.9%)</b>	<b>806.579 (12.9%)</b>		<b>6.299.616</b>
<b>2011</b>	<b>45 (92%)</b>	<b>3 (6%)</b>	<b>1 (2%)</b>	<b>49</b>
	<b>4.687.734 (95%)</b>	<b>218.627 (4,4%)</b>	<b>43.337 (0,6%)</b>	<b>4.949.698</b>
<b>2010</b>	<b>41 (82%)</b>	<b>5 (10%)</b>	<b>1 (2%)</b>	<b>50</b>
	<b>4.308.481 (88%)</b>	<b>484.812 (9,9%)</b>	<b>96.106 (2.1%)</b>	<b>4.889.399</b>
<b>2009</b>	<b>33 (89%)</b>	<b>3 (8%)</b>	<b>1 (3%)</b>	<b>37</b>
	<b>3.150.562 (92%)</b>	<b>201.288 (6%)</b>	<b>87.831 (2%)</b>	<b>3.439.681</b>

# Graduación de Doctores en Chile por año y por millón de habitantes

Año	Finlandia	Australia	Irlanda	Nueva Zelandia	Chile
2004	300	230	>150	150	23

Año	USA	Finlandia	Brasil	Chile
2009	205	285	50	28

## Esto nos lleva a plantear algunas interrogantes:

- ¿Deben los talentos estar localizados principalmente en la capital?
- ¿Por qué el estado se ha despreocupado de sus Universidades regionales?.
- ¿Debe el estado implementar una política complementaria de descentralización de las ciencias?
- ¿Por qué en 200 años de historia no hemos sido capaces de generar valor agregado a nuestras materias primas?.
- ¿Debe el estado producir las sinergias indispensables para que los conocimientos científicos se transformen en desarrollos tecnológicos y productos industriales?.

# Propuestas (por nombrar algunas)

- Generar espacios de discusión de la sociedad científica regional, para elaborar propuestas del desarrollo científico en nuestra región, que sean complementarias con otras áreas del desarrollo regional.
- Generar “**reuniones de trabajo**” donde converjan científicos y empresarios. Primer paso: Decanos, Directores de Escuela, de Departamento y postgrado y Empresarios.
- Estudiar experiencias internacionales (Finlandia, Brasil, Países del Asia, etc).
- ¡El estado debe potenciar a las Universidades, principalmente las complejas! (**En una sociedad tecnológica se requiere que sus Universidades sean complejas**)
- Debemos destinar más recursos a la ciencia (**¡En la sociedad del conocimiento no se gasta en ciencia, se invierte en ciencia!**).



- Dado el bajo Nro. de graduación de doctores hay espacio para orientar perfil de Doctorados con requerimientos transversales ad-hoc a los de la región (estudiar perfiles de países desarrollados).
- El estado debe jugar un rol importante en generar las condiciones para esto, y hacer un seguimiento para proyectar todo finalmente hacia el bien público.
- Generar políticas ad-hoc con las implementadas recientemente conducentes a la obtención de los grados académicos de Doctor, en el sentido que estos deben **tener un lugar de trabajo** al terminar sus doctorados (no deben haber **doctores cesantes**).
- Lugares de trabajo no solo en las Universidades!
- Se requiere más apoyo económico del estado. Se debiera primero llegar al 1% del PIB (el promedio en la OCDE en Inv. y Desarrollo es superior al 2.3%).
- El área privada también puede y debe apoyar.
- Esto permite a la sociedad tener recursos humanos altamente calificados “en forma intelectual”, alertas en todo momento a enfrentar los desafíos científicos y tecnológicos que la sociedad requiera (esto haciendo un paralelo con atletas de nivel internacional que están permanentemente en forma física).

# Un nicho para la innovación: El Litio

- Litio en Chile es estratégico (junto al petróleo y el gas). Hoy en el día el litio es importante porque con ellas se hacen baterías sin memoria, es decir recargables una y otra vez y son menos contaminantes que las hechas anteriormente. Estas baterías se usan en los teléfonos, computadores, baterías para guardar energía eólica, solar, autos eléctricos etc.
- Reservas mundiales probadas: casi 10 millones de toneladas métricas, chile posee 7.5 millones de las reservas mundiales (70%).
- El gobierno ha comenzado a entregar la explotación del litio a privados.

- Debemos dar valor agregado a las materias primas. Por que no hacerlo con el litio?
- Es decir transformar esto



- en esto



- Es que Chile no tiene el potencial intelectual para hacer esto?
- Una batería de auto se vende en unos 20.000 dólares.
- Chile gana al vender el litio usado como materia prima en esa batería tan solo 40 dólares.
- **OBS:** El litio, junto al hidrógeno y al helio, es uno de los únicos elementos obtenidos en el Big Bang.
- Todos los demás elementos fueron sintetizados a través de fusiones nucleares en estrellas en la secuencia principal o durante estallidos de supernovas. Industrialmente es obtenido a partir de la electrólisis del cloruro de litio fundido ( $\text{LiCl}$ ).



- Bolivia, que también tiene salares de litio, ya instaló la primera planta de baterías de litio.
- Bolivia adquirió una planta piloto a una empresa china para fabricar baterías de litio, así como seis laboratorios para adiestramiento y capacitación de personal (noticia 07-05-2012).
- ¿y por que nosotros no?.

# Quien debe estar a cargo de la Ciencia y la Tecnología en Chile

- Recientemente el Ministro de Economía, Fomento y Turismo, Pablo Longueira, anunció sobre la intención de que su ministerio se haga cargo de **CONICYT** (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica).
- Argumento: Existe la necesidad que nuestro país impulse la innovación como motor del desarrollo económico.
- No creo que sea razonable tener un Ministerio de Economía, Fomento, Turismo y Ciencia.

- Es bien sabido que las políticas del ministerio de economía dependen fuertemente del gobierno de turno, por lo tanto las decisiones y sus implicancias son a corto plazo.
- La Educación y la Ciencia deben depender de áreas de política pública, donde los resultados esperados son a largo plazo.
- La Academia de Ciencias y las Sociedades Científicas han realizado diversos estudios sobre la ciencia en Chile y una de las conclusiones importantes es que nuestro país adolece de una política de estado en materia de investigación, ciencia y tecnología, que sea independiente de los gobiernos de turno.
- Hay propuestas de crear un Ministerio de Ciencia y Tecnología.