



Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Bahía Blanca

**ESTRUCTURAS  
ORGANIZACIONALES  
PRODUCTIVAS EN EL CLÚSTER  
DE BAHÍA BLANCA**

**PROPUESTA DE EVALUACIÓN MEDIANTE  
LA APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE GRAFOS**

ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA GERENCIAL -  
TRABAJO FINAL INTEGRADOR

ALUMNO: Lic. Fernandez Madarieta, Germán David  
TUTOR: Dr. Ing. Molina, Alejandro

Bahía Blanca, 2022

**ÍNDICE**

<b><i>RESUMEN</i></b>	<b>2</b>
<b><i>PALABRAS CLAVES</i></b>	<b>2</b>
<b><i>LISTA DE TABLAS, FIGURAS y ABREVIATURAS</i></b>	<b>2</b>
<b><i>1.INTRODUCCIÓN</i></b>	<b>5</b>
<b><i>2.OBJETIVOS</i></b>	<b>8</b>
<b><i>3.DESARROLLO</i></b>	<b>9</b>
3.1. Planteo del problema	9
3.2. Antecedentes	12
3.3. Marco teórico	16
3.4. Metodología	26
3.5. Análisis de datos	30
3.6. Resultado	33
<b><i>4.CONCLUSIONES</i></b>	<b>42</b>
<b><i>5.APÉNDICES/ANEXOS</i></b>	<b>44</b>
<b><i>6.REFERENCIAS/BIBLIOGRAFÍA</i></b>	<b>47</b>

## EIG-TFI

## RESUMEN

La evaluación de la estructura organizacional de las empresas ha demostrado ser fundamental para enfrentar los cambios de su entorno económico y tecnológico. Los modelos de evaluación aplicados se basan en las evaluaciones que no analizan las estructuras de la organización, las cuales potencian o dificultan su capacidad de adaptación a los desafíos de un cambio tecnológico cada vez más veloz y un entorno económico cada vez más cambiante. En particular, en el clúster productivo de Bahía Blanca se puede encontrar empresas de distintas características, desde una empresa multinacional a una PyME familiar muy consolidada; todas poseen distintos tipos de encadenamientos productivos entre sí. En función de ello, y aplicando el conocimiento ya adquirido en estudios anteriores, surge el interés de evaluar la estructura organizacional de las empresas de producción en el clúster de Bahía Blanca, mediante modelos surgidos de la teoría de grafos. Con ellos se podrá formular propuestas de mejora de las organizaciones, planes de capacitación, incentivos y mejora de los índices de producción. También puede ayudar a iniciativas oficiales para formular planes de asistencia oficial, políticas de incentivos y asistencia crediticia para fines específicos.

## PALABRAS CLAVES

Bahía Blanca, clúster, estructuras organizacionales, empresas, evaluación, PyME, organización, Taylorismo, teoría de grafos.

## LISTA DE TABLAS, FIGURAS y ABREVIATURAS

### TABLAS:

Tabla 1. FODA estratégico.	11
Tabla 2. Ventajas y desventajas de la Administración científica.	13

## EIG-TFI

Tabla 3. Escala grafica de evaluación por desempeño.	23
Tabla 4. Tabla de formato del método de clasificación alterna.	23
Tabla 5. Comparación por pares.	24
Tabla 6. Resumen métodos de evaluación.	25
Tabla 7. Resultados de Beneficios teóricos para las distintas EO y la evidencia de las encuestas (variable “r”).	32
Tabla 8. Resultados de Beneficios teóricos para las distintas EO y la evidencia de las encuestas (variable “A”).	33
Tabla 9. Resultados de Beneficios teóricos para las distintas EO y la evidencia de las encuestas (variable “g”).	33
Tabla 10: Resumen de resultados teóricos.	41

### FIGURAS:

Figura 1. Evaluación 360°.	22
Figura 2. Distribución forzada.	24
Figura 3. Modelización de las EO en microempresas.	28
Figura 4. Distribución de la cantidad de empleados por empresa encuestada.	30
Figura 5. Empresas sin organigrama formalizado.	31
Figura 6. Distribución de las distintas EO en las Empresas.	31
Figura 7. Beneficios para “r” variable y $A=g=1$ en las distintas EO.	34
Figura 8. Beneficios para “r” variable y $A > g$ en las distintas EO.	34
Figura 9. Beneficios para “r” variable y $A < g$ en las distintas EO.	35
Figura 10. Beneficios para “A” variable y $r=g=1$ en las distintas EO.	36

## EIG-TFI

Figura 11. Beneficios para “A” variable y $r > g$ en las distintas EO.	36
Figura 12. Beneficios para “A” variable y $r < g$ en las distintas EO.	37
Figura 13. Beneficios para “g” variable y $A = r = 1$ en las distintas EO.	37
Figura 14. Beneficios para “g” variable y $A > r$ en las distintas EO.	38
Figura 15. Beneficios para “g” variable y $A < r$ en las distintas EO.	38
Figura 16. Componentes de un grafo.	46
Figura 17. Tipos de grafos.	47

### ABREVIATURAS:

BARS: Behaviorally Anchored Rating Scale (escala de calificación anclada en el comportamiento).

BSC: Balance Score Card (Saldo de la tarjeta).

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

CREEBBA: Centro Regional de Estudios Económicos de Bahía Blanca Argentina.

EVA: Valor Económico Agregado.

EO: Estructuras organizacionales.

FOP: Fundación Observatorio PyME.

KGs: Knowledge Graphs (Gráficos de conocimiento).

MVA: Valor Agregado de Mercado.

PERT: Program Evaluation and Review Technique (Técnica de revisión y evaluación de programas).

PyME: Micro, pequeña o mediana empresa.

## EIG-TFI

RRHH: Recursos humanos.

TIC's: Tecnologías de la información y la comunicación.

UNS: Universidad Nacional del Sur.

UTN FRBB: Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca.

## 1.INTRODUCCIÓN

El incremento del rendimiento de una organización es el objetivo fundamental que se persigue y que se puede definir simplemente como el desempeño de la empresa en comparación con sus metas y objetivos. En un principio el desempeño se media según criterios financieros, y si bien son prácticos y útiles, según Wu y Liu [1] las mediciones financieras clásicas no pueden crear ventajas dentro de un entorno competitivo intenso. Al evolucionar los conceptos de las EO se volvió necesario disponer de nuevas formas de medición para decisiones adecuadas y evaluar el desempeño de una empresa. La información financiera y no financiera se utilizaron en conjunto y proporcionó un valor agregado significativo al análisis. La información no financiera es la que refleja el capital intelectual y el nivel de conocimiento organizacional. Entre estos conceptos de medición y modelos de desempeño organizacional se puede mencionar el EVA, MVA, o conceptos de medición integral como BSC, la perspectiva del cliente, la perspectiva del proceso interno, el aprendizaje y la perspectiva de crecimiento: así como RRHH, producción, satisfacción de las partes interesadas, estrategia y alineación de procesos, desempeño operativo, creación de valor, visión corporativa, crecimiento organizacional, ventaja competitiva, etc. Para ordenar estos métodos se realizó una revisión de la literatura donde se identificó siete medidas de desempeño donde se utilizaron diferentes indicadores de rendimiento. Estos son:

- Rendimiento financiero
- Rendimiento de la innovación
- Desempeño de crecimiento

## EIG-TFI

- Desempeño operacional
- Ventaja competitiva
- Creación de valor
- Mediciones de desempeño general e integral

En particular, este trabajo se centra en hallar una forma alternativa de evaluar el rendimiento de una estructura organizacional como variable de una medición de desempeño financiero frente a eventos externos, cualquiera sea su naturaleza, lo que le permite incorporarse en algunas de estas categorías mencionadas. Se considera que la estructura organizacional de una empresa influye en el comportamiento de ellas, fundamentalmente mediante dos aspectos: en el rendimiento, pues influye en la rentabilidad, la velocidad de ejecución de tareas o en la adaptación a las innovaciones, ese comportamiento, afecta las métricas administrativas y la intensidad de la vocación competitiva; en segundo lugar, la estructura de una empresa afecta a las personas y/o sus unidades operativas de la organización. Además, la estructura de la empresa condiciona cambios en el entorno económico o social, produciendo ajustes en las formas de comunicación interna y la intensidad de los vínculos de una empresa.

Podemos poner como ejemplo, a una organización que ha funcionado en un mercado estable y debe hacer frente a una innovación disruptiva que afecta su estructura de costos, afectado los precios de sus insumos o productos. La respuesta de la organización puede separarse en dos partes: la respuesta inmediata de la empresa al cambio externo y la respuesta final luego de la reorganización de la empresa. Esta separación se justifica ya que cambios en el entorno operativo producen reajustes estructurales, como señalan Brynjolfsson y Hitt [2], quienes demostraron que las ganancias de productividad de la introducción de TIC's no se podían efectivizar hasta que la estructura de las empresas se modele para aprovechar las nuevas tecnologías. Estos cambios de la estructura organizacional se pueden representar utilizando grafos. Esta aproximación fue desarrollada en disciplinas vinculadas a la sociología, la administración científica y algunos enfoques de la economía.

En el campo de la sociología Wasserman y Faust [3] realizaron una revisión exhaustiva de la literatura sobre una clase de grafo: las redes sociológicas. En la misma disciplina

## EIG-TFI

Valente [4] analizó mediante grafos a las estructuras sociales, a partir de cómo los modelos de redes de relaciones sociales influyen en la difusión de productos e ideas. Huberman y Hogg [5] investigaron el surgimiento y la evolución temporal de las redes informales de colaboración. Carley [6] estudió cómo influye en la estabilidad de los grupos la estructura de estos. Reichman [7] utilizó estos grafos de redes para analizar las características estructurales de las organizaciones partícipes del proceso global de la eliminación de la producción y el consumo de sustancias que afectan la capa de ozono.

Los grafos como modelos de redes se han utilizado también en Economía. Radner [8][9] estudió cómo se afecta la capacidad de una organización para realizar una tarea asociativa en función de la estructura y la capacidad de procesar información. Avances son de estas ideas se realizaron por parte de Van Zandt y Radner [10] y Van Zandt [11][12][13]. Otros comportamientos económicos fueron modelados por Page [14], Miller [15], DeCanio y Watkins [16], Grandori [17] y Kennedy [18]. También se estudió problemas de diseño organizacional óptimo para casos en los que los óptimos se determinan en forma analítica, como lo hicieron Marschak y Reichelstein [19] y Gersbach y Wehrspohn [20].

En la teoría de la organización y la ciencia de la gestión, los modelos de grafos basados en redes se vinculan con la sociología y la economía, manteniendo características distintivas propias. Distintas revisiones señalan a como antecedente remoto a Graicunas [21], quien analizó el alcance del control gerencial sobre su organización. Modelos posteriores apuntan al procesamiento computacional y la representación algorítmica de rutinas en la toma de decisiones, como ejemplo puede tomarse los trabajos de Carley y Prietula [22], Krackhardt [23], Lant [24], Levitt [25], Lin y Carley [26], Mihavics y Ouksel [27], Levinthal [28] y Carley y Lee [29]. Otros autores citan el uso de sistemas informatizados para modelizar las EO, como Burton y Obel [30].

En los siguientes apartados desarrollaremos un modelo simple de grafos en red para modelizar las comunicaciones internas de una empresa y cómo se vincula a la contribución de la rentabilidad ante una innovación. Analizamos estos modelos para pequeñas organizaciones y algunos casos particulares. Los resultados hacen referencia al desempeño general de la organización y a las características de sus componentes. Por último, se realizaron comparaciones con los datos de una encuesta en el clúster económico de Bahía Blanca y se verá qué implicaciones tienen en términos del uso de grafos para explicar la respuesta de las empresas frente a cambios externos.

## EIG-TFI

### 2.OBJETIVOS

Podemos definir el siguiente objetivo general:

OBJETIVO GENERAL: Se busca plantear un instrumento de evaluación para estructuras organizacionales basado en un modelo obtenido a partir de la utilización de la teoría de grafos, esto con el fin de ser utilizados con empresas del clúster de Bahía Blanca.

En base al objetivo general, definimos los particulares:

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Formular diagnósticos de las organizaciones y proponer algunos indicadores que se vinculen con la producción.
2. Identificar las variables de la estructura organizacional.
3. Estructurar los instrumentos de evaluación del desempeño de las variables de la estructura organizacional a nivel de empresa.
4. Desarrollar modelos a partir de la teoría de grafos que permitan describir, caracterizar y evaluar la estructura organizacional de las empresas.
5. Desarrollar un modelo vinculante entre la teoría de grafos y la estructura organizacional con las características de las empresas del clúster de Bahía Blanca.
6. Aplicar los instrumentos desarrollados para evaluación del desempeño de las variables de la estructura organizacional a nivel de cada empresa.
7. Aplicar los instrumentos desarrollados para la evaluación del desempeño de las variables de la estructura organizacional a nivel grupal dentro del clúster de Bahía Blanca.
8. Analizar los resultados para validar los modelos y los resultados de las encuestas.
9. Proponer medidas para dar solución a problemas que puedan detectarse y/o proponer mejoras para aumentar la productividad del clúster de Bahía Blanca.

La evaluación de la estructura organizacional de la empresa ha demostrado ser fundamental para enfrentar los cambios de su entorno económico y tecnológico. Los modelos de evaluación que se aplican se basan en evaluaciones que no analizan las estructuras de la organización, las cuales potencian o dificultan su capacidad de adaptación a los desafíos de un cambio tecnológico cada vez más veloz y un entorno económico cada vez más cambiante.

## EIG-TFI

En particular, en el clúster productivo de Bahía Blanca se puede encontrar empresas de distintas características, desde una empresa multinacional a una PyME familiar muy consolidada, y todas poseen distintos tipos de encadenamientos productivos entre sí. En función de ello, y aplicando el conocimiento ya adquirido en estudios anteriores.

## 3.DESARROLLO

### 3.1. Planteo del problema

Este proyecto propone el desarrollo un modelo que se contrastaron mediante la realización de encuestas y datos recopilados en otras investigaciones por Alvarado, E. [31], Amat [32]. Se propone la utilización de modelos computacionales basados en la teoría de grafos debido a su elevado potencial para describir, analizar y verificar modelos, sobre todo en el análisis de procesos estocásticos. Para entender y expandir el horizonte del análisis de las EO se requiere de modelos matemáticos para estimar el desempeño de la organización ante situaciones comunes y extraordinarias como afirma Elmaghraby [33].

Los distintos tipos de grafos son adecuados para estudiar y describir sistemas que procesan información con características concurrentes, asíncronas, distribuidas, paralelas, no determinísticas y/o estocásticas. Sin embargo, en la teoría clásica de grafos se plantea el desafío de plantearse nuevas aplicaciones en conjunto con los sistemas informáticos, como definen Yellen y Gross [34]. Este modelo computacional que es la teoría de grafos constituye una herramienta de alto potencial descriptivo y permite una representación clara de sistemas cuya dinámica se caracteriza por la concurrencia, sincronización, exclusión mutua y conflictos, facilitando con ello la descripción y la elaboración de modelos, así como el posterior análisis de resultados experimentales [35][36].

La naturaleza gráfica y formal de los grafos permite una descripción fácilmente comprensible de una estructura organizacional para modelar comportamientos que incluyan secuencias, concurrencia, paralelismo y toma de decisiones [37][38]. Las distintas formas que pueden adoptar los grafos permiten que la modelización de estructuras organizativas pueda realizarse con instrumentos muy descriptivos. Asimismo,

## EIG-TFI

permiten representar los diversos escenarios que se le presentan en una estructura organizativa, identificar variables críticas y conocer el comportamiento de las integrantes de la estructura organizativa cuando los parámetros de una variable cambian [33][34][19][40].

A partir de un modelo válido se puede plantear la simulación de distintos escenarios, algo que es esencial porque evitaría fallas que ocurrirían en el mundo real, especialmente en el tratamiento de crisis externas, donde los errores significan importantes pérdidas para la empresa. Por ello la metodología y la evolución de la investigación propuesta siguen el mismo derrotero: estudio, modelización, obtención de datos, análisis de aplicabilidad de los modelos propuestos y/o reformulación de éstos y formulación de propuestas. Con el objetivo alcanzar las metas planteadas, la metodología de desarrollo incluye las siguientes fases:

### 1. Formulación de la problemática:

A partir de algunos modelos existentes y otros a formularse se analizará un escenario de posibles modelos y soluciones para cada modelo [33][34][36][40].

### 2. Diseño de encuestas para capturar las distintas variables de la estructura organizacional:

Establecida una metodología de análisis, se eligen los modelos viables a partir de datos obtenidos por otras investigaciones, que - aunque no sean específicas - permiten valorar las mejores representaciones que estos modelos proponen. La metodología de selección se realizará a partir de algunos trabajos disponibles, tales como: Ivancevich, Konopaske y Matteson [41], Lima Filho, Cavalcanti y Justel [42]. Los datos que sean necesarios para ampliar los análisis serán la base para el diseño de los formularios de las encuestas.

Se consultarán trabajos que aportarían algunos datos de importancia, como ser los datos obtenidos de las PyME por el FOP, cámaras empresariales, el Ministerio de Economía, el repositorio de la CEPAL, del CREEBBA, y estudios realizados en la UNS y la UTN FRBB. Con parte de estos datos se completará el diseño de los modelos y con los otros datos se evaluarán estos [34][35][43]. La inclusión del diseño en esta etapa se debe a que muchos modelos imponen restricciones a ciertas características operativas del modelo, las que se analizarán como parte de una performance integral del modelo seleccionado.

### 3. Validación de los modelos:

## EIG-TFI

Los modelos implementados se evaluarán mediante su desempeño para explicar, en condiciones controladas (sin interacción y en distintas condiciones simuladas) y en distintas condiciones reales a partir de los datos obtenidos mediante las encuestas del comportamiento organizacional ante distintas situaciones [43].

#### 4. Análisis de Resultados y propuestas:

De los resultados obtenidos se puede derivar una mejora significativa sobre el estado del arte o formularse mejoras que recorrerán los pasos 2, 3, 4 y 5. Algunos de los trabajos citados como son los de Elmaghraby [34], Hellriegel y Slocum [40] y Molina [35][36] señalan que es posible lograr mejoras sobre los modelos que proponen, lo que valida el intento de obtener mejoras a partir de nuevos modelos.

Finalmente, se realiza un análisis FODA estratégico, como se ve en la tabla 1, ya que es una herramienta de utilidad para englobar y darnos una mirada más simplista de todo lo antes mencionado.

Tabla 1. FODA estratégico.

FACTORES INTERNOS			
FACTORES ORGANIZACIONALES		<p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Buena conectividad empresarial con otros clústeres.</li> <li>* Profesionales capacitados en aplicación de la teoría de grafos para empresas.</li> </ul>	<p><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Falta de estructura formal en las empresas del clúster.</li> <li>* Falta de conocimiento de la teoría de grafos.</li> </ul>
	<p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Búsqueda de mayor expansión de las empresas del clúster.</li> <li>* Interés de las empresas por el crecimiento organizacional.</li> <li>* Capacitaciones para empresas en teoría de grafos.</li> </ul>	<p><b>FO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Las conectividades permiten capturar las vinculaciones entre miembros de la organización.</li> <li>* Las empresas pueden introducir modificaciones simuladas en el grafo y ver los resultados antes de ponerlas en práctica.</li> </ul>	<p><b>DO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Los cambios que surgen en los procesos evolutivos de las organizaciones pueden ser predichos.</li> <li>* Los grafos permiten que una organización pueda compartir su modelo con otra con la que interactúa y obtener un modelo organizacional conjunto.</li> </ul>

X T E R N O S	Amenazas	FA	DA
	* Resistencia a la aplicación de la teoría de grafos (resistencia al cambio) por parte de las empresas.  * Crisis económica.  * Nuevos competidores foráneos.	* Utilizar al personal capacitado para despejar la mayoría de las dudas o miedos a la aplicación de grafos.  * Utilizar la conectividad empresarial para fortalecer el clúster ante las crisis económicas y los competidores foráneos.	* La simpleza de los grafos permiten que el personal de la empresa comprenda cómo funciona el modelo organizacional y pueda realizar aportes  * Muestra de beneficios financieros cuando se utiliza la teoría de grafos.

### 3.2. Antecedentes

La primera escuela de la administración es la escuela científica, propuesta por Frederick W. Taylor, que se basa en la aplicación de métodos científicos al trabajo realizado por los obreros con el fin de aumentar la eficiencia de la mano de obra, haciendo un uso adecuado de las máquinas y equipos, a través de la división del trabajo. Este escrito describe el modelo Taylorista no solamente desde el proceso productivo, también lo hace estudiando la época y los acontecimientos que rodearon al autor y sus postulados.

En base a la formulación de la productividad y organización de la producción del autor, la cual es una combinación de economía e ingeniería, se analiza el caso de una empresa tipo bahiense.

Frederick W. Taylor a través de la observación y la experimentación del proceso laboral logra obtener el control del trabajo, que era el principal problema en el ámbito de la producción industrial de principios de siglo XX. Taylor incorpora el cronómetro para analizar los movimientos, separa la ejecución del diseño en el proceso de producción y sugiere la incorporación de un departamento pensante y el establecimiento de una política salarial.

El sistema de Taylor se caracteriza por buscar el aumento de la producción y de la productividad. Sin embargo, esta propuesta contribuyó a destruir las habilidades de los obreros cuando se estableció la separación del diseño y la operación con el argumento de la necesidad de eliminar la flojera sistemática mediante la organización científica del

## EIG-TFI

trabajo. Esta tarea, desde la perspectiva de Taylor, era imposible de ser realizada por los propios obreros. Para ello era necesario contar con los conocimientos científicos de los ingenieros, por lo que Taylor propuso la incorporación en la estructura organizacional de un departamento de diseño para planear y organizar el trabajo. Con esta propuesta tanto los obreros como los supervisores se limitan exclusivamente a ejecutar las tareas planeadas en el departamento de diseño.

En virtud de la obtención de todo lo antes mencionado, Taylor propuso cuatro principios:

Estos postulados se mantienen vigentes con algunas modificaciones en el siglo XXI.

1. El estudio y organización científica del trabajo.
2. Selección y entrenamiento de los trabajadores.
3. Acción cooperativa entre directivos y operarios.
4. Responsabilidad y especialización de los superiores en la planificación del trabajo.

Analizando la Administración científica y sus principios antes mencionados, podemos definir las siguientes ventajas y desventajas, como se ve en la tabla 2:

Tabla 2. Ventajas y desventajas de la Administración científica.

Ventajas	Desventajas
Mayor especialización en los puestos de trabajo.	Línea de comunicación descendente, los obreros no pueden aportar y opinar.
El trabajo de cada obrero se realiza con mayor eficiencia.	Pérdida de la unidad de mando, generando conflicto entre los obreros.
Mejores resultados con la aplicación de la división del trabajo.	Promoción del individualismo para maximizar la eficiencia.
Se establece la diferencia entre el trabajo mental y manual.	
Aumento de la productividad, al remunerar al trabajador conforme a lo que produce.	
Desarrollo personal de los trabajadores.	

Analizado lo anterior, la evolución tecnológica vuelve a situar al trabajador, ahora, con un nivel de instrucción muy superior al de la época de Taylor, en un papel de mero ejecutor de rutinas e instrucciones.

## EIG-TFI

Este modelo ya obsoleto se sigue aplicando en Bahía Blanca por las siguientes razones:

- Respuesta económica: Gracias a la tecnología, puede conseguirse que personas con menor cualificación realicen tareas más complejas.
- Respuesta relativa a la propiedad del conocimiento: El conocimiento albergado en las personas no es propiedad del empresario y éste opta por albergar en procesos y en los sistemas de información que los gestionan.
- Respuesta funcional: Las personas cometen más errores, especialmente en aquellos temas no rutinarios.

Cuando se plantea la cuestión de esta forma, queda algo claro: La relación de la empresa con las personas se está planteando en unos términos estrictamente económicos. Debido a esto, el taylorismo fue puesto en duda durante la segunda mitad del siglo XX, y en base a esto se crearon otras teorías de la organización, la teoría X y la teoría Y (Douglas McGregor) y la teoría Z (William Ouchi).

Las últimas dos décadas se produce un cambio revolucionario en el desarrollo de la tecnología, el requerimiento de los clientes, la globalización de los mercados, la necesidad de innovación constante y la preocupación por el medio ambiente que han convertido el taylorismo en algo obsoleto.

En la búsqueda de otros instrumentos de análisis, la aplicación de la teoría de grafos se ha convertido en una herramienta para empresas y organismos públicos en la gestión de datos. Las capacidades sorprendentemente amplias de las bases de datos de grafo frente a los modelos relacionales tradicionales permiten dar un salto de calidad gigante en materia analítica [44].

Se pueden destacar algunos ejemplos de casos de uso de la teoría de grafos en organizaciones en las últimas dos décadas:

### 1. Tecnología de grafos aplicada a la manufactura

En este caso, son conceptos centrales las relaciones y las dependencias. Esto convierte a la teoría de grafos en la opción perfecta para gestionar la información con rapidez. Numerosas empresas de la manufactura han podido mejorar sus sistemas de gestión de procesos. Aquí podemos mencionar:

## EIG-TFI

- El uso del algoritmo de Dijkstra, también llamado algoritmo de caminos mínimos [45]. El cual propone una metodología computacional para aumentar la productividad a través del análisis de las operaciones optimizando el método de trabajo.
- Los gráficos de información (KG), son una tecnología útil para modelar y almacenar grandes volúmenes de material débilmente ordenado [46].
- Modelos, métodos y herramientas de optimización de costos en la manufactura. La optimización de costos se realiza en base a un modelado de simulación de varios escenarios de desarrollo de EO. Los resultados de la simulación pueden ser útiles en las demostraciones de viabilidad de los planes y estrategias de desarrollo a largo plazo [47].

### 2. Rastreabilidad en Manufactura

Adicionalmente en la manufactura, se pueden desarrollar soluciones en grafos para desarrollar análisis de rastreabilidad. La trazabilidad como fuente de información, es una práctica que fortalece las dinámicas de manejo y seguimiento de los productos, los clientes y los proveedores, afianzando la visión de cadena de suministro y permitiendo entender desde este concepto, la importancia de su valor agregado [48].

### 3. Gestión de clientes

Los intereses de los clientes varían con mayor rapidez y las relaciones entre ellos y los productos o servicios son más útiles para crear propuestas estratégicas de marketing que las clásicas investigaciones de mercado. Gracias a la teoría de grafos, las empresas pueden contar con un análisis de 360° (evaluación de 360) sobre sus clientes. Es posible contemplar mayores y mejores datos, y con estos poder crear y ofrecer propuestas de valor que sean de interés para el usuario y acciones que eviten la pérdida de clientes.

Un ejemplo de esto es la factibilidad de la aplicación de teoría de grafos sobre la base de clientes del banco y así identificar los clientes de mayor relevancia para una campaña de tarjetas de crédito [49].

### 4. Tecnología de grafos aplicada a la recomendación de productos:

Especialmente en el mundo del comercio electrónico que se caracteriza por venta al por menor, los sistemas de recomendación cumplen con una función importante.

## EIG-TFI

Gracias a las bases de datos de grafos se pueden crear modelos de sistemas de recomendación que consideren distintos factores. Desde las compras anteriores del usuario, los artículos más recientes con los que ha interactuado, entre otros. Estos sistemas brindan una visión rápida y amplia de lo que el usuario desea y necesita, incrementando los índices de conversión.

Una de estas plataformas son los jueces en línea, donde los sistemas de recomendación podrían ayudar a los usuarios en la selección de los problemas a resolver que les resulten más interesantes [50].

### 3.3. Marco teórico

La intensa competencia global, los rápidos cambios tecnológicos, los avances en fabricación y tecnología de la información y clientes exigentes obligan a los fabricantes a optimizar el proceso de fabricación, las operaciones y todos los posibles nodos de cadenas de suministro que les permiten ofrecer productos de alta calidad en un corto período de tiempo.

La búsqueda de esta optimización ha intensificado la demanda de mayor velocidad de desarrollo de productos, flexibilidad de fabricación, eliminación de desechos, mejor control de procesos, utilización eficiente de mano de obra y alcance global para obtener ventajas competitivas, según describen los trabajos de Karim, Smith y Halgamuge [43], Moore [51], Allway y Corbett [52], Papadopoulou, Ozbayrak [53]. Sin embargo, a medida que los mercados globales evolucionan, lograr este objetivo se ha vuelto cada vez más complejo debido a la dinámica cambiante del mercado, los entornos competitivos globales, las limitaciones de recursos y la variación de la capacidad de producción.

Las definiciones de Organización han variado también en el transcurso de los años, en consonancia con los cambios sociales, económicos y tecnológicos. Pastén [54] concibe a las organizaciones como unidades sociales construidas en forma deliberada o reconstruida para alcanzar fines específicos. Porter, Lawler y Hackman [55], afirman que las organizaciones están compuestas de individuos o grupos, en vistas a conseguir ciertos fines y objetivos, por medio de funciones diferenciadas que se procura que estén racionalmente coordinadas y dirigidas y con una cierta continuidad a través del tiempo. Esto genera un criterio de análisis basado en una cierta estructura de individuos que

## EIG-TFI

persiguen un objetivo y en función de esto puede evaluarse como influye la estructura en el logro de estos. Así se pueden generar instrumentos de evaluación que vinculen los roles de los individuos en la estructura, pero, si la evaluación no se relaciona con el puesto esta carece de validez. Se entiende que dicha evaluación es práctica si es comprendida por evaluadores y evaluados. Un sistema complicado puede conducir a confusión o generar suspicacia y conflicto.

Podemos citar algunos de los métodos más comunes:

### 1. Evaluaciones por parte de los miembros de la organización:

Un sistema de evaluación muy complicado puede conducir a confusión o generar suspicacia o conflicto, y un sistema estandarizado para toda la organización es muy útil porque permite prácticas iguales y comparables. Este sistema corresponde al principio de igual compensación por igual prestación. La evaluación hecha por parte de los superiores es la realizada por cada jefe a sus subordinados, en la cual el superior es quien mejor conoce el puesto de trabajo del subordinado, así como su rendimiento. Puede ser de autoevaluación, la cuál es la evaluación en la que el empleado hace un estudio de su desempeño en la organización. Los empleados que participan en este proceso de evaluación pueden tener una mayor dedicación y se comprometen más con los objetivos de la organización. Una evaluación de iguales se realiza entre personas del mismo nivel y suele ser un predictor útil de rendimiento. La evaluación por parte de los subordinados es la que realizan los empleados a sus jefes, la cual puede hacer que los superiores sean más conscientes de su efecto sobre los subordinados.

La evaluación por parte de los clientes es la que realizan los clientes al titular del puesto. Resulta adecuada en diversos contextos.

### 2. La evaluación de 360°:

Agrupar a todos los métodos anteriores, y si bien su administración es complicada, su conexión con la filosofía de la gestión de la calidad total y el mayor nivel de satisfacción de los evaluados es de gran utilidad. El seguimiento informático, método que puede resultar rápido y aparentemente objetivo, ha puesto de manifiesto varios temas cruciales relacionados con la gestión y utilización de los recursos humanos, concretamente en cuanto a la invasión del derecho a la intimidad del empleado. La evaluación misma se

## EIG-TFI

suele realizar usando un método formal y predeterminado, como puede verse gráficamente en la figura 1 [56].

### 3. Método de la escala gráfica de calificaciones:

La escala gráfica de calificaciones es una de las técnicas más simples y populares para evaluar el desempeño, donde se enumeran las características (como la calidad y confiabilidad) y un rango de valores para el desempeño (desde insuficiente hasta sobresaliente) de cada una de las características. El supervisor califica cada uno de los subordinados señalando con una marca o círculo la calificación que describe su mejor desempeño en cada característica y después se suman los valores asignados a las características para obtener un total. Muchas empresas en lugar de evaluar características o factores genéricos como calidad y cantidad especifican las obligaciones que evaluarán. Por consiguiente, las calificaciones según el grado de importancia se señalan como porcentajes de cada una de las cinco categorías.

La forma también tiene un espacio para los comentarios y para la evaluación de los atributos generales del desempeño, como puntualidad a la hora de entrada y observancia de las reglas del trabajo, como por ejemplo la tabla 3 [57].

### 4. Método de clasificación alterna:

Consiste en ordenar a los empleados desde el mejor hasta el peor, en cuanto a una característica particular, eligiendo al más alto y después al más bajo, hasta clasificarlos a todos. Los pasos son, hacer una lista de todos los subordinados que se piensa calificar, después se elimina los nombres de aquellos que no se conoce lo bastante bien como para poder clasificarlos por orden; a continuación, se indica cuál es el empleado que ocuparía el lugar más alto en la característica que está midiendo y también cuál estaría en el lugar más bajo. Después se selecciona el que iría después del más alto y del más bajo alternando entre ambos hasta que hayan quedado ordenados todos los empleados. En la tabla 4 se ejemplifica.

### 5. Método de la comparación por pares:

El método de comparación por pares sirve para aumentar la exactitud del método de calificación alterna. Se toma cada una de las características (cantidad de trabajo, calidad de trabajo, etc.) y se compara cada uno de los subordinados con cada uno de los demás para poder compararlos. Para este método se realiza una gráfica con todos los pares

## EIG-TFI

posibles que se generen con el determinado número de empleados que evaluará y de cada una de las características. A continuación, indicará para cada característica (con un + o un -) cuál de los empleados del par es mejor. Después se registraron los resultados y se exponen en la tabla 5 [58].

### 6. El método de la distribución forzada:

Se colocan porcentajes predeterminados de empleados en varias categorías de desempeño. El propósito es lograr una mayor diferenciación entre los empleados de tal manera que los empleados sobresalientes puedan ser identificados. La metodología consiste en establecer intervalos en porcentajes, donde sólo pueden entrar los subordinados que reúnan los criterios de evaluación encuadrándose en los intervalos no entrando más personas con porcentajes diferentes a los establecidos. En la figura 2 se ve la distribución forzada en un gráfico de “campana de gauss”:

### 7. Método de los incidentes críticos:

Este método se basa en que en el comportamiento humano existen ciertas características fundamentales capaces de llevar a resultados positivos (éxito) o negativos (fracaso). Se trata de una técnica sistemática por medio de la cual cada superior inmediato investiga, observa y registra los hechos, positivos o negativos, más destacados del desempeño de cada subordinado en sus tareas. Este método puede dividirse en tres fases:

- a) En la fase uno se observa el comportamiento de los subordinados. El superior inmediato hace seguimiento y observa detallada y cuidadosamente el comportamiento de sus subordinados en el desempeño de sus tareas.
- b) En la fase dos se registran los hechos significativos. El superior inmediato anota y registra todos los hechos realmente significativos y destacados del comportamiento del subordinado, o sea, todos los incidentes críticos, que podrán referirse al desempeño altamente positivo (éxito) o el desempeño altamente negativo (fracaso).
- c) En la fase tres se investiga la aptitud y el comportamiento. Esta fase se desarrolla en intervalos regulares de tiempo, mediante entrevistas entre el superior inmediato y el empleado evaluado. El superior inmediato anota juntamente con el empleado evaluado las observaciones, los hechos y cambios.

El formulario de evaluación por el método de los incidentes críticos es estandarizado para toda la empresa, cualesquiera sean los niveles o áreas involucradas. Cada factor de evaluación ocupa una hoja del formulario, que incluye hojas adicionales donde el

## EIG-TFI

evaluador puede anotar factores imprevistos entre los factores de evaluación seleccionados, tales como:

a) Aspectos negativos - Aspectos positivos:

- Trabaja lento - Trabaja rápido.
- Pierde tiempo durante la jornada - Economiza tiempo en el expediente del trabajo.
- No inicia su tarea prontamente - Inicia inmediatamente una nueva tarea, a pesar de tener otros trabajos en desarrollo.

b) Las formas narrativas:

Algunos administradores usan formas narrativas para evaluar al personal, este método requiere que el evaluador prepare un ensayo que describa al empleado que evalúa con la mayor precisión posible. Se requiere que el supervisor:

- Califique el desempeño del empleado por cada una de las habilidades o los factores del desempeño, como sería el caso de la planeación.
- Anote ejemplos críticos en un plan para ayudar al empleado a entender dónde tuvo un buen o mal desempeño y donde tiene que mejorar.

Esta forma tiene sin embargo muchos problemas, es una tarea que exige mucho tiempo, es subjetiva y no siempre los evaluadores cuentan con un buen estilo de escritura, por lo tanto, los buenos escritores brindarán evaluaciones más favorables de sus empleados, que aquellos con menor capacidad literaria.

c) Escalas de estimación ancladas:

Una escala de estimación anclada a conductas (BARS) combina narración de incidentes críticos y las estimaciones cuantificadas (como las escalas gráficas de estimación) anclando una escala cuantificada con ejemplos conductuales específicos de desempeño bueno y deficiente. Sus defensores sostienen que produce evaluaciones más justas y mejores que los otros instrumentos presentados. Las escalas BARS por lo general siguen cinco pasos:

## EIG-TFI

- Generar incidentes críticos: Se pide a personas que conocen el trabajo que será evaluado (empleados y/o supervisores) que describan casos específicos (incidentes críticos) de un desempeño eficaz o uno ineficaz.
- Elaborar las dimensiones del desempeño. Estas personas agrupan los incidentes en un conjunto más limitado de dimensiones del desempeño. (Ejemplo, 5 o 10).
- Reasignar los incidentes: Otros grupos de personas que también conocen el trabajo reasignan los incidentes críticos originales. Se les proporciona las definiciones de los grupos y los incidentes críticos y se les pide que asignen cada incidente al grupo que en su opinión encajen mejor.
- Hacer una escala con los incidentes: Este segundo grupo de personas, se encarga de estimar la conducta descrita en el incidente sobre la eficacia o ineficiencia con la que se representa el desempeño en una dimensión apropiada (lo típico son escalas de siete o nueve puntos).
- Elaborar el instrumento final: Se usa una subserie de incidentes (por lo general seis o siete grupos) como anclas de la conducta para cada dimensión.

La evaluación requiere de estándares del desempeño, que constituyen los parámetros que permiten mediciones más objetivas. Las mediciones del desempeño son los sistemas de calificación de cada labor y deben ser de uso fácil, confiables y calificar los elementos esenciales que determinan el desempeño.

Los elementos subjetivos del calificador son las mediciones subjetivas del desempeño que pueden conducir a distorsiones entre las que se pueden citar:

1. Efectos de acontecimientos recientes:

Las calificaciones pueden verse afectadas en gran medida por las acciones más recientes del empleado. Es más probable que estas acciones (buenas o malas) estén presentes en la mente del evaluador. Un registro cuidadoso de las actividades del empleado puede servir para disminuir este efecto.

2. Tendencia a la medición central:

Algunos evaluadores tienden a evitar las calificaciones muy altas o bajas, distorsionando de esta manera sus mediciones para que se acerquen al promedio.

El efecto de halo o aureola ocurre cuando el evaluador califica al empleado predispuesto a asignarle una calificación aún antes de llevar a cabo la observación de su desempeño, basado en la simpatía o antipatía que el empleado le produce. Interferencia de razones

## EIG-TFI

subconscientes es cuando son movidos por el deseo inconsciente de agrandar y conquistar popularidad, muchos evaluadores pueden adoptar actitudes sistemáticamente benévolas o estrictas.

Una organización no puede adoptar ningún sistema de evaluación del desempeño. El sistema debe ser válido y confiable, efectivo y aceptado. El enfoque debe identificar los elementos relacionados con el desempeño, medirlos y proporcionar retroalimentación a los empleados y al departamento de personal. Si las normas para la evaluación del desempeño no se basan en los elementos relacionados con el puesto, se pueden traducir en resultados imprecisos o subjetivos.

Las evaluaciones solo relacionan el desempeño de los puestos de producción, pero no ahondan en la estructura de las relaciones de dichos puestos. Es ahí donde se centra la propuesta de construir un nuevo sistema modelizando en función de la estructura de las relaciones de producción y no en función del organigrama de la empresa.

El uso de grafos en la evaluación de las estructuras organizativas se restringe a aspectos de planificación (PERT) como surge del análisis realizado por Pastén [54] y anteriormente Elmaghraby [33].

Figura 1. Evaluación 360°.

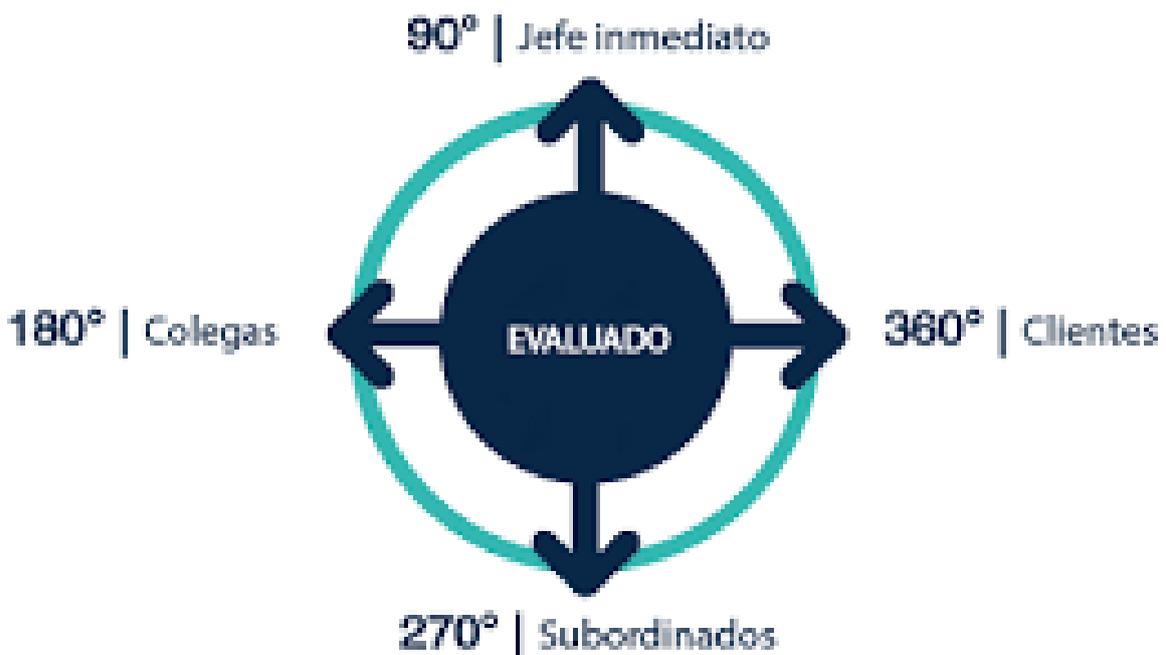


Tabla 3. Escala grafica de evaluación por desempeño.

Factores	Óptimo	Bueno	Regular	Apenas aceptable	Deficiente
<b>Producción</b> (cantidad de trabajo realizado)	Siempre supera los estándares	A veces supera los estándares	Satisface los estándares	A veces por debajo de los estándares	Siempre está por debajo de los estándares
<b>Calidad</b> (esmero en el trabajo)	Excepcional calidad en el trabajo	Calidad superior en el trabajo	Calidad satisfactoria	Calidad insatisfactoria	Pésima calidad en el trabajo
<b>Conocimiento del trabajo</b> (experiencia en el trabajo)	Conoce todo el trabajo	Conoce más de lo necesario	Conoce lo suficiente	Conoce parte de su trabajo	Conoce poco el trabajo
<b>Cooperación</b> (relaciones interpersonales)	Excelente espíritu de colaboración	Buen espíritu de colaboración	Colabora normalmente	Colabora poco	No colabora
<b>Comprensión de situaciones</b> (capacidad para resolver problemas)	Excelente capacidad de intuición	Buena capacidad de intuición	Capacidad satisfactoria de intuición	Poca capacidad de intuición	Ninguna capacidad de intuición
<b>Creatividad</b> (capacidad de innovar)	Siempre tiene ideas excelentes	Casi siempre tiene ideas excelentes	Algunas veces presenta ideas	Raras veces presenta ideas	Nunca presenta ideas
<b>Realización</b> (capacidad de hacer)	Excelente capacidad de realización	Buena capacidad de realización	Razonable capacidad de realización	Dificultad para realizar	Incapaz de realizar

Tabla 4. Tabla de formato del método de clasificación alterna.

<b>Escala de clasificación interna</b>	
El mejor en desempeño será el número uno (1), el siguiente mejor desempeño con el número dos (2), y así sucesivamente.	
1.	10.
2.	11.
3.	12.
4.	13.
5.	14.
6.	15.
7.	16.
8.	17.
9.	18.

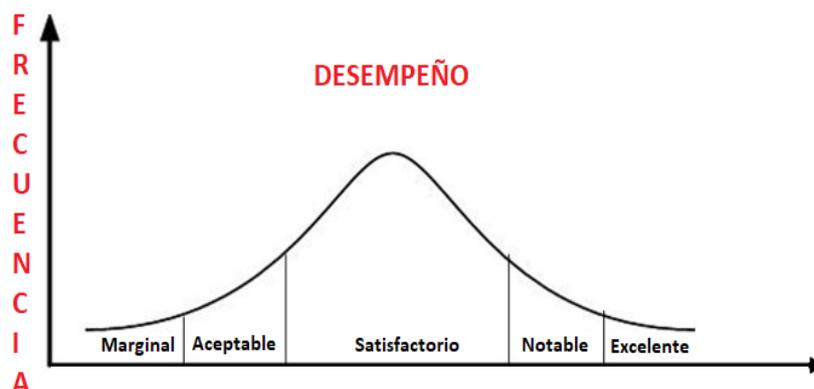
Tabla 5. Comparación por Pares.

	<b>A.</b> Rendimiento del proveedor	<b>B.</b> Capacidad técnica	<b>C. Estado</b> financiero	<b>D.</b> Sistema de calidad	<b>E.</b> Localización geográfica	<b>F.</b> Reputación	<b>G.</b> Precio y coste
<b>A.</b> Rendimiento del proveedor		A/2	A/1	A/3	A/2	A/2	A/2
<b>B.</b> Capacidad técnica			C/2	B/1	E/1	F/2	B/1
<b>C. Estado</b> financiero				C/3	C/1	0	C/1
<b>D. Sistema</b> de calidad					E/2	F/3	G/2
<b>E.</b> Localización geográfica						E/1	G/1
<b>F.</b> Reputación							F/1
<b>G. Precio y</b> coste							

0: no hay diferencia.  
 2: bastante superior.

1: Algo superior.  
 3: Muy superior.

Figura 2. Distribución forzada.



En la tabla 6 [59], se resumen todos los métodos analizados:

Tabla 6. Resumen métodos de evaluación.

Método de evaluación	Resumen	Ventajas	Desventajas
<b>Miembros de la organización</b>	<p>Evaluación de superiores.</p> <p>Evaluación entre pares.</p> <p>Autoevaluación.</p>	<p>Es muy útil porque permite prácticas iguales y comparables.</p> <p>Los empleados que participan en este proceso de evaluación pueden tener una mayor dedicación y se comprometen más con los objetivos de la organización.</p>	Muy complicado puede conducir a confusión o generar suspicacia o conflicto.
<b>360°</b>	Agrupar a todos los métodos.	Conexión con la filosofía de la gestión de la calidad total y el mayor nivel de satisfacción de los evaluados.	Administración complicada.
<b>Escala gráfica de calificaciones</b>	Se enumeran las características y un rango de valores para el desempeño de cada una de las características	<p>Técnica simple.</p> <p>Espacio para los comentarios y para la evaluación de los atributos generales del desempeño.</p>	La simplicidad puede llevar a un informe incompleto.
<b>Clasificación alterna</b>	Consiste en ordenar a los empleados desde el mejor hasta el peor, en cuanto a una característica particular, eligiendo al más alto y después al más bajo, hasta clasificarlos a todos.	Económico, fácil de usar, no requiere capacitación exhausta.	<p>Pueden existir distorsiones de datos, dificultad de estipulación de estos.</p> <p>Posibles problemas internos entre los miembros de la organización.</p>
<b>Comparación por pares</b>	Sirve para aumentar la exactitud del método de calificación alterna.	Es un método sencillo para calificar alternativas y clasificarlas.	Posibles problemas internos entre los miembros de la organización.
<b>Distribución forzada</b>	Se colocan porcentajes predeterminados de empleados en varias categorías de desempeño.	<p>Bajo costo que implica su aplicación.</p> <p>Minimiza la tendencia a la medición central y excesiva subjetividad.</p> <p>Cada empleado es comparado con todos.</p> <p>Proceso simple de muy sencilla aplicación.</p>	<p>Elaboración compleja.</p> <p>Ofrece solo resultados globales.</p> <p>Puede requerir de informes complementarios.</p>
<b>Incidentes críticos</b>	Cada superior inmediato investiga, observa y registra los hechos, positivos o negativos, más destacados del desempeño de cada subordinado en sus tareas.	<p>Método flexible.</p> <p>Económico.</p> <p>Fácil de entender los resultados</p>	<p>Tendencia a los incidentes que ocurrieron recientemente.</p> <p>Puede no ser muy representativo.</p> <p>Puede existir la evasión de datos.</p>

### 3.4. Metodología

Se supone que las relaciones entre componentes o miembros de una organización pueden representarse por un nodo componente de un grafo “G” que representa toda la organización, entonces el conjunto de todas las relaciones entre los miembros o componentes de una organización se convierte en un modelo de su estructura organizacional. Como se propuso antes estas relaciones no son invariantes, sino que antes cambios externos reaccionan de alguna manera en el corto plazo hasta adaptarse a los cambios en el largo plazo. Podemos plantear una respuesta transitoria u otra estacionaria.

Utilizando como parámetro descriptor del comportamiento de la organización (o empresa, se usará en forma indistinta ambas denominaciones) a la capacidad de aprovechar los cambios para generar beneficios, podemos suponer que en un estado inicial de la organización esta alcanzó un nivel de beneficios óptimo para su estructura organizacional y los componentes externos a ella. Si formalizamos esta relación podríamos decir que el nivel de beneficios “B” es función de los estímulos externos “Ex” y la estructura “G”. Se obtiene:

$$B = C(Ex, G) \quad (1)$$

Ya que “G” es un grafo de “N” nodos el orden de “G” es “NxN” y Ex es un vector de orden “N”, el que podemos suponer que solo tiene un componente no nulo, para simplificar el análisis. Si ahora se produce un cambio en la variable externa “ΔEx”, el cambio en “B” será:

$$\frac{\Delta B}{\Delta Ex} = C1(Ex, G) + C2(Ex, G) \frac{\Delta G}{\Delta Ex} \quad (2)$$

Dado que no se puede aplicar la derivada parcial a “C” al no ser una función de variables continuas, la función “C1” representa el efecto del cambio en B por efecto de “Ex” y “C2” representa el cambio por efecto de la adaptación de la estructura organizacional “G” por efecto del cambio en “Ex (ΔG/ΔEx)”. Se ha utilizado esta forma de análisis en trabajos realizados por DeCanio y Watkins [16] para analizar la difusión de la innovación sobre una base de variables estocásticas. La alternativa presentada permite un manejo conceptual más directo con representaciones gráficas y la utilización de cálculos y algoritmos más sencillos.

## EIG-TFI

Dado que la función beneficio se obtiene como el incremento del ingreso por la adaptación al cambio externo, menos los costos de la adaptación de la estructura organizacional; así “C1” representaría el beneficio obtenido luego de adaptarse a los cambios y “C2” los costos asociados a los cambios organizacionales.

Para expresar los ingresos podemos suponer que el ingreso generado por un componente o miembro de la organización identificado con el nodo “i” luego de un tiempo “Ti”, es “Ai” y si otro nodo “j” vinculado al nodo “i” accede adoptan el cambio generando también un ingreso “Aj” en un tiempo “Tj”, podemos suponer que los nodos vinculados de alguna manera se adaptaran al cambio con una velocidad media de “r”, generando un ingreso:

$$I(m) = \frac{\sum_{i=1}^N A_i}{(1+r)^{T_i}} \quad (3)$$

Aquí “m” designa el nodo origen a partir del cual se producen los cambios, si algún nodo “h” no se puede adaptar al cambio su “Th” tenderá a infinito y su contribución al ingreso será 0.

El costo de la adaptación para cada miembro o componente de la organización se supone invariante y dependiente de a cuantos otros componentes transmiten la adaptación al cambio (que es el grado de salida del Nodo que lo representa “Oi”), en este caso también se propaga con la misma tasa “r” que, para los ingresos, pero la propagación continúa indefinidamente, de modo que designado con “G” la unidad de costo se tendría para el nodo “i”:

$$G_i = \frac{\sum_{j=1}^{\infty} g^{O_i}}{(1+r)^j} \quad (4)$$

Simplificando

$$G_i = \frac{g_i^{O_i}}{r} \quad (5)$$

El costo total se obtiene considerando “N” nodos del grafo. Se obtiene:

$$B(m) = \frac{\sum_{i=1}^N A_i}{(1+r)^{T_i}} + \frac{\sum_{i=1}^N g_i^{O_i}}{r} \quad (6)$$

## EIG-TFI

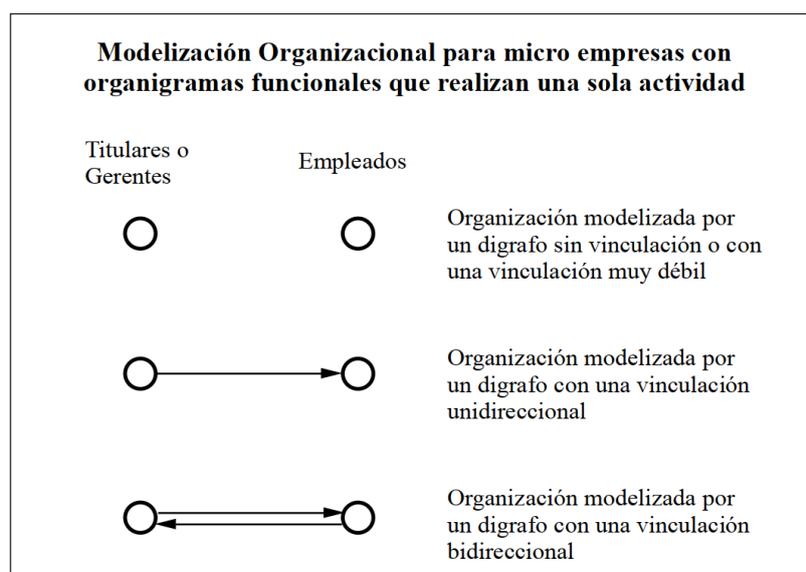
Esta fórmula permitiría calcular mediante un algoritmo computacional estimar el beneficio que obtiene una organización por la adaptación a un cambio externo iniciado a partir de la adaptación del nodo “m”, ya sea este beneficioso ( $B > 0$ ) o perjudicial ( $B < 0$ ). Puede generalizarse tomando el promedio de los distintos beneficios que se producirían iniciando desde los distintos nodos.

$$B = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{k=1}^N B(k) \quad (7)$$

Como puede apreciarse en la ecuación (7) utilizando las suposiciones sobre la uniformidad de los ingresos “ $A_i=A_j=A$ ” y de los gastos “ $g_i=g_j=g$ ” y compartiendo la premisa que las velocidades de generación de ingresos y costos son constantes e iguales a “r”. Obtenemos resultados similares a los planteados por DeCanio [16].

Algunas estructuras que se relevaron en particular en microempresas responden a una modelización como dígrafos, algunos con poca iteración algo muy común en empresas de servicio de limpieza, algunas con una vinculación unidireccional fuerte entre los titulares de la empresa y los empleados, como ocurre en empresas de reparaciones mecánicas. Por último, en microempresas de servicios financieros se verificó que el dígrafo tenía una vinculación bidireccional bastante equilibrada. Esto puede apreciarse en la figura 3 [59]:

Figura 3. Modelización de las EO en microempresas.



## EIG-TFI

Analizaremos los tres casos en función del beneficio que puede lograr cada una de estas organizaciones ante un evento externo, para ello asumimos que “ $A_1=A_2=A$ ”, y que “ $g_1=g_2=g$ ” lo cual podría responder a casos de empresas donde los titulares y empleados poseen niveles de conocimientos similares y cuya capacidad de adaptación y cambios es similar, ya sea esta buena o deficiente.

En el primer caso aplicando la ecuación (7) obtenemos:

$$B_{2I} = \frac{A}{(1+r)} - \left(\frac{2}{r}\right) \quad (8)$$

Aquí el subíndice “2I” indica que es un grafo de 2(dos) componentes correspondientes al caso 1 (uno), en este caso no importa donde inició el cambio ya que en virtud de la no vinculación y la suposición sobre los ingresos y costos iguales para cada componente. Para el caso 2 (dos) donde la vinculación del dígrafo es unidireccional obtenemos:

$$B_{2II} = A \left[ \frac{1}{(1+r)} + \frac{1}{(1+r)^2} \right] - \frac{(g+1)}{r} \quad (9)$$

En este caso la ecuación (9) representa el promedio de los beneficios obtenidos al iniciar el cambio en cada uno de los nodos. Para el caso de una adecuada vinculación bidireccional, se obtiene:

$$B_{2III} = A \left[ \frac{1}{(1+r)} + \frac{1}{(1+r)^2} \right] - 2 \frac{g}{r} \quad (10)$$

En el primer caso si la velocidad de adaptación es rápida ( $r \ll 1$ ) el beneficio dependerá de la relación entre el costo de adaptación y el incremento del ingreso. Esto se pudo verificar en caso de adopción de nuevas y mejores herramientas de trabajo con R pequeño, costo bajo y alto rendimiento de la adopción de nueva tecnología el beneficio fue considerable en empresas de servicios de limpieza que incorporaron nuevas herramientas. En casos donde la tecnología fue de difícil incorporación aumentando “r”, el beneficio se vio disminuido.

En el segundo caso cambia según donde se inicie la adaptación al cambio, observado que de iniciar a partir de los titulares el beneficio es menor que cuando se inicia por parte de los empleados, esto se verificó en la adopción de nuevas herramientas de trabajo pues el costo se asocia a la trasmisión de la capacidad de uso de dicha herramienta a los

## EIG-TFI

trabajadores, si estos ya adoptan inicialmente este costo no existe. Aquí en la adaptación lenta a los cambios el beneficio dependerá mayoritariamente de la relación entre los ingresos “A” y los costos “g”.

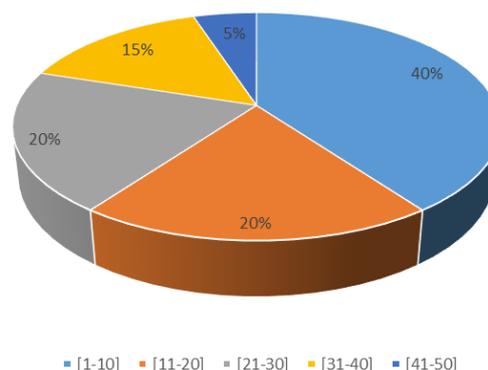
Para el tercer caso tenemos una dependencia directa del beneficio con la relación entre ingresos y gastos, pero la relación inversa con el tiempo de adaptación no es tan importante. En las empresas encuestadas esto se puso de manifiesto en el uso de TIC’s, donde la adaptación fue lenta, pero los beneficios se manifestaron ya que los ingresos eran mayores que los costos de adaptación.

En general pueden decirse que las estructuras muy vinculadas (vínculos bidireccionales) aprovechan los cambios externos si el ingreso (A) que se produce es significativo. Cuando el gasto o el tiempo de adaptación son significativos las estructuras no vinculadas (nodos aislados) son las que se adaptan con menores pérdidas. Las escasamente vinculadas (vínculos unidireccionales) sólo resultan convenientes cuando los ingresos de la adaptación superan a los gastos en casos donde la velocidad de adaptación a los cambios es grande.

### 3.5. Análisis de datos

En el clúster económico de la ciudad de Bahía Blanca se evaluaron un conjunto de trescientas (300) empresas [60], de los sectores del comercio minorista y mayorista, de servicios, de la manufactura y de la metalmecánica, donde se partió del organigrama de estas para formular una primera aproximación de un modelo de grafos de las EO, en la figura 4 se detalla la cantidad de empleados por empresa encuestada (%).

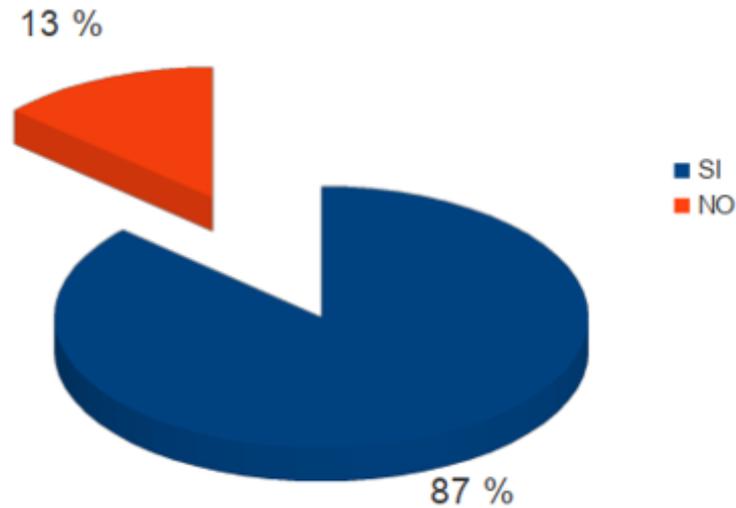
Figura 4. Distribución de la cantidad de empleados por empresa encuestada.



## EIG-TFI

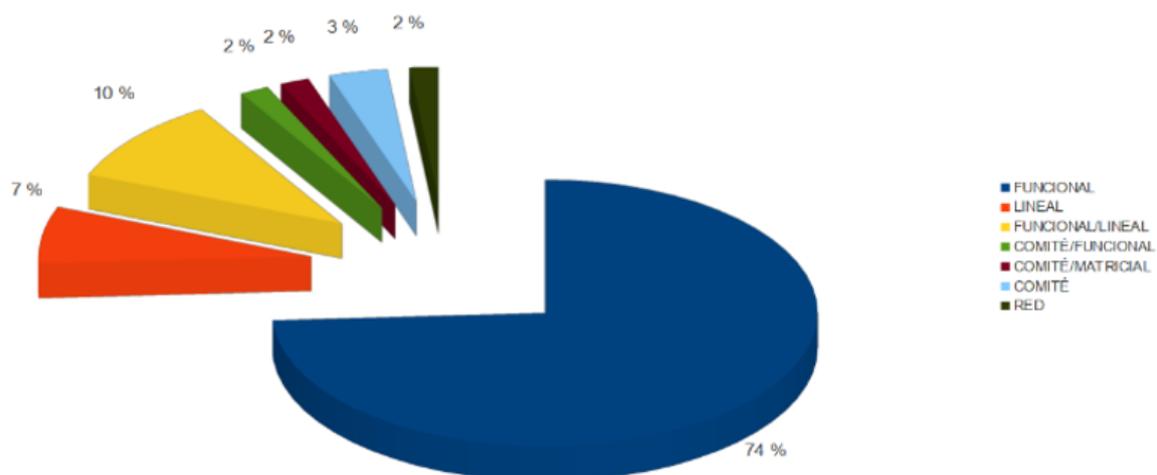
El primer problema encontrado fue que una gran cantidad de empresas no tenían formalizado su organigrama, razón por la cual se procedió a hacer una evaluación aproximándose a las EO clásicas. El porcentaje de empresas que no disponían de un organigrama formalizado se puede ver en la figura 5 [60]:

Figura 5. Empresas sin organigrama formalizado.



La distribución de los tipos de estructura funcional elaborada a partir de la normalización de sus organigramas puede verse en la figura 6 [60]:

Figura 6. Distribución de las distintas EO en las Empresas.



Se aprecia que la mayoría adopta un organigrama funcional, la mayoría de las cuales pertenecen a pequeñas empresas o microempresas, donde la estructura solo tiene 2 o 3 niveles jerárquicos. A medida que aumenta el tamaño de las empresas sus estructuras

## EIG-TFI

resultan más complejas. Pero dado la cantidad de microempresas con escasos niveles organizacionales en el clúster de Bahía Blanca, hará que el análisis de su forma más simple pueda contribuir a explicar los resultados de cambios externos a estas empresas, también puede ayudar a la formulación de recomendaciones sobre la organización empresarial, políticas de incentivos e instrumentos para ayuda empresarial. Una síntesis de las simulaciones realizadas y sus correspondientes correlaciones con casos registrados en las encuestas se aprecia en las tablas (7, 8, 9) [60].

En las tablas se resumen las distintas condiciones que se simularon para las 3 EO, señalando en la primera fila las características generales independiente de cada tipo. En la segunda fila se selecciona las EO con la que obtiene el mejor beneficio, o según el caso la menor pérdida (beneficio negativo). En las 3 filas siguientes se dan las características individuales de cada EO según mostró la simulación y si el comportamiento pudo ser verificado con los casos relevados en las encuestas. Esto en particular es el resultado que más imprecisiones arroja ya que no suele haber registros que corroboran los testimonios sobre casos relatados en las encuestas y esta ambigüedad lleva a no incluir casos recolectados en las entrevistas.

Tabla 7. Resultados de Beneficios teóricos para las distintas EO y la evidencia de las encuestas (variable “r”).

		Variable r		
		A = g = 1	A > g	A < g
<b>Características del Beneficio en función de la EO</b>		Beneficio independiente de la EO	Depende directamente de los vínculos	Depende inversamente de los vínculos
<b>Mejor EO en el caso</b>		Tipo I	Tipo II o III	Tipo III
<b>Dígrafo sin vinculación entre nodos</b>	<b>Modelo Simulado</b>	Aumenta con r aumentando	Respuesta sigmoidea respecto a r	Nulo y con poca variación
	<b>Casos Reales</b>	Escasa evidencia	Hay evidencia, pero poca	Hay evidencia suficiente
<b>Dígrafo con vínculo unidireccional</b>	<b>Modelo Simulado</b>	Aumenta con r aumentando	El beneficio disminuye con r	Negativo decreciente con r
	<b>Casos Reales</b>	Escasa evidencia	Hay evidencia, pero poca	Hay evidencia suficiente
<b>Dígrafo con vínculo bidireccional</b>	<b>Modelo Simulado</b>	Aumenta con r aumentando	El beneficio disminuye con r	Negativo decreciente con r
	<b>Casos Reales</b>	Escasa evidencia	Hay evidencia	Hay evidencia suficiente
<b>Observaciones</b>		El beneficio obtenido es menor que las pérdidas	A menor r mayores beneficios	Solo hay menos pérdidas al aumentar r

Tabla 8. Resultados de Beneficios teóricos para las distintas EO y la evidencia de las encuestas (variable “A”).

		Variable A		
		$g = r = 1$	$r > g$	$r < g$
<b>Características del Beneficio en función de la EO</b>		Depende poco de los vínculos solo si A aumenta	Beneficio independiente de la EO	Depende inversamente de los vínculos
<b>Mejor EO en el caso</b>		Tipo III	Indistinto	Tipo I
<b>Dígrafo sin vinculación entre nodos</b>	<b>Modelo Simulado</b>	Relación lineal que aumenta más si aumenta A	Relación lineal que aumenta más si aumenta A	Relación lineal con el aumento de A
	<b>Casos Reales</b>	Escasa evidencia	Escasa evidencia	Hay evidencia suficiente
<b>Dígrafo con vínculo unidireccional</b>	<b>Modelo Simulado</b>	Relación lineal que aumenta más si aumenta A	Relación lineal que aumenta más si aumenta A	Relación lineal con el aumento de A
	<b>Casos Reales</b>	Escasa evidencia	Escasa evidencia	Escasa evidencia
<b>Dígrafo con vínculo bidireccional</b>	<b>Modelo Simulado</b>	Relación lineal que aumenta más si aumenta A	Relación lineal que aumenta más si aumenta A	Relación lineal con el aumento de A
	<b>Casos Reales</b>	Escasa evidencia	Escasa evidencia	Hay evidencia suficiente
<b>Observaciones</b>		Relación lineal, aumenta más con $A > 2$	Relación lineal, aumenta más con $A > 2$	En este caso las diferencias son muy marcadas

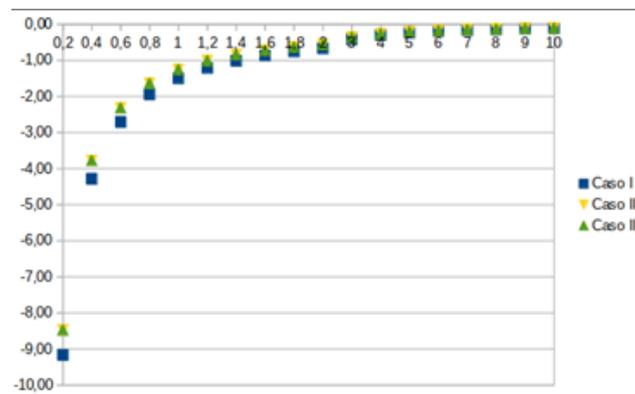
Tabla 9. Resultados de Beneficios teóricos para las distintas EO y la evidencia de las encuestas (variable “g”).

		Variable g		
		$A = r = 1$	$A > r$	$A < r$
<b>Características del Beneficio en función de la EO</b>		Dependencia inversa de los vínculos solo si g aumenta	Dependencia inversa de los vínculos solo si g aumenta	Dependencia inversa de los vínculos solo si g aumenta
<b>Mejor EO en el caso</b>		Tipo I	Tipo II	Tipo I
<b>Dígrafo sin vinculación entre nodos</b>	<b>Modelo Simulado</b>	Casi nulo y sin variación	Valor pequeño positivo y sin variación	Casi nulo y sin variación
	<b>Casos Reales</b>	Escasa evidencia	Hay evidencia, pero poca	Escasa evidencia
<b>Dígrafo con vínculo unidireccional</b>	<b>Modelo Simulado</b>	Relación lineal que aumenta más si aumenta g	Inicia positivo y decrece a negativo con r	Relación lineal que aumenta más si aumenta g
	<b>Casos Reales</b>	Hay evidencia suficiente	Hay evidencia, pero poca	Hay evidencia suficiente
<b>Dígrafo con vínculo bidireccional</b>	<b>Modelo Simulado</b>	Relación lineal que aumenta más si aumenta g	Inicia positivo y decrece a negativo con r	Relación lineal que aumenta más si aumenta g
	<b>Casos Reales</b>	Hay evidencia suficiente	Hay evidencia, pero poca	Hay evidencia suficiente
<b>Observaciones</b>		Perdidas en forma lineal, se inicia con $g > 2$	Decrece en linealmente, para $g > 2$	Perdidas en forma lineal, se inicia con $g > 2$

### 3.6. Resultado

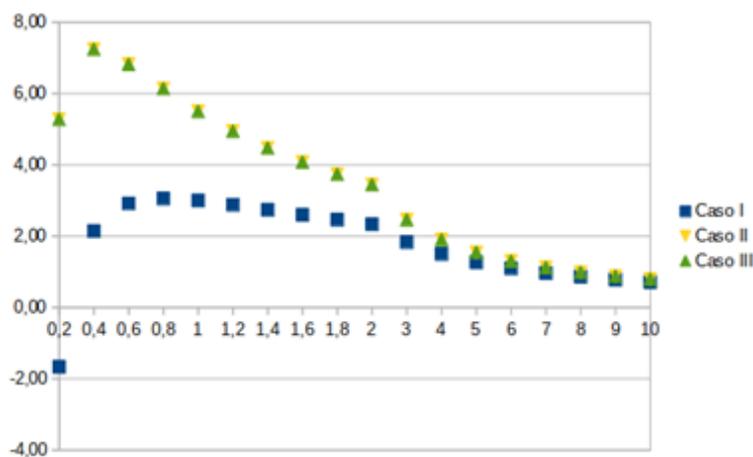
Resultados Analíticamente: Analizando la Modelización de las EO en microempresas, se puede establecer una comparación entre estos tres casos se realizó una simulación de los posibles beneficios tomando las 3 variables y variando cada una de ellas cada vez. La primera simulación con “r” variable y tomando  $A=g=1$ , que representaría un cambio externo que obliga a adaptarse a la organización, pero que no genera ni ingresos o gastos significativos, como sería el caso de la adaptación a alguna nueva normativa de funcionamiento de la empresa. En este caso se muestra la relación inversa del beneficio con la velocidad de adaptación independientemente de la EO, figura 7 [60]:

Figura 7. Beneficios para “r” variable y  $A=g=1$  en las distintas EO.



Si ahora simulamos un escenario donde los ingresos superen a los gastos de adaptación, con  $A=10$  y  $g=1$ , cómo sería la incorporación de una nueva herramienta que aumentará la producción; así obtenemos los siguientes resultados, figura 8 [60]:

Figura 8. Beneficios para “r” variable y  $A > g$  en las distintas EO.

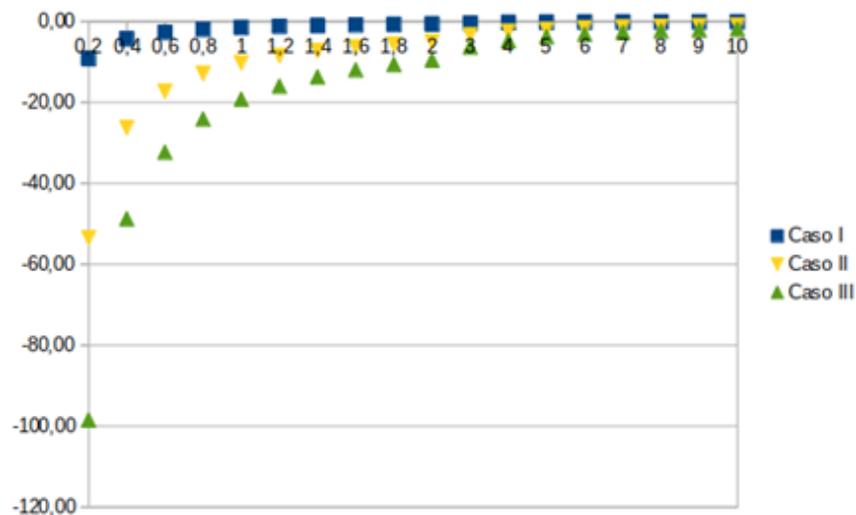


## EIG-TFI

En este caso la estructura con vínculos obtiene beneficios superiores para bajas velocidades de adaptación, no siendo diferente si la vinculación es unidireccional o bidireccional. También se aprecia que para velocidades de adaptación más grandes no hay diferencia entre el beneficio producido en las distintas EO.

El restante caso sería con un gasto mayor que el ingreso, algo que ocurre con la introducción de regulaciones sobre la producción. Para ello tomamos  $g=10$  y  $A=1$ , y se obtiene como resultado que el impacto del cambio es mejor a medida que la intensidad de los vínculos es menor, como se aprecia en la figura 9 [60]:

Figura 9. Beneficios para “r” variable y  $A < g$  en las distintas EO.

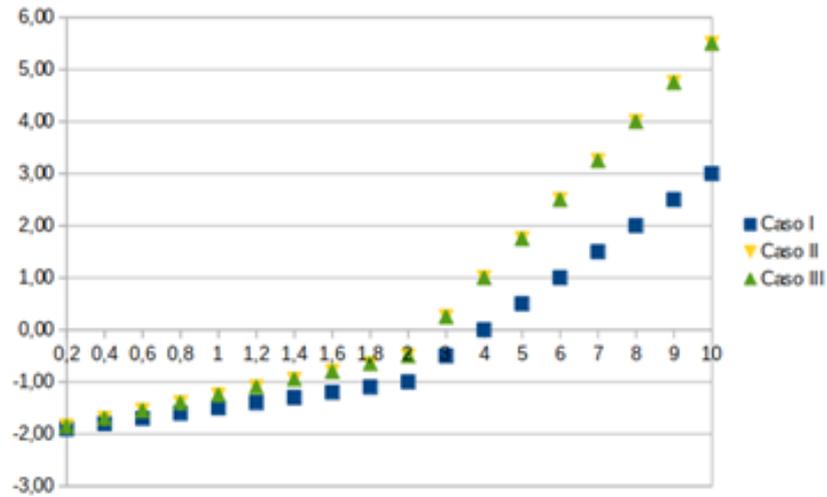


Como resumen de las simulaciones que analizan la velocidad de adaptación de los componentes de la estructura organizacional, se puede decir que el beneficio que aporta la estructura organizacional dependerá en buena medida de la relación entre ingreso de la adopción y el costo de esta.

En caso de ser esta relación favorable una estructura bien vinculada obtiene más beneficios a la inversa de lo que ocurre con una relación ingreso costo desfavorable.

El segundo grupo de simulaciones se realizó tomando como variable el ingreso de la adaptación (“A” variable) con el gasto y la velocidad de adaptación constante ( $g=r=1$ ). Vemos que el beneficio es mayor para el caso de que exista una vinculación y es indiferente ante el tipo de vinculación, como se aprecia en la figura 10 [60]:

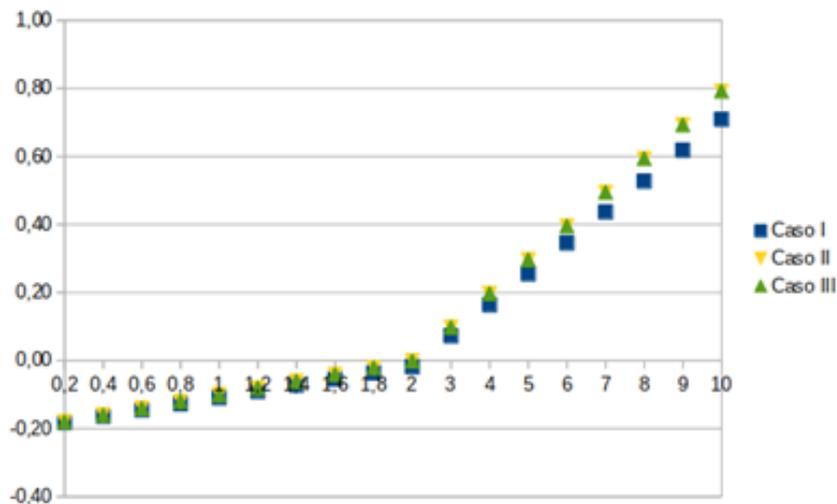
Figura 10. Beneficios para “A” variable y  $r=g=1$  en las distintas EO.



Si se simula un escenario donde la velocidad de adaptación sea mayor que el gasto de dicha adaptación, con  $r=10$  y  $g=1$ , como sería el caso de adaptaciones a nuevos procesos producto de una innovación disruptiva.

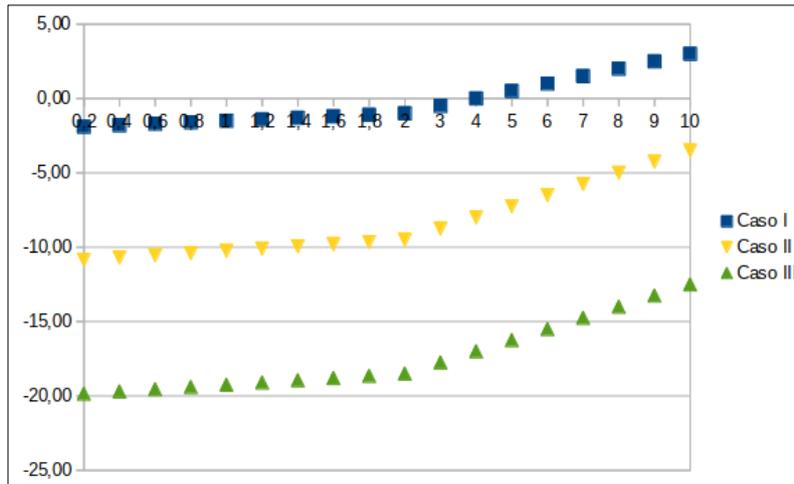
Los resultados obtenidos son los mostrados en la figura 11 [60]:

Figura 11. Beneficios para “A” variable y  $r>g$  en las distintas EO.



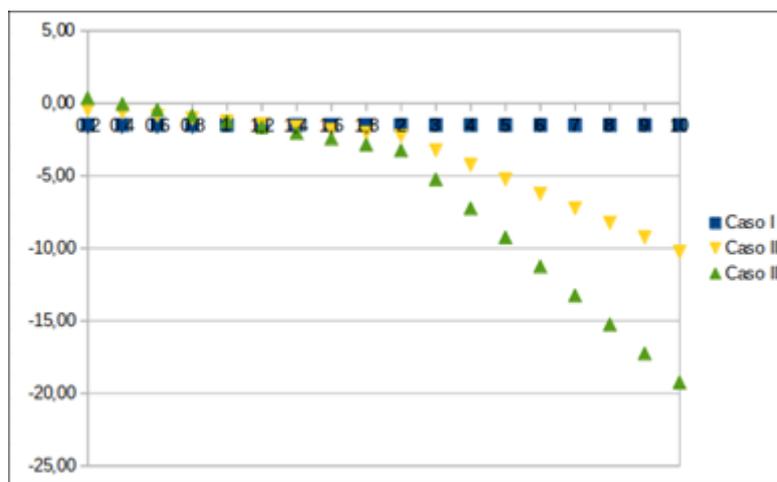
En este caso no se aprecia ningún beneficio en función de la estructura organizacional, pero surge de ambos casos que un beneficio neto se obtiene cuando el ingreso es el doble que el gasto. Al invertir la relación entre la velocidad de adaptación y el gasto se obtiene, como se observa en la figura 12 [60]:

Figura 12. Beneficios para “A” variable y  $r < g$  en las distintas EO.



Aquí claramente el beneficio que se obtiene tiene una relación inversa con la vinculación de la estructura organizacional, esto se asocia con cambios de difícil adaptación por parte de los miembros de una organización, lo que puede asociarse a falta de preparación para adaptarse a una nueva tecnología. El tercer grupo de simulaciones se realizó considerando al gasto de adaptación  $g$  como variable, manteniendo el ingreso y la velocidad de adaptación constantes ( $A=r=1$ ). Se obtuvo la figura 13 [60]:

Figura 13. Beneficios para “g” variable y  $A=r=1$  en las distintas EO.

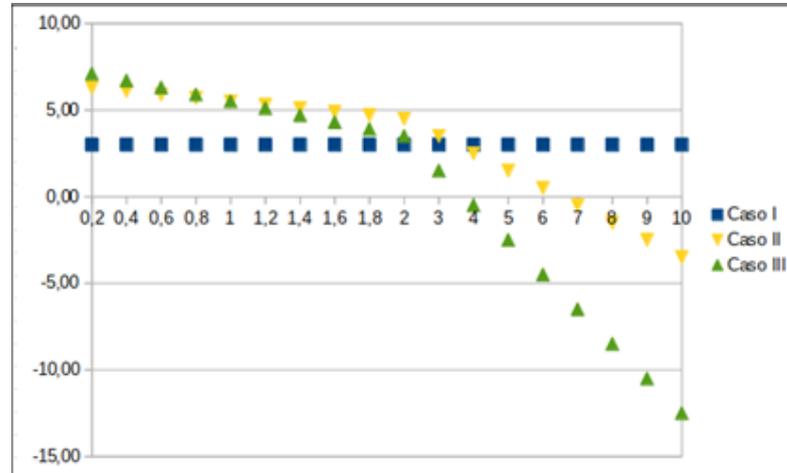


Como era esperable, para valores pequeños de la relación ingreso costo la estructura organizacional no influye en el beneficio obtenido, pero a medida que el costo aumenta las estructuras menos vinculadas obtienen mejores beneficios. Los resultados obtenidos

## EIG-TFI

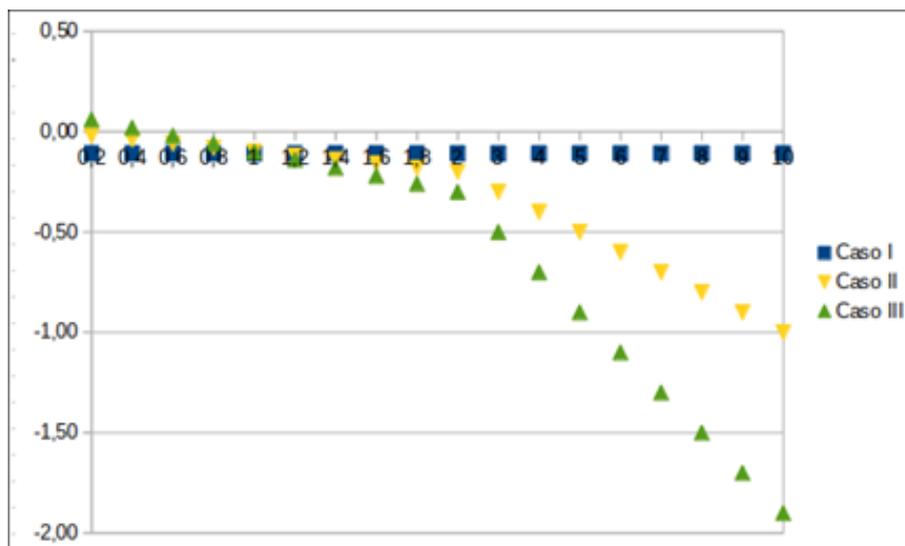
cuando el ingreso es significativo y no varía la velocidad de adaptación ( $A=10$  y  $r=1$ ) se muestran en la figura 14 [60]:

Figura 14. Beneficios para “g” variable y  $A>r$  en las distintas EO.



Se observa que cuando el ingreso es significativo frente al gasto las estructuras vinculadas obtienen más beneficios, pero cuando esta relación se invierte y estas son las que obtienen menos beneficios. Si la velocidad de adaptación se aumenta sin aumentar el ingreso ( $r=10$  y  $A=1$ ) se obtiene la figura 15 [60]:

Figura 15. Beneficios para “g” variable y  $A<r$  en las distintas EO.



Igual que en el caso anterior, ante bajas velocidades de adaptación se ven favorecidas las estructuras más vinculadas, aunque no significativamente, pero a medida que la velocidad

## EIG-TFI

de adaptación aumenta se invierte la relación y las menos vinculadas obtienen mejores beneficios.

Resultados conceptuales: El desarrollo de la teoría de grafos requiere encontrar nuevas aplicaciones y en ese sentido la misma no se ha desarrollado formalmente en el área de las EO, ni en el de organización de la producción. Solo se puede mencionar al uso de grafos como auxiliar de la planificación PERT o en su aplicación a sistemas robustos de control automático.

En particular esta investigación tiene relevancia en las siguientes áreas de organización:

### 1. Organización de la producción:

Es un tema de gran importancia para la empresa, ya que afecta a los costes, a la calidad final del producto, a los tiempos de entrega. Los tres conceptos fundamentales vinculados a los sistemas de producción son: productividad, eficacia y eficiencia, todos ellos están vinculados a la estructura organizacional, ya que elementos eficaces del sistema productivo se vuelven ineficaces al estar mal organizados. La eficiencia es también un factor dependiente de la estructura organizativa ya que los mejores recursos mal organizados se desperdician y por último la productividad es también resultado de la estructura organizativa.

### 2. Relaciones laborales:

Las relaciones laborales son en parte dependientes de la estructura organizacional, algo que refleja el organigrama de la empresa. Una mala relación de delegación de tareas a lo largo de la estructura organizativa creará cargas de trabajo desiguales y el consiguiente conflicto entre el personal. Lo mismo de una estructura muy vertical dificulta las propuestas de innovación de procesos por parte del personal y una estructura demasiado horizontal es ineficiente en procesos de naturaleza tayloriana. La expresión “taylorismo” responde a la denominación de un sistema de organización del trabajo y de los tiempos de ejecución de este que sigue los principios señalados por el ingeniero y economista norteamericano Frederick W. Taylor (1856-1915) con el fin de aumentar la productividad y basado en la división del trabajo, la producción en cadena y la eliminación de la autonomía temporal del trabajador, como expone en su trabajo Taylor [61].

### 3. Estudios de Tiempo:

La duración de las distintas tareas que componen los procesos de una organización son parte de la eficiencia y la búsqueda de la excelencia de una empresa. Las EO fuera de los

## EIG-TFI

procesos primarios son las que pueden influir en la búsqueda de la eficiencia o en la mala respuesta ante una crisis. Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos influye en: conservar los recursos y minimizar los costos; producir sin perder de vista la disponibilidad de la energía y proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad. Los nuevos procesos basados en la búsqueda de la innovación se apartan de los postulados de Taylor y requieren nuevas formulaciones, buscando obtener modelos parametrizados y de esta forma plantear alternativas a los estudios clásicos.

### 4. Planificación de Mantenimiento:

Entre los procesos de gestión de la función mantenimiento existe uno que llama la atención de todos los asistentes de mantenimiento por la contradictoria relación que se plantea entre dos características fundamentales: dinámica y rigidez. La primera está enfocada a la necesidad de establecer planes de mantenimiento, donde se prevé la ejecución de acciones de Mantenimiento para evitar la falla de los equipos, pero que está condicionada al comportamiento real dentro de las líneas de producción y/o servicio. La segunda característica, resulta a partir de la obstinada razón de planificar y no corregir los elementos ni en función del tiempo ni en función de las acciones. Esta contraposición sugiere una revisión constante de los programas de mantenimiento y de las tareas o acciones que se pretenden acometer. Si partimos de la base de establecer la planificación como un proceso dinámico, complejo y estratégico, podemos entender que estamos frente a un problema de muchas variables y que es necesario su estricto control. Por ello las EO rígidas, estáticas y orientadas a la especialización tendrán malos resultados y una estructura dinámica, variable y de visión generalista obtendrá mejores resultados.

La evaluación de las posibles EO permitirá definir cómo lograr un mejor desempeño en estas tareas.

### 5. Optimización de Procesos:

La optimización de procesos industriales es el esfuerzo de la empresa destinado a garantizar: el aumento máximo de la productividad, de la seguridad y la reducción de los costos de operación. El objetivo es mantener los niveles de productividad y eficiencia lo más alto posible, mediante el control y dosificación cuidadosa de las otras variables que pueden medirse durante un proceso de optimización industrial. En los anteriores apartados vimos que la estructura organizacional tiene influencia en los aspectos señalados aquí, por lo tanto, disponer de modelos organizacionales parametrizados con estas variables puede ayudar en la optimización de procesos.

### 6. Análisis de Riesgo:

El análisis de los riesgos determinará cuáles son los factores de riesgo que potencialmente tendrían un mayor efecto sobre una empresa y, por lo tanto, deben ser gestionados con especial atención.

Existen tres tipologías de métodos utilizados para determinar el nivel de riesgos de una empresa: Métodos Cualitativos, Métodos Cuantitativos y Métodos Semicuantitativos. Entre los métodos cuantitativos se incluyen el análisis de probabilidad, análisis de consecuencias y la simulación computacional.

Como los modelos basados en grafos permiten su rápida y fácil implementación mediante programas de computadoras, disponer de tales modelos permite contar con una herramienta computacional para esta tarea.

En la tabla 10 se resumen los resultados mencionados:

Tabla 10: Resumen de resultados teóricos.

<b>Áreas Organización</b>	<b>Resumen</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Organización de la producción</b>	Es un tema de gran importancia para la empresa, ya que afecta a los costes, a la calidad final del producto, a los tiempos de entrega.	Los tres conceptos fundamentales: productividad, eficacia y eficiencia.
<b>Relaciones laborales</b>	Las relaciones laborales son en parte dependientes de la estructura organizacional, algo que refleja el organigrama de la empresa.	Una mala relación de delegación de tareas a lo largo de la estructura organizativa creará cargas de trabajo desiguales y el consiguiente conflicto entre el personal.
<b>Estudios de Tiempo</b>	La duración de las distintas tareas que componen los procesos de una organización son parte de la eficiencia y la búsqueda de la excelencia de una empresa.	Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos influye en: conservar los recursos, minimizar los costos; producir sin perder de vista la disponibilidad de la energía, la confiabilidad y la calidad.
<b>Planificación de Mantenimiento</b>	Entre los procesos de gestión de la función mantenimiento existe uno que llama la atención de todos los asistentes de mantenimiento por la contradictoria relación que se plantea entre dos características fundamentales: dinámica y rigidez	Las EO rígidas, estáticas y orientadas a la especialización tendrán malos resultados y una estructura dinámica, variable y de visión generalista obtendrá mejores resultados.

<b>Optimización de Procesos</b>	La optimización de procesos industriales es el esfuerzo de la empresa destinado a garantizar: el aumento máximo de la productividad, de la seguridad y la reducción de los costos de operación.	Mantener los niveles de productividad y eficiencia lo más alto posible, mediante el control y dosificación cuidadosa de las otras variables.
<b>Análisis de Riesgo</b>	El análisis de los riesgos determinará cuáles son los factores de riesgo que potencialmente tendrían un mayor efecto sobre una empresa y, por lo tanto, deben ser gestionados con especial atención.	Existen tres tipos de métodos: Métodos Cualitativos, Métodos Cuantitativos y Métodos Semicuantitativos.

## 4.CONCLUSIONES

Anteriormente se describió como la estructura organizacional de la empresa ha demostrado ser fundamental para enfrentar los cambios de su entorno y se vio como los primeros modelos de evaluación que se aplicaron se basaron en evaluaciones que no analizaron las estructuras de la organización, las cuales son las que potencian o dificultan su capacidad de adaptación a los desafíos de un cambio tecnológico cada vez más veloz y un entorno económico cada vez más cambiante.

En la actualidad existe una estrecha interrelación entre los procesos de crecimiento económico, el desarrollo territorial y la competitividad de las empresas.

En un escenario de mercados integrados y sociedades en procesos de integración, las regiones y más concretamente las ciudades, al ser los espacios preferentes de localización e inversión, adquieren una relevancia importante en los procesos de competitividad a escala internacional [62].

Una de las grandes dificultades del clúster productivo analizado es el limitado marco de incumbencia de la producción de Bahía Blanca. Entre otros factores, tiene que ver con la adopción de técnicas productivas inadecuadas (taylorismo) por parte de las empresas, que no les permiten competir en las mejores condiciones con las firmas porteñas,

## EIG-TFI

históricamente de mayor dimensión y dotadas de una mejor conectividad para comunicarse con otras regiones del país [63].

En este trabajo final integrador se demostró que la teoría de grafos en el mundo actual ha permitido abrir nuevos caminos a empresas y organizaciones en la gestión de sus datos. Los procesos de toma de decisión ahora cuentan con una mayor capacidad analítica y soluciones en materia de logística, gobernanza de datos, marketing, análisis financiero y prevención de fraude entre otras áreas muy interesantes.

La representación de redes se utiliza de manera amplia en áreas muy diversas, esta proporciona un poderoso apoyo visual y conceptual para mostrar las relaciones entre los componentes de los sistemas [64]. Podemos decir que hoy el mundo puede ser representado en grafos para entenderlo casi a plenitud, permitiéndonos conocer información que está escondida a simple vista. Si hacemos foco en el ámbito empresarial, que es el que nos compete, se han empezado a explotar sus potencialidades. Sus alcances con fines empresariales recorren desde la posibilidad de estudiar las relaciones de los clientes con los productos, hasta la posibilidad de entender en profundidad todos y cada uno de los procesos relacionales que se desarrollan dentro de una organización y que son imperceptibles a priori.

Analizado esto, se plantea la aplicación de teoría de grafos como una posible metodología para solucionar completa o parcialmente algunos de los problemas de las empresas del clúster de Bahía Blanca. Esto debido a que dicho sistema puede ayudar a predecir el comportamiento productivo de dicha zona y de poder simplificar las estructuras funcionales a dos niveles, el gerencial y el operativo en una primer y amplia simplificación, se podría describir casi la mitad de las EO de las empresas del clúster.

Algo a realizar en otros trabajos es la evaluación del comportamiento de grupos de empresas desde el punto de vista de sus estructuras organizacionales tomadas como un solo conjunto organizacional y ver como esto influye en los resultados de sus actividades, en particular en un clúster como el de Bahía Blanca, pero para esto deben formalizarse los objetivos del clúster a ser analizado, algo que excede al presente trabajo.

## EIG-TFI

También existe también la posibilidad de integrar distintas organizaciones en modelos, agruparlos en forma de clúster, y esta a su vez, volverlas a constituir en entornos macro, brindando así la posibilidad de realizar análisis más complejos.

Finalmente, derivado de los objetivos particulares, se pueden agregar posibles futuras líneas de investigación:

- Ayudar a iniciativas oficiales para formular planes de asistencia oficial, políticas de incentivos y asistencia crediticia para fines específicos.
- Obtener información estadística mediante series cronológicas o corte de sección para luego contrastar empíricamente un método de análisis.

## 5. APÉNDICES/ANEXOS

El concepto básico de un gráfico es un modelo matemático que sirve para representar las relaciones entre objetos de un conjunto.

Un gráfico o grafo es un conjunto de vértices, o nodos, que están conectados a través de aristas, líneas o conexiones.

Hay varios tipos de grafos, el primero de todos es el nodo simple donde tenemos los nodos y las conexiones gracias a las cuales nos podemos mover fácilmente a través del grafo.

### Historia

El origen de la teoría de grafos se remonta al siglo XVIII con el problema de los puentes de Königsberg, su nombre se debe a Königsberg, la ciudad de Prusia Oriental y luego de Alemania que desde 1945 se convirtió en la ciudad rusa de Kaliningrado, el cual consistía en encontrar un camino que recorriera los siete puentes del río Pregel, de modo que se recorrieran todos los puentes pasando una sola vez por cada uno de ellos. El trabajo de Leonhard Euler sobre el problema relativo a la geometría de la posición en 1736 se considera como el primer resultado de la teoría de grafos y topológicos en geometría (sin depender de medida alguna). Este ejemplo muestra la profunda conexión entre la teoría de grafos y la topología.

## EIG-TFI

Gustav Kirchhoff en 1847, empleó la teoría de grafos para el análisis de redes eléctricas publicando sus resultados para calcular el voltaje y la corriente en los circuitos eléctricos, conocidas como leyes de Kirchhoff, es la primera aplicación de la teoría de grafos a un problema de ingeniería. En el año 1852, Francis Guthrie planteó el problema de los cuatro colores, afirmando que, utilizando solamente cuatro colores, se puede colorear cualquier mapa de países de tal forma que dos países vecinos nunca tengan el mismo color. Este problema, no fue resuelto hasta 1976 por Kenneth Appel y Wolfgang Hake, puede ser considerado como el nacimiento de la teoría de grafos. Al tratar de resolverlo, los matemáticos definieron términos y conceptos teóricos fundamentales de los grafos. Arthur Cayley en 1857, estudió y resolvió el problema de enumeración de los isómeros que son compuestos químicos con idéntica composición fórmula pero diferente estructura molecular. Representando cada compuesto, en este caso hidrocarburos saturados ( $C_nH_{2n+2}$ ), mediante un grafo árbol donde los vértices representan átomos y las aristas la existencia de enlaces químicos.

### Componentes de un grafo

**Aristas.** Son las líneas con las que se unen las aristas de un grafo y con la que se construyen también caminos.

**Aristas Adyacentes.** Se dice que dos aristas adyacentes coinciden en el mismo vértice.

**Aristas Paralelas.** Se dice que dos aristas son paralelas si el vértice inicial y el final son el mismo. **Aristas Cíclicas.** Arista que parte de un vértice para entrar en el mismo.

**Cruce.** Son dos aristas que cruzan en un punto.

**Vértices.** Son los puntos o nodos con los que está conformado un grafo.

Llamaremos grado de un vértice al número de aristas de las que es extremo. Se dice que un vértice es 'par' o 'impar' según lo sea su grado.

**Vértices Adyacentes:** si tenemos un par de vértices de un grafo (U, V) y si tenemos una arista que los une, entonces U y V son vértices adyacentes y se dice que U es el vértice inicial y V el vértice adyacente.

**Vértice Aislado:** Es un vértice de grado cero.

## EIG-TFI

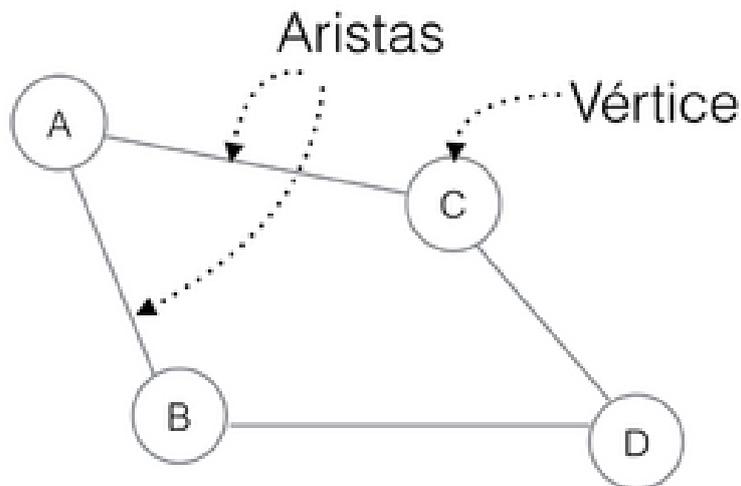
Vértice Terminal: Es un vértice de grado 1.

Lazo: es una arista cuyos extremos inciden sobre el mismo vértice.

Valencia de un vértice: Es el número de lados que salen o entran a un vértice.

En figura 16 [65] se ve lo mencionado:

Figura 16. Componentes de un grafo.

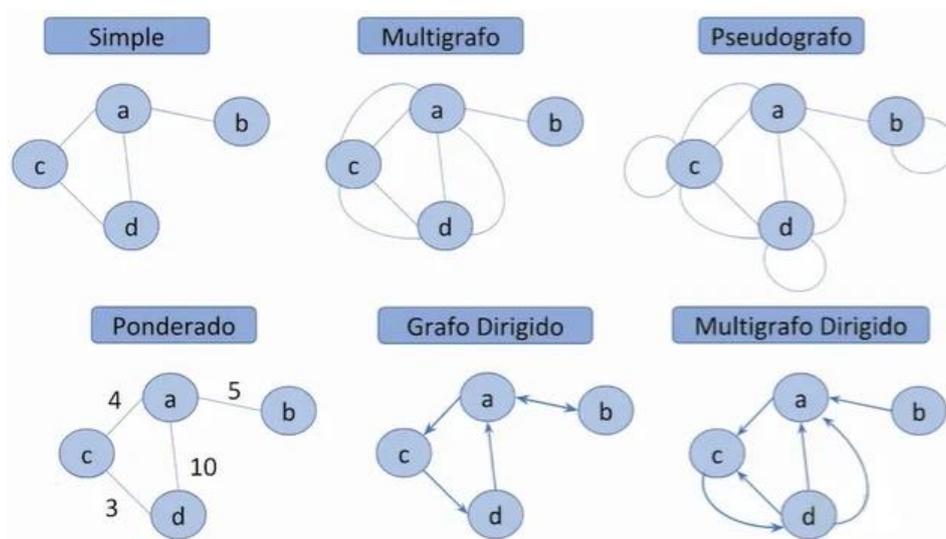


### Tipos de Grafos

- El multígrafo tiene varias conexiones entre dos nodos, permitiendo tener dos rutas distintas para estos nodos.
- Un pseudografo al igual que el multígrafo puede tener múltiples conexiones entre dos nodos y, además, una de estas conexiones puede partir y terminar en el mismo nodo.
- El grafo ponderado cuenta con un valor dentro de las conexiones, esto puede verse como el costo, o recurso, de una ruta de nodos.
- Grafo Dirigido establece una dirección en las conexiones, esta dirección se representa con una flecha, también existe el Multígrafo Dirigido que cuenta con dirección en las conexiones y puede haber múltiples conexiones entre dos nodos.

En la figura 17 [66] se ve lo mencionado:

Figura 17. Tipos de grafos.



## 6.REFERENCIAS/BIBLIOGRAFÍA

- [1] Wu, S; Liu, S. (2010). The performance measurement perspectives and causal relationship for ISO-certified companies: A case of opto-electronic industry. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(1), 27–47.
- [2] Brynjolfsson, E; Hitt, L. (1996). Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending. *Management Sci.* 42 541–558.
- [3] Wasserman, S; Faust, K. (1997). *Social network analysis: Methods and applications. Structural analysis in the social sciences.* Cambridge University Press.
- [4] Valente, T. (1995). *Network Models of the Diffusion of Innovations.* Hampton Press, Inc, Cresskill, NJ.
- [5] Huberman, B; T. Hogg. (1995). *Communities of practice: Performance and evolution.* *Comput. Math. Organ. Theory* 1 73–92.
- [6] Carley, K. (1991). A theory of group stability. *Amer. Soc. Rev.* 56 331–354.

## EIG-TFI

- [7] Reichman, N; P. Canan, S; DeCanio, C, Dibble. (1999). Expert networks and leadership roles: Structure and style. Paper presented at The Earth Technologies Forum, Washington, DC.
- [8] Radner, R. (1992). Hierarchy: The economics of managing. *J. Econom. Literature* 30 1382–1415.
- [9] Radner, R. (1993). The organization of decentralized information processing. *Econometrica* 61 1109–1146.
- [10] Van Zandt, T; Radner, R. (1996). Real-Time Decentralized Information Processing and Returns to Scale. NYU Working Paper No. 2451/14134.
- [11] Van Zandt, T. (1996). Organizations with an Endogenous Number of Information Processing Agents. *Organizations with Incomplete Information*, edited by Mukul Majumdar. Cambridge: Cambridge University Press.
- [12] Van Zandt, T. (1996). Decentralized Information Processing in the Theory of Organizations. *Contemporary Economic Development Reviewed, Volume 4: The Enterprise and its Environment*, edited by Murat Sertel. London: MacMillan Press Ltd.
- [13] Van Zandt, T. (1997). The Scheduling and Organization of Periodic Associative Computation. Working Paper.
- [14] Page, S. (1996). Two Measures of Difficulty. *Econom. Theory* 8 321–346. The scheduling and organization of periodic associative computation: Essential networks (Part 1). *Rev. Econom. Design* 3 15–27.
- [15] Miller, J. (1996). Evolving information processing organizations. Manuscript, Department of Decision and Social Sciences, Carnegie.
- [16] DeCanio, S.J; Watkins, W. (1998). Information processing and organizational structure. *J. Econom. Behavior and Organ.* 36 275–294.
- [17] Grandori, A. (1991). Negotiating efficient organization forms. *J. Econom. Behavior and Organ.* 16 319–340.

## EIG-TFI

- [18] Kennedy, P. (1994). Information processing and organization design. *J. Econom. Behavior and Organ.* 353 37–51.
- [19] Marschak, T; Reichelstein, S. (1998). Network mechanisms, informational efficiency, and hierarchies. *J. Econom. Theory* 79 106–141.
- [20] Gersbach, H; Wehrspohn, U. (1998). Organizational design with a budget constraint. *Rev. Econom. Design* 3 149–157.
- [21] Graicunas, V. (1933). Relationship in organization. *Bull. Internat. Management Inst.* 7 39–42.
- [22] K, Carley; Prietula, M. (1994). *Computational Organization Theory*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ. 89–111.
- [23] Krackhardt, D. (1994). Graph theoretical dimensions of informal organizations.
- [24] Lant, T. (1994). Computer simulations of organizations as experiential learning systems: Implications for organization theory.
- [25] Levitt, R; Cohen, G; Kunz, J; Nass, C; Christiansen, T; Jin, Y. (1994). The “virtual design team”: Simulating how organization structure and information processing tools affect team performance.
- [26] Lin, Z; Carley, K. (1994). Organizational response: Trade-offs among opportunities for review, cost, and performance. *Computational Organization Design. Papers from the 1994 AAAI Spring Symposium*. AAAI Press, Technical Report SS-94-07, Menlo Park, CA.
- [27] Mihavics, K; Ouksel, A. (1996). Learning to align organizational design and data. *Comput. Math. Organ. Theory* 1 143–155.
- [28] Levinthal, D. (1997). Adaptation on rugged landscapes. *Management science*.
- [29] Carley, K; Lee, J. (1998). Dynamic organizations: Organizational adaptation in a changing environment. *Advances in strategic management*, 15, 269-298.

## EIG-TFI

- [30] Burton, R; Obel, B. (1995). Strategic Organizational Diagnosis and Design. Kluwer Academic Publishers. Boston/Dordrecht/London.
- [31] Alvarado, E. (1990). Control estratégico, un marco conceptual para empresarios y administradores. Editorial Libro Libre, Costa Rica.
- [32] Amat, J. (1992). El Control de Gestión: Una perspectiva de Dirección. Ed. Ediciones Gestión 2000 S.A. Barcelona. España.
- [33] Elmaghraby, S. (1974). Some network models in management science. Springer Verlag, New York. 1st edition.
- [34] Yellen, J; Gros, J. (1998). Graph Theory and Its Applications- Discrete Mathematical and Applications Series. CRC Press.
- [35] Molina, A. (2012). Análisis de las relaciones de producción en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires entre los años 1993 y 2004, mediante un Modelo Entrada-Salida, implementado con una Red de Petri. Tesis para optar por el grado de Doctor en Ingeniería. Dpto. De Ingeniería. UNS.
- [36] Molina, A. (2012). Modelo de Encadenamientos Productivos, mediante la utilización de una red de Petri. Aplicación a la región del Sudoeste Bonaerense en Argentina: 1ra edición. Ed. Académica Española ISBN: 978-3-659-02554-9.
- [37] Coto, E. (2003). Algoritmos Básicos de Grafos. Caracas, Venezuela.
- [38] Flores, Figueras. (2013). Modelos de Simulación usando Simo y Redes de Petri. UNAM, Facultad de Ingeniería. México, ISBN: 9786070246890.
- [39] Bermúdez Colina, Y. (2011). Aplicaciones de programación lineal, entera y mixta, Ingeniería Industrial, Actualidad y Nuevas Tendencias, 85-104.
- [40] Hellriegel, D; Slocum, J. (2009). Comportamiento organizacional. 12 ed. Cengage Learning. MX.
- [41] Ivancevich, J; Konopaske, R; Matteson, M. (2006). Comportamiento organizacional. 7 ed. McGraw-HILL. MX.

[42] Lima Filho, S; Cavalcanti, M; Justel, C. (2017). Graph modeling from relational databases. XLIII Latin American Computer Conference (CLEI).

[43] Karim, M; Smith, A; Halgamuge, S. (2008). Empirical relationships between some manufacturing practices and performance. International Journal of Production Research, Vol. 46 No. 13, pp. 3583-613.

[44] Graph Everywhere. (2021). 10 casos de uso reales basados en tecnología de grafos.

[45] Cardona, M; Castrillón, O; Tinoco, H. (2017). Determinación del Método Óptimo de Operaciones de Ensamble Bimanual con el Algoritmo de Dijkstra (o de Caminos Mínimos). Departamento de Mecánica y Producción, Grupo de Diseño y Desarrollo Industrial, Universidad Autónoma de Manizales; Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Departamento de Ingeniería Industrial, Campus la Nubia. Manizales, Colombia.

[46] Kannadhasan, S; Nagarajan, R. (2022). Recent Trends in Knowledge Graphs and its Applications. Department of Electronics and Communication Engineering, Cheran College of Engineering; Department of Electrical and Electronics Engineering, Gnanamani College of Technology. Tamilnadu, India.

[47] Mykytas, M; Terenchuk, S; Zhuravska, N. (2018). Models, Methods, and Tools of Optimizing Costs for Development of Clusterized Organizational Structures in Construction Industry. National University of Construction and Architecture, Ukraine. Kyiv, Ukraine.

[48] Gonzalez Silva, J. (2018). Método para trazabilidad y control de flujos en la cadena de abastecimiento. National Open University and Distance. Colombia.

[49] Sánchez Vega, J. (2020). Identificación de clientes de mayor relevancia mediante teoría de grafos con foco en campañas de apertura de tarjeta de crédito para un banco. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas Y Matemáticas Departamento de Ingeniería Industrial.

## EIG-TFI

- [50] Caro Martínez, M. (2017). Sistemas de recomendación basados en técnicas de predicción de enlaces para jueces en línea. Máster en Ingeniería Informática, Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.
- [51] Moore, R. (2007). Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools, Saunders, Elsevier Science & Technology Books, Maryland Heights, MO.
- [52] Allway, M; Corbett, S. (2002). Shifting to lean service: stealing a page from manufacturers playbooks. Journal of Organizational Excellence, V. 21 No. 2, pp. 45-54.
- [53] Papadopoulou, T; Ozbayrak, M. (2005). Leanness: experiences from the journey to date. Management, Vol. 16 No. 7, pp. 784-807.
- [54] Pastén, S. (2010). Análisis de las variables de comportamiento organizacional actuales y deseadas de la empresa.
- [55] Porter, L; Lawler, E; Hackman, R. (1975). Behavior in organizations. New York. McGrawHill.
- [56] Padilla, P. (2022). Evaluación 360 grados. [www.pedropadillaruz.es/evaluacion-del-desempeno-360/](http://www.pedropadillaruz.es/evaluacion-del-desempeno-360/).
- [57] Maritza Guerrero. (2018). Escala grafica de evaluación de desempeño. [www.pinterest.com.mx/pin/767371223980410790/](http://www.pinterest.com.mx/pin/767371223980410790/).
- [58] Aiteco consultores. (2015). Comparación entre pares. [www.aiteco.com](http://www.aiteco.com).
- [59] Molina, A; Fernandez Madarieta, G; Buffone, F; Castagnet, E. (2022). Uso de grafos para el análisis de estructuras organizacionales empresarias. Una visión desde el Clúster económico de Bahía Blanca. Edutecne. Código ISBN en trámite.
- [60] Molina, A; Fernandez Madarieta, G; Buffone, F; Castagnet, E. (2022). Validation of the use of graphs to evaluate the organizational structure of firms. The case of the Bahía Blanca economic cluster. EJBMR-European Journal of Business & Management Research. Código ISSN 2507-1076.
- [61] Taylor, Frederik. (1911). The Principles of Scientific Management.

## EIG-TFI

[62] Díez, J; (2008). Desarrollo económico en Bahía Blanca: un análisis desde el enfoque de sistemas productivos locales. Revista Universitaria de Geografía versión On-line volumen 17 numero 1. ISSN 1852-4265. Universidad Nacional del Sur.

[63] Díez, J; Pasciaroni, C. (2018). Análisis del sistema productivo de Bahía Blanca desde una mirada histórica. Trayectoria, estado actual y perspectivas. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas.

[64] Hillier, F; Lieberman, G. (2010). Introducción a la investigación de operaciones. Stanford University; Late of Stanford University. Novena edición. ISBN: 978-607-15-0308-4.

[65] EcuRed. (2021). Teoría de grafos. [www.ecured.cu/Teor%C3%ADa\\_de\\_grafos](http://www.ecured.cu/Teor%C3%ADa_de_grafos).

[66] Valdivia, J. (2020). Teoría de graficas o grafos. Platzi. [www.platzi.com/clases/1319-discretas/12221-teoria-de-grafos](http://www.platzi.com/clases/1319-discretas/12221-teoria-de-grafos).