

## Redes para el desarrollo de las Tecnologías 4.0: el caso de los proyectos Fondef – Idea en Chile. 2012-2017

Dr. Francisco Gatica Neira.

Universidad del Bío-Bío, Departamento de Economía y Finanzas, Chile

E-mail: [fgatica@ubiobio.cl](mailto:fgatica@ubiobio.cl)

Dr. Mario Ramos Maldonado.

Universidad del Bío-Bío. Departamento de Ingeniería en Madera, Chile

E-mail: [mramos@ubiobio.cl](mailto:mramos@ubiobio.cl)

Grupo de Investigación DIUBB GI 195212/EF "Industria Inteligente y Sistemas Complejos".

31 de octubre de 2019

Organizadores:



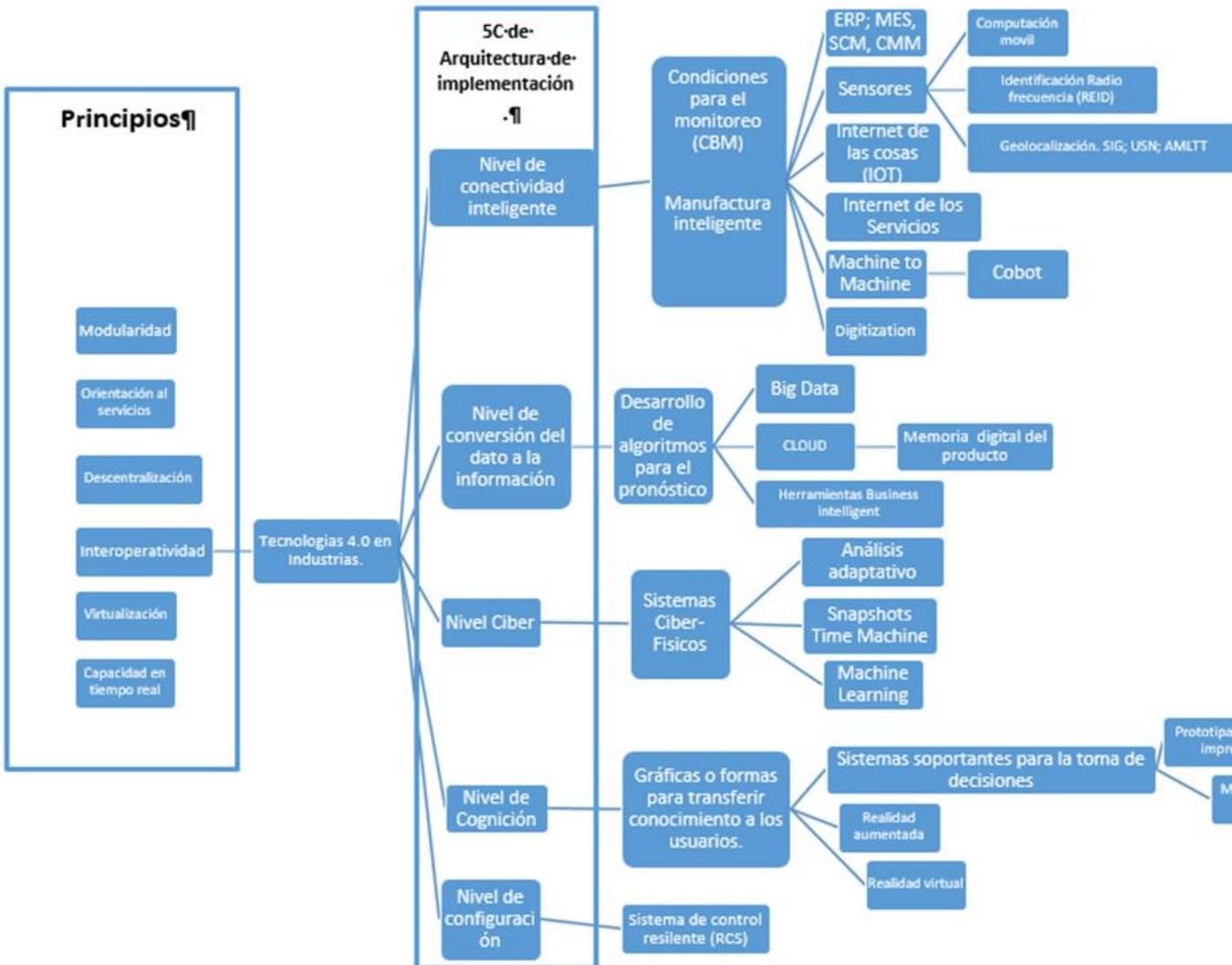
Coorganizadores:



Apoyan:



# Propuesta (incompleta) de mapa conceptual de tecnologías 4.0



El mapa tecnológico va a cambiar producto de la emergencia de nuevas tecnologías, fusión de otras y reinterpretación de las potencialidades.



Para efectos de análisis se determinó un listado de 47 códigos de búsqueda.

- En qué medida las tecnologías 4.0 se están incorporado en las redes tecnológicas nacionales.
  - Primer eje: Identificación de tecnologías y sectores de aplicación para cada proyecto Fondef-Idea adjudicado entre el 2012 y el 2017. Con este fin se analiza las palabras utilizando el software libre DBA Miner Lite que facilita la codificación y la búsqueda selectiva de textos.
  - Segundo eje: Análisis de redes tecnológicas, a partir de la codificación generada anteriormente, usando el software UCINET con el objetivo de identificar: los posibles conglomerados de tecnologías, la centralidad, los vínculos fuertes y los débiles

## Síntesis de la hipótesis de trabajo.

Dispersión tecnológica 4.0: Nuevas tecnologías, fusiones de tecnologías y dispersión en los sectores de aplicación.



Estado neoliberal: Ausencia de apuestas estratégicas discrecionales, presión por el polo minero y concentración en regiones con ventajas de inicio (capital nacional)

Resultado: Brechas en los campos tecnológicos 4.0, alta concentración en Minería-Monitoreo-Capital nacional y auto-inhibición por parte del Estado explicado por dispersión tecnológica y políticas neoliberales.

# Proyectos vinculados a tecnologías 4.0

## Elaboración propia a partir de listado de proyectos FONDEF, IDEA.

Años	Proyectos analizados	Detección sintáctica	Detección por búsqueda exhaustiva	Totales	% proy. 4.0 sobre total.	Tasa de crecimiento en la disciplina
2017	74	2	8	10	14%	-44%
2016	139	7	11	18	13%	100%
2015	98	5	4	9	9,2%	13%
2014	88	4	4	8	9,1%	33%
2013	76	1	5	6	7,9%	50%
2012	55	1	3	4	7,3%	
<b>Total</b>	<b>530</b>	<b>20</b>	<b>35</b>	<b>55</b>	<b>10,4%</b>	
				Promedio sobre el total	10,0%	
					Promedio tasa de crecimiento	30%

- De la búsqueda exhaustiva se detectan 35 proyectos que tienen algún desarrollo de la naturaleza 4.0. Considerando ambas búsquedas –sintáctica y exhaustiva- se llega a una base de 55 iniciativas de desarrollo tecnológico, lo que representa un 10,4% del total.
- La tasa de crecimiento anual promedio de los proyectos es del 30%, pasando del 7.3% del total de iniciativas adjudicadas al 14%.

# Distribución de proyectos vinculados a la Tecnologías 4.0 por área

Áreas según clasificación Conicyt	Número de proyectos según área	% según Número de proyectos	Monto total invertido (M\$)	% Según total invertido
ADULTO MAYOR	1	1,8%	\$ 149.986	1,9%
AGROPECUARIA	2	3,6%	\$ 260.891	3,2%
EDUCACION Y CIENCIAS SOCIALES	7	12,7%	\$ 1.051.040	13,0%
ENERGIA Y AGUAS	3	5,5%	\$ 544.879	6,8%
INFRAESTRUCTURA	1	1,8%	\$ 118.362	1,5%
MANUFACTURA	2	3,6%	\$ 264.229	3,3%
MINERIA	14	25,5%	\$ 2.055.815	25,5%
PESCA Y ACUICULTURA	3	5,5%	\$ 420.629	5,2%
SALUD	2	3,6%	\$ 253.424	3,1%
TECNOLOGIA DE LA INFORMACION Y COMUNICACIONES	20	36,4%	\$ 2.952.449	36,6%
<b>Total general</b>	<b>55</b>	<b>100,0%</b>	<b>\$ 8.071.704</b>	<b>100,0%</b>

Promedio = M\$146.758

US\$202,984 por proyecto total (2 años).

- La principal área de desarrollo está centrada en las TICs explicando un 36.4% de las iniciativas. Es clave desglosar la gran agrupación.
- En la segunda área están las aplicaciones en la minería, lo que es convergente con la importancia de esta actividad en la canasta exportadora nacional.
- El sector manufacturero explica sólo el 2% de los proyectos de desarrollo en tecnologías 4.0. Lo anterior revela que el concepto de “Industria 4.0”, por sí sólo, no permite englobar el verdadero impacto de este tipo de desarrollos tecnológicos.

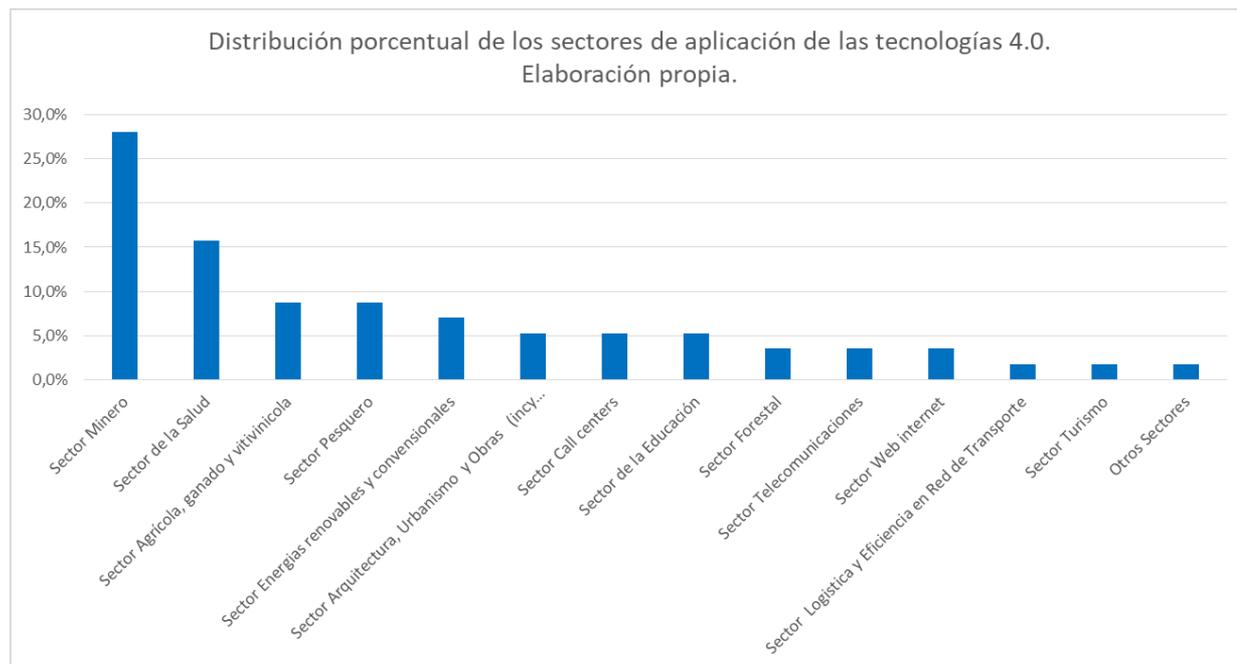
# Distribución de proyectos vinculados a las Tecnologías 4.0 por institución principal.

Institución beneficiaria	Número de proyectos según institución.	% por institución	Monto total invertido (M\$)	% Según total invertido
UNIVERSIDAD DE CHILE	16	29,1%	\$ 2.398.612	30%
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE - PUC	7	12,7%	\$ 986.942	12%
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	6	10,9%	\$ 853.308	11%
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION	5	9,1%	\$ 733.980	9%
UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA	4	7,3%	\$ 614.492	8%
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE	3	5,5%	\$ 489.154	6%
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA	3	5,5%	\$ 445.747	6%
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	2	3,6%	\$ 399.514	5%
UNIVERSIDAD DE VALPARAISO	2	3,6%	\$ 253.216	3%
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	2	3,6%	\$ 266.196	3%
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE	1	1,8%	\$ 149.997	2%
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL MAULE	1	1,8%	\$ 115.000	1%
UNIVERSIDAD DE LA SERENA	1	1,8%	\$ 148.501	2%
UNIVERSIDAD DE TALCA	1	1,8%	\$ 67.816	1%
UNIVERSIDAD DEL BIO-BIO	1	1,8%	\$ 149.229	2%
Total general	55	100,0%	\$ 8.071.704	100%

Concentración de los fondos: trayectorias dependientes, diferenciales de confianza y existencia de un apoyo estratégico discrecional.

El 61% de los recursos institucionales están invertidos en instituciones de la Región Metropolitana (Santiago de Chile, Capital Nacional).

# Distribución de sectores de aplicación.

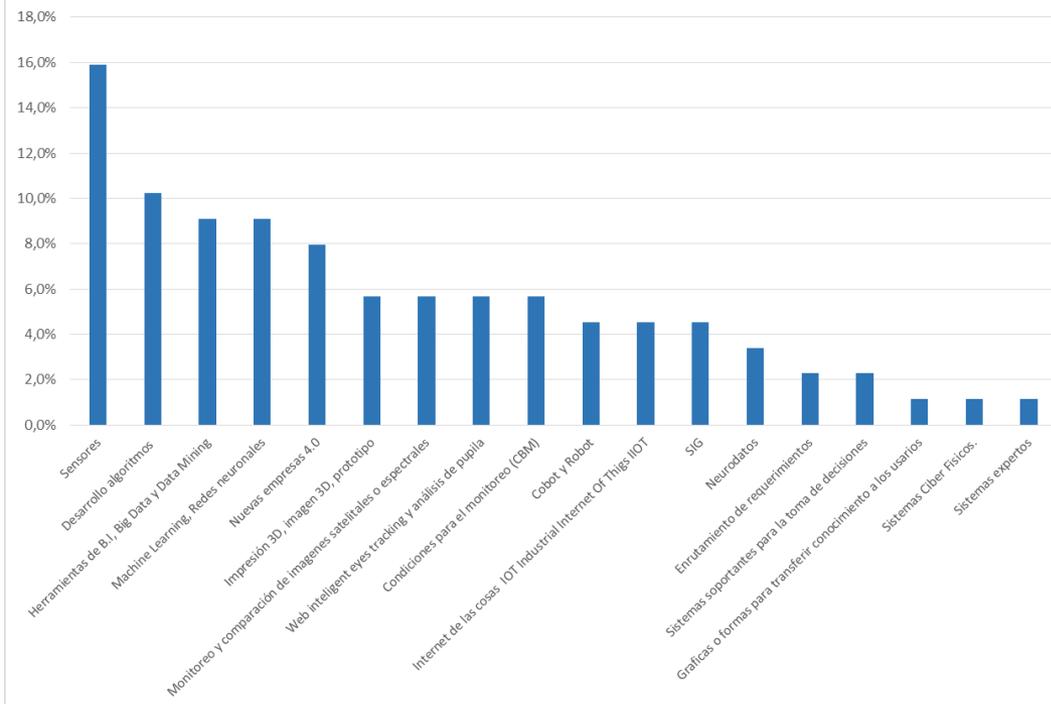


Cuatro primeros sectores explican el 61% del total de sectores mencionados en la cartera de proyectos Fondef+Idea.

- Del total de sectores de aplicación el 27% de los casos están vinculados a la minería del cobre.
- En un segundo lugar está el sector de la salud (impresión en 3D, análisis de redes neuronales, entre otros).
- En un tercer orden tenemos dos sectores: agrícola, ganadería y vitivinícola, y el pesquero donde ambos bloques presentan 5 iniciativas, destacando las aplicaciones de sensores, Internet de las Cosas (IoT) y el desarrollo de algoritmos para el pronóstico y la decisión.

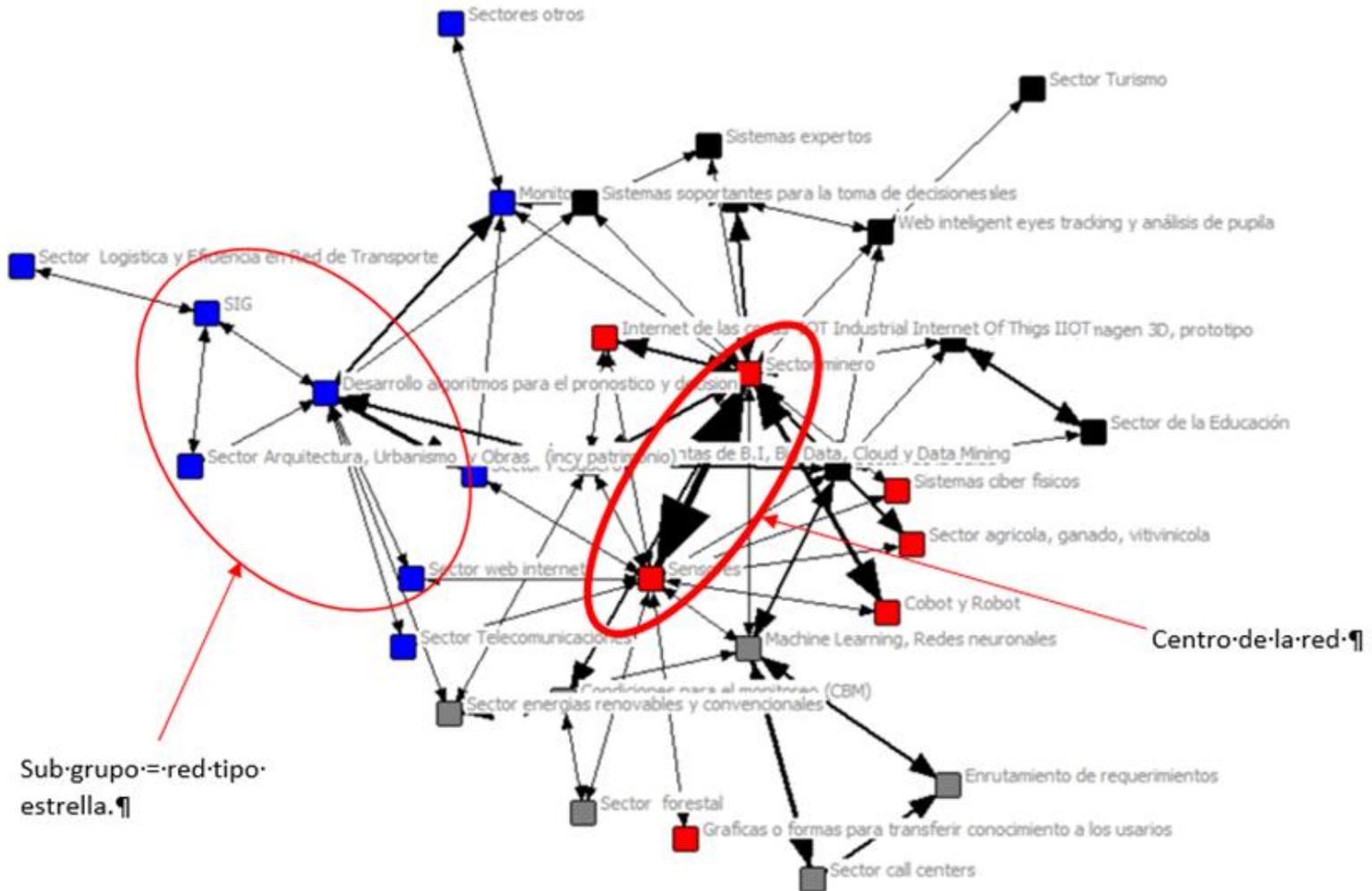
# Distribución de tecnologías 4.0

Distribución porcentual de tecnologías 4.0  
Elaboración propia



- El desarrollo más importante en las tecnologías 4.0 son las aplicaciones alrededor de los sensores, explicando el 17,3 % del total de apariciones en el universo estudiado.
- Una segunda tecnología desarrollada son los Algoritmos para el pronóstico y la decisión la que aparece mencionada en 9 oportunidades y representa un 11,1 % del total analizado.
- La tercera tecnología 4.0 son las Herramientas de Business Intelligence (B.I), Big Data y Data Mining, las que explican 9,9% del total.
- El cuarto ámbito están los sistemas Machine Learning y las Redes Neuronales representando el 9,9% del total, con 8 apariciones.

# Red de vinculaciones tecnológicas (Elaboración a partir de la base de proyecto con UCINET)



# Identificación principal de subgrupo a partir de la relación de sector de aplicación y tecnologías.

Subgrupos	Sectores de aplicación (Degree –D- y Betweeness – B-)	Tecnologías 4.0 (Degree –D- y Betweeness – B-)
<b>Subgrupo 1</b>  $\Sigma D=25$ (17%); $\Sigma B=92.5$ (13%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sector energías renovables y convencionales (D=5; B= 20,7)</li> <li>Sector call centers (D=3; B=0.0)</li> <li>Sector forestal (D=3; B=2.0)</li> </ul> $\Sigma D= 11 ; \Sigma B= 22,7$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Machine Learning y Redes neuronales (D=7; B=62.3 )</li> <li>Condiciones para el monitoreo (D=4; B=7.5 )</li> <li>Enrutamiento de requerimientos (D=3; B = 0.0)</li> </ul> $\Sigma D = 14 ; \Sigma B= 69.8$
<b>Subgrupo 2:</b>  $\Sigma D = 56$ (38%) $\Sigma B = 320.5$ (45%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sector minero (D=15; B = 154,6 )</li> <li>Sector agrícola, ganado, vitivinícola (D=3 ; B =0.0)</li> </ul> $\Sigma D= 18 ; \Sigma B= 154.6$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensores (D=14 ; B= 120,8 )</li> <li>Herramientas de B.I, Big Data, Cloud y Data Mining (D=7 ; B=33,3 )</li> <li>Internet de las cosas IOT, Industrial Internet Of Things IIOT (D=4; B=0.0)</li> <li>Sistemas soportantes para la toma de decisiones (D=4; B=11,8 )</li> <li>Robot y Robot (D=3; B=0.0)</li> <li>Sistemas ciber físicos (D=3; B=0.0)</li> <li>Sistemas expertos. (D=3; B=0.0)</li> </ul> $\Sigma D = 38 ; \Sigma B= 165.9$
<b>Subgrupo 3</b>  $\Sigma D = 27$ (18%) $\Sigma B = 83,7$ (11%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sector de la Salud (D= 7; B=39,0 )</li> <li>Sector de la Educación (D= 3; B = 0.0)</li> <li>Sector Turismo (D=2 ; B=0.0 )</li> </ul> $\Sigma D= 12 ; \Sigma B= 39.0$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Web inteligent eyes tracking y análisis de pupila (D= 5; B=31.2 )</li> <li>Impresión 3D, imagen 3D, prototipo (D=4 ; B= 9.2 )</li> <li>Neurodatos (D=4; B=4.3 )</li> <li>Graficas o formas para transferir conocimiento a los usuarios (D=2; B=0.0)</li> </ul> $\Sigma D = 15 ; \Sigma B= 44,7 6$
<b>Subgrupo 4</b>  $\Sigma D = 37$ (25%) $\Sigma B = 205,2$ (29%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sector Pesquero (D=4; B=7.4 )</li> <li>Sector Arquitectura, Urbanismo y Obras (D= 3; B=0.0)</li> <li>Sector Telecomunicaciones (D= 3; B=4.5 )</li> <li>Sector web internet (D=3; B=4.5 )</li> <li>Sectores otros (D=2; B=0.0)</li> <li>Sector Logística y Eficiencia en Red de Transporte (D=2; B=0.0)</li> </ul> $\Sigma D = 17; \Sigma B= 16.4$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo algoritmos para el pronóstico y decisión (D=10 ; B = 115,8)</li> <li>Monitoreo y comparación de imágenes satelitales o espectrales (D=6 ; B = 44 )</li> <li>SIG (D=4; B =29.0 )</li> </ul> $\Sigma D = 20 ; \Sigma B= 188,8$
<b><math>\Sigma</math> total Degree = 145 ; <math>\Sigma</math> total Betweeness = 701.9</b>		

- La tasa de éxito de la conglomeración fue de un 80%.
- Existe un 20% de los casos donde el contacto de un nodo estuvo fuera de su conglomerado asignado por el algoritmo.

# Identificación de nodos que no pudieron ser conglomerados.

	Subgrupo 1 Dominado por el Sector energías renovables y convencionales Machine Learning	Subgrupo 2 Dominado por el sector minero y los sensores.	Subgrupo 3 Dominado por el sector de la salud y el Web inteligent eyes	Subgrupo 4 Dominado por el sector pesquero y el desarrollo de algoritmo para el pronostico
Subgrupo 1 Dominado por el Sector energías renovables y convencionales Machine Learning	32			
Subgrupo 2 Dominado por el sector minero y los sensores.	6 -Machine learning y condiciones para el monitoreo. (2)	66		
Subgrupos 3 Dominado por el sector de la salud y el Web inteligent eyes	2 -Machine learning y sector de la salud. (2)	8 -Neurodatos y minería (2) -Sector de la salud y machine (2)	31	
Subgrupo 4 Dominado por el sector pesquero y el desarrollo de algoritmo para el pronostico	1 -Energías renovables y algoritmos para el pronóstico (1)	7 -Herramientas B.I y algoritmos para el pronóstico. (2). -Sensores y algoritmos (3)	1	40

Nota: para efectos prácticos el nombre del subgrupo está dado por el sector y la tecnología que tiene un predominio en su centralidad.

## Machine Learning:

- Enrutamiento de mensajes en call center.
- Análisis de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos.
- Monitoreo y clasificación automática de signos vitales en pacientes ambulatorios.
- Predicción del riesgo de abandono y deserción escolar de un alumno específico.

## Algoritmos para el pronóstico:

- Reconocimiento de imágenes compartidas por los usuarios de las redes sociales para la predicción de consumo de sustancias nocivas para la salud.
- Patrones que permitan la caracterización de enfermedades cerebrales.
- Inspección, diagnóstico y pronóstico de daños para puentes de acero.
- Alerta temprana para sistemas y programas sociales de infancia.
- Control de consumos eléctricos implementados en microcomputadores.
- Sistema de visión sintonizado espectralmente para generar imágenes en las bandas espectrales.

## Neurodatos:

- Análisis de exploración visual para plataforma informática.
- Control del trabajo minero en trabajo en altura usando neuromodulación.

## Sensores:

- Telemétrica automatizada que recolecte datos de redes de sensores.
- Identificación de la botella de vino a partir de una etiqueta tradicional codificada con una identificación de radio frecuencia.
- Tecnología de biosensor opto electrónico, para la detección y cuantificación óptica de residuos de antibióticos de uso veterinario.
- Trazabilidad animal mediante un dispositivo de identificación individual oficial.
- Dispositivo óptico-digital en la producción de semillas de mitflidos –mejillones- en Chile
- Equipos inalámbricos compactos, de bajo consumo, instalables al interior o al exterior de la infraestructura, para comunicación entre edificios.

Estos desarrollos tecnológicos no están totalmente enclaustrados en un algún subgrupo específico, por tanto pueden cruzar transversalmente la red, aumentando las externalidades tecnológicas positivas ante una focalización de instrumentos públicos.

- No hay dentro de las políticas públicas en Chile, en el periodo analizado 2012-2017, una apuesta clara al desarrollo de nuevas aplicaciones tecnológicas 4.0.
- Constatamos una alta centralidad del binomio minería-sensores. Resulta clave que la red de proveedores del conglomerado minero pueda generar relaciones cruzadas con los demás sectores de la economía, en sus relaciones de insumo-producto.
- Observamos como un “cuello de botella” la alta concentración territorial de estos proyectos de desarrollo en la capital nacional.
- Es fundamental el surgimiento de nuevas empresas 4.0. Es clave contar con una política pública acertada que fomente nuevos “modelos de negocios”, por ser estos una “punta de lanza” que permita la modernización productiva global.

- Estas nuevas empresas pueden ser categorizadas como “proveedores especializados” o “sectores basados en ciencia” facilitando la difusión de la nueva tecnologías 4.0 al resto de la economía nacional (Bogliacino y Pianta 2016).

- Fabricación de productos de informática, electrónica y de óptica.
- Fabricación de equipo eléctrico
- Fabricación de maquinaria y equipo
- Telecomunicaciones
- Investigación científica y desarrollo.

## Qué investigar?

- Cómo pueden innovar y difundir tecnologías 4.0 al resto del tejido productivo.
- Cómo se distribuyen sectorial y espacialmente.
- Cuál fue el resultado final empresarial de los proyectos Fondef-Idea adjudicados (tiempo)

**Dr. Francisco Gatica Neira**  
**Académico**  
**Departamento de Economía y Finanzas**  
**Facultad de Ciencias Empresariales**  
**Universidad del Bío-Bío**  
[fgatica@ubiobio.cl](mailto:fgatica@ubiobio.cl)  
T: @fgatican

**Grupo de Investigación DIUBB GI 195212/EF “Industria Inteligente y  
Sistemas Complejos”.**