
GENERACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO MEDIANTE ANÁLISIS DE REDES SOCIALES E IDENTIFICACIÓN DE ATRIBUTOS PERSONALES

FRANCISCO MOLINA J.*

PABLO LOYOLA H.*

JUAN D. VELÁSQUEZ*

Resumen

En la actualidad, gran parte de las organizaciones cuentan con sistemas de información que permiten supervisar procesos productivos, generar indicadores económicos y optimizar procesos administrativos, dejando en un segundo plano la gestión de las personas que componen la institución y los aprendizajes que han adquirido a lo largo de sus vidas. En particular, diversas instituciones de educación superior cuentan con plataformas virtuales que registran calificaciones, almacenan archivos y proveen de foros a los alumnos. Sin embargo, estos sistemas no permiten apreciar la capacidad real de los estudiantes, ya que su foco se centra principalmente en optimizar labores administrativas y no en recoger y procesar información clave de los alumnos, con la cual se podría generar el conocimiento necesario para gestionar el desarrollo personal y profesional del estudiantado. El presente artículo detalla la construcción de un sistema de información capaz de recolectar una serie de datos específicos de las personas (sus intereses, las redes sociales que poseen, sus experiencias laborales y la capacidad de adquirir roles dentro de un equipo) con la finalidad de procesarlos y generar estadísticas, análisis de redes sociales y equipos de trabajo cuyos integrantes sean compatibles entre sí.

Palabras Clave: *Equipo de Trabajo, Análisis de Redes Sociales, Generación de Conocimiento.*

*Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

1. Introducción

Varios autores han demostrado que la capacidad real y el éxito de un individuo no pueden ser pronosticados sólo por su coeficiente intelectual (CI) ni por su rendimiento académico [5, 23]. Sin embargo, la mayoría de los establecimientos de educación superior continúan basando su sistema educativo en la aprobación de exámenes de conocimientos, obviando el ejemplo de universidades reconocidas a nivel mundial (como el Massachusetts Institute of Technology o MIT), donde la formación de profesionales exitosos se basa en potenciar de forma armónica la capacidad cognitiva y las habilidades individuales e interpersonales de los alumnos¹.

En particular, Amartya Sen[22] sostiene que al observar la capacidad de una persona, lo que interesa es evaluarla en términos de su *habilidad real* para lograr funcionamientos valiosos como parte de la vida. Por lo tanto, si uno de los fines de la educación es permitir que los individuos logren integrarse plenamente en la sociedad, debiese incorporarse una mirada más sistémica a la problemática de la enseñanza, avanzando hacia modelos educacionales que busquen el pleno desarrollo de la personalidad humana y no sólo una parte de ella.

Por esto, es de suma importancia profundizar en asuntos como el observado por la Comisión Nacional de Acreditación (CNA-Chile)² al momento de certificar la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile a mediados de 2007:

*Se destaca la calidad del profesional formado en la carrera, en especial su capacidad analítica, su formación en ciencias básicas y su capacidad técnica. Sin embargo, se plantea la necesidad de reforzar herramientas de gestión, de relaciones interpersonales, liderazgo, emprendimiento y comunicación.*³

A continuación se expone una metodología que trata de hacerse cargo, a

¹Basado en la charla de Woody Flowers (Profesor y Ph.D. del MIT, distinguido como *MacVicar Faculty Fellow* por sus contribuciones sobresalientes a la enseñanza de pregrado) realizada el 23 de octubre de 2007 en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile.

²Para velar por la excelencia de la educación superior en Chile, en octubre de 2006 se promulgó la *Ley de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior N°20,129*, la cual crea la Comisión Nacional de Acreditación *CNA – Chile* cuya función es “verificar y promover la calidad de las Universidades, Institutos Profesionales y Centros de Formación Técnica”. Fuente: Sitio web de la Comisión Nacional de Acreditación. [Consulta: 21 de junio de 2009]. Disponible en: http://www.cnachile.cl/portada/port_pres_general.html

³Fuente: Sitio web de la Comisión Nacional de Acreditación. Documento: *Acuerdo de Acreditación N° 443. Carrera de Ingeniería Civil, Universidad de Chile*. Junio de 2007. [Consulta: 21 de junio de 2009]. Disponible en: http://www.cnachile.cl/acreditacion/ac_carreras/ACUERDO_N443.pdf

través del uso de TIC's, del problema observado en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile, el cual se puede extrapolar a diversas organizaciones de otras índoles.

El presente artículo comienza con la sección 2, la cual contiene un breve marco teórico sobre los principios básicos del trabajo en equipo y las herramientas principales del análisis de redes sociales. A continuación, en la sección 3, se estudian las variables que influyen en el desempeño de los equipos de trabajo dentro de la FCFM, se establecen los requerimientos de información del sistema y se comenta brevemente sobre la construcción del sitio web que alberga el sistema. Luego, en la sección 4, se detalla la experiencia piloto realizada en el Departamento de Ingeniería Industrial (DII) de la FCFM y se discuten los resultados obtenidos. Finalmente, en la sección 5 se presentan las principales conclusiones que se obtuvieron a lo largo del trabajo.

2. Conceptos Preliminares

2.1. El Equipo de Trabajo: Principios Básicos

Para entender el funcionamiento de un equipo, es necesario conocer algunas nociones básicas como los pasos para diseñar un grupo de trabajo efectivo, los roles posibles dentro de un equipo, los factores que influyen en el desempeño de un grupo de trabajo y los beneficios y desventajas de formar equipos de trabajo.

2.1.1. Pasos para Diseñar Equipos de Trabajo

En uno de sus trabajos más reconocidos, Hackman (1987) definió cuatro etapas a seguir para la creación de un grupo de trabajo efectivo: trabajo previo, creación de condiciones de desempeño, formación y construcción del equipo, y prestar asistencia al equipo durante la marcha. (Ver Fig. 1)

Con respecto al número ideal de integrantes, varios autores aconsejan un rango que varía entre cuatro y ocho personas[13, 9, 25], ya que un número mayor presenta más conflictos internos[11], se enfrenta a problemas logísticos como encontrar suficiente espacio físico y tiempo para reunirse[13] y la tendencia a colaborar de sus miembros disminuye naturalmente a medida que el equipo crece[6]).

Por otro lado, se ha demostrado que considerar las habilidades sociales de los miembros[18], la capacidad de liderazgo y el nivel de responsabilidad y la capacidad de compromiso[13] influyen altamente en el desempeño del equipo.

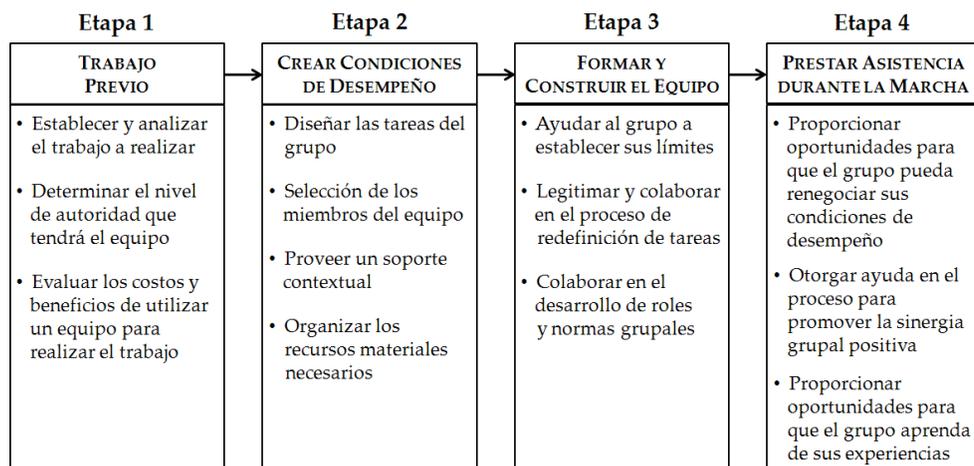


Figura 1: Etapas a seguir para la creación de un grupo efectivo

2.1.2. Roles dentro del Equipo

Por otro lado, en [14] se investigaron diversos equipos de producción, servicios y procesos, y observaron que los equipos eficientes concentran una serie de roles que desempeñan sus miembros en base a sus habilidades, capacidades e intereses, donde la ausencia de alguna de estas actividades impacta significativamente el desempeño grupal. A continuación, se presenta un resumen de los ocho roles propuestos como esenciales por lo autores mencionados:

- **Asesorar:** Recolectar y resguardar que la información este disponible para que el equipo pueda tomar decisiones correctas en función del cumplimiento de las metas acordadas.
- **Innovar:** Generar y experimentar con nuevas ideas, preguntándose a menudo si las tareas del equipo se desarrollan de la mejor forma posible.
- **Promover:** Explorar y presentar oportunidades a ejecutivos (y/o terceros) con el fin de captar recursos para que el equipo pueda realizar sus labores.
- **Desarrollar:** Escuchar a los clientes (internos y externos) para detectar sus necesidades, y luego verificar la aplicabilidad de incorporar nuevos enfoques en los esfuerzos de planificación.
- **Organizar:** Involucra ordenar al equipo para que sus miembros sepan qué hacer, cómo y cuándo, fijando objetivos y plazos claros para hacer funcionar las cosas.

- **Producir:** Considerando las metas fijadas, se relaciona con la entrega de productos o resultados, cumpliendo con altas normas de efectividad y eficiencia.
- **Inspeccionar:** Controlar y efectuar auditorías de calidad, de finanzas, de seguridad y de personal, entre otras para asegurar el cumplimiento de las normas y metas establecidas.
- **Mantener:** Revisar periódicamente la efectividad del equipo, preocupándose de preservar las normas de calidad y de proteger la continuidad de los procesos operacionales.

2.1.3. Factores que Influyen en el Desempeño del Equipo

En la Fig. 2 se exhiben los tres tipos de factores que repercuten en el rendimiento grupal [16], presentándose para cada categoría una lista de factores que se repiten constantemente en la literatura que aborda esta temática.⁴

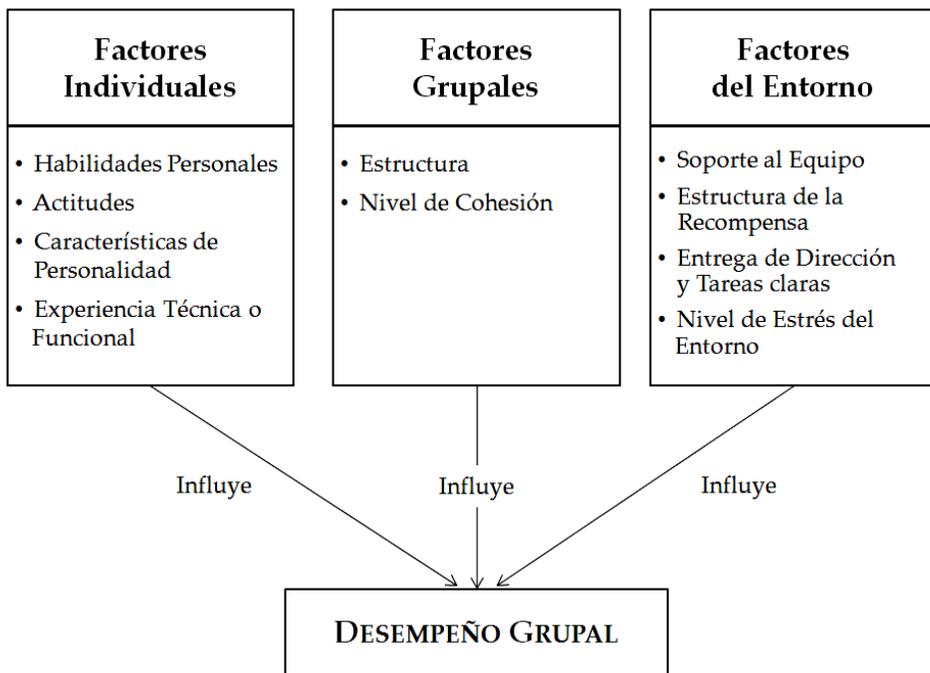


Figura 2: Factores que afectan el desempeño grupal

⁴Dentro de los trabajos consultados para estudiar los factores que repercuten en el desempeño grupal se encuentran: [8, 12, 3, 7, 11, 25, 2, 10, 18, 6]

2.1.4. Beneficios y Desventajas del Trabajo en Equipo

Algunas de las razones que han posicionado al trabajo en equipo como una manera eficiente de realizar labores complejas se pueden resumir de la siguiente manera:

- Los equipos consiguen desarrollar habilidades y capacidades complementarias que, por definición, son superiores a las que podrían aportar los miembros de forma aislada.
- Gracias a su capacidad de diálogo e interpretación, los equipos pueden ajustar sus enfoques a la nueva información y a los nuevos retos con mayor velocidad, exactitud y eficacia que un individuo aislado con gran cantidad de conexiones organizacionales.
- Los equipos bien administrados pueden aprovechar mejor los recursos y obtener mejores resultados de desempeño.
- La pertenencia a un equipo de trabajo proporciona apoyo mental y fomenta el compañerismo, siendo estos factores de motivación.
- La experiencia de trabajar en equipo contribuye positivamente al aprendizaje y al bienestar de cada uno de sus miembros.

Por otro lado, algunas desventajas de crear y utilizar equipos se pueden resumir brevemente de la siguiente manera:

- Como se confunden los términos “grupo de trabajo” y “equipo” con facilidad, se tiende a administrar ambos sistemas de la misma forma, obteniéndose equipos que producen menos que las contribuciones individuales que podrían hacer sus miembros.
- La formación de un equipo toma más tiempo y gasta más recursos que la generación de un grupo de trabajo.

2.2. Breve Introducción al Análisis de Redes Sociales

A continuación se presentan los conceptos y herramientas básicas del Análisis de Redes Sociales (ARS): definiciones principales, representación de una red social, y algunas propiedades de las redes y los actores.

2.2.1. Conceptos Básicos del Análisis de Redes

A continuación, se presentan algunos términos necesarios de manejar para entender y utilizar el análisis de redes.

- **Actor:** Entidad social que interactúa con otras entidades. Esta puede ser una persona discreta, un grupo de individuos, una organización, una ciudad, una nación, etc.
- **Conexión o Vínculo:** Corresponde al tipo de relación que “conectan” par de actores distintos. Estos vínculos pueden ser de naturaleza muy diferente: relaciones transaccionales, de comunicación, instrumentales, sentimentales, de poder o autoridad, de parentesco, etc.
- **Grupo:** Conjunto finito de actores sobre los cuales son efectuadas las mediciones.
- **Red Social:** Conjunto finito de actores que contienen un determinado número de relaciones definidas entre ellos.

2.2.2. Representación de una Red Social

Una de las nociones matemáticas que mejor permite representar una red de manera sistemática y concisa es el **grafo** (ver Fig. 3), ya que es un modelo simplificado de una red social donde los actores son representados por nodos (*vértices o puntos*) y los vínculos son trazados mediante líneas (*bordes o aristas*).

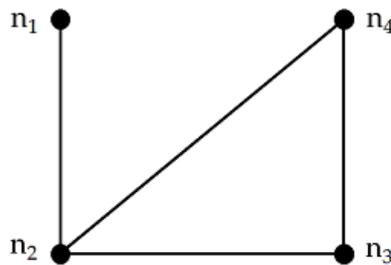


Figura 3: Ejemplo de un grafo

En un grafo, la ubicación de puntos en el espacio y el largo de las líneas no tienen relevancia. La única información importante es el conjunto de nodos y la presencia o ausencia de líneas entre diferentes pares de puntos [24].

2.2.3. Propiedades Básicas de Redes y Actores

Si g es el número de nodos y L el número de líneas existentes en un grafo, entonces se tienen las siguientes propiedades:

- **Grado de un nodo:** Corresponde al número de líneas que inciden sobre un determinado nodo i , denotando este valor por $d(n_i)$.⁵

⁵El uso de la letra “d” para denotar el grado de un nodo proviene del término en inglés *degree*.

- **Densidad:** Si un grafo tiene g nodos, entonces el máximo de líneas que puede tener es $g(g-1)/2$. Entonces, la densidad viene siendo la relación entre las líneas existentes y el total de líneas posibles que puede tener la red. En términos matemáticos, la densidad se puede expresar como $\Delta = \frac{L}{g(g-1)/2} = \frac{2L}{g(g-1)}$.
- **Diámetro:** El *diámetro de una red* es la distancia -geodésica- más larga existente dentro de la red.
- **Agujero Estructural:** Dado que difícilmente se tienen redes con densidad máxima, se llama “agujero estructural” a la falta de una conexión entre dos nodos cualquiera.

2.2.4. Software de Análisis y Representación de Redes Sociales: *UCINET*

Durante años, varios autores [4, 17, 20, 21] coinciden en destacar a UCINET, de *Analytic Technologies*⁶, como uno de los programas más estandarizados para el análisis de redes.

Algunas de sus principales virtudes son la facilidad para exportar datos provenientes desde hojas de cálculos, como Excel y otros programas ofimáticos, las posibilidades de gestión de matrices y grafos, y la disponibilidad de variadas herramientas para trabajar con técnicas como *Cliques*, *N-Clan*, *K-Plex*, MDS o CONCOR, entre otras.

3. Levantamiento de Requerimientos

En este capítulo se propone la construcción de un sistema de información que permite recolectar y procesar datos de alumnos, para luego formar equipos de trabajo que maximicen la compatibilidad entre sus miembros.

Para lograr esto, primero se estudia el funcionamiento de los grupos de alumnos que trabajan (o que han trabajado) juntos en la FCFM y se determinan las variables principales que afectan (o que afectaron) su funcionamiento. A continuación, se establecen los requerimientos generales del sistema de información a construir. Finalmente, se presenta el modelo matemático diseñado para evaluar y clasificar grupos.

3.1. Estudio: Caracterización de los Equipos de Trabajo en la FCFM

El presente apartado tiene como propósito describir el conjunto de métodos y técnicas utilizadas para caracterizar los equipos de trabajo en la FCFM,

⁶<http://www.analytictech.com/>

especificando el enfoque metodológico de la investigación, las técnicas utilizadas para la recolección de los datos y los procedimientos realizados para el análisis e interpretación de los resultados.

Enfoque metodológico del estudio. El estudio integró en su diseño un enfoque metodológico mixto para lograr un alto grado de integración entre los enfoques cuantitativos y cualitativos [19]. De este modo, la investigación se dividió en dos partes esenciales: una enfocada desde lo cualitativo, con la aplicación de entrevistas abiertas y semiestructuradas, y otra orientada a lo cuantitativo, a través de la aplicación de encuestas basadas en un cuestionario estructurado.

Más en detalle, a través de informantes clave se buscaron “grupos destacados” y “grupos de bajo desempeño” en la FCFM. Luego se entrevistaron estos grupos para saber más de su funcionamiento. A continuación, se consolidó la información recopilada y se realizó una encuesta a los grupos para levantar datos cuantitativos precisos. Por último, se compararon las variables que influyeron al conjunto de grupos exitosos con las variables que afectaron a los grupos no exitosos y se concluyó.

En resumen, mediante encuestas y entrevistas semiestructuradas se buscó información sobre los grupos de trabajo en dos ejes principales: características personales de los integrantes y aspectos de la conformación del grupo y sus dinámicas recurrentes.

Entrevistas abiertas a informantes clave. Se realizaron entrevistas abiertas a los siguientes informantes clave: Profesores de 8 carreras diferentes (cuyas asignaturas exigen a los alumnos aprobar un trabajo grupal), funcionarios de distintas áreas de la FCFM (como la Subdirección de la Escuela, el Área de Deportes y el Área de Infotecnologías, entre otras) y Estudiantes que tienen (o que han tenido) cargos relevantes dentro de la FCFM (miembros de Centros de Estudiantes y Centros Deportivos de años anteriores.)

A cada entrevistado se le pidió definir, desde su perspectiva, lo que debía tener un grupo de alumnos para llegar a ser exitoso. Además, a cada uno se le pidió mencionar dos grupos pertenecientes a la FCFM: uno que haya obtenido resultados sobresalientes y otro con resultados mediocres o insuficientes. Además, se les solicitó una breve comparación entre los grupos y los motivos por los cuales, desde su perspectiva, uno obtuvo buenos resultados y el otro no.

Selección de equipos a estudiar. Para obtener una cantidad manejable de grupos a investigar, de la lista sugerida por los informantes clave a través de las entrevistas abiertas, se eliminaron los que no presentaban claros resultados sobresalientes (o deficientes), los que trabajaron menos de un semestre juntos y los que no presentaban una rápida accesibilidad a sus miembros.

Considerando lo anterior, del conjunto sugerido de 27 grupos se seleccionaron 17 para ser estudiados con mayor profundidad: 10 que presentaron desem-

peños sobresalientes y 7 que destacaron por su mal funcionamiento o sus pobres resultados.

Entrevistas a grupos de trabajo. Se realizaron 33 entrevistas semiestructuradas a estudiantes de los grupos seleccionados. A todos se les pidió comentar lo más posible sobre los siguientes ejes temáticos:

- Aspectos de la conformación del grupo y sus dinámicas recurrentes.
- Los factores personales con los que definiría a un equipo exitoso
- La magnitud del éxito alcanzado con el grupo y los factores que influyeron.
- La existencia de liderazgo dentro del grupo y la forma de administrarlo.
- La manera de resolver conflictos.

A continuación, se llevó a cabo el proceso de análisis de datos, a través del cual se desarrollaron las tareas de elaboración de unidades de análisis, categorización, codificación, síntesis y agrupamiento de la información, dependiendo de los elementos más relevantes de cada entrevista.⁷

Confeción y aplicación de la encuesta. Tras el análisis de las entrevistas se observaron diferencias significativas entre los equipos exitosos y los no exitosos. Luego, para comprobar cuantitativamente estos contrastes (y para recoger las opiniones de todos sobre cada punto), a los entrevistados se realizó una encuesta con escalas de Likert⁸. (Algunos ejemplos de preguntas son: “En mi grupo hay integrantes que destacan por su alta productividad” o “En mi grupo se asignan las tareas según intereses y habilidades de cada integrante”.)

Análisis de los resultados obtenidos. Se realizó un análisis crítico del proceso vivido por los grupos de trabajo entrevistados. Este análisis se centró en identificar aquellos factores que influyen en el desempeño grupal, separándose estas variables en tres líneas principales:

- Efectos de las características individuales de los integrantes.
- Las repercusiones en el rendimiento provocadas por variables grupales o estructurales.
- La influencia de factores externos o exógenos al grupo.

⁷Para tales efectos se utilizó el método de análisis de contenido propuesto por Sampieri et al. (2003), el cual es definido como una técnica apta para estudiar la comunicación de una manera objetiva, sistemática y que cuantifica los contenidos en categorías, aportando de este modo a realizar inferencias válidas y confiables de datos respecto a su contexto.

⁸Para más detalles de la metodología creada por Rensis Likert, se recomienda consultar algunos textos prácticos como [1] o [15].

A continuación, para cada uno de los ítems mencionados, se formulan algunos comentarios en base a la información cualitativa y cuantitativa revelada en el proceso:

- Factores Individuales En primer lugar, se destaca el rol de la experiencia al momento de liderar un grupo, ya que más del 50% de los equipos exitosos contaron con líderes que tenían al menos una **experiencia pasada en manejo de grupos** mientras que un tercio de los grupos no exitosos acusó a sus líderes de incompetentes en el cargo, o simplemente no reconoció liderazgo alguno a lo largo del proyecto.

Además, el 50% de los equipos destacados contaron con **miembros altamente productivos** (o con **integrantes brillantes**) que permitían *sacar* trabajos difíciles o tediosos en poco tiempo, descongestionando las labores del grupo. Por el contrario, los grupos no exitosos reconocieron, en un 67% de las veces, haber tenido problemas con algunos conocimientos técnicos, lo cual los retrasaba.

Cabe mencionar que lo anterior podría ser una de las razones que explica la gran diferencia entre los niveles de motivación existentes entre ambos tipos grupos: cerca del 70% de los miembros de grupos exitosos reconoció como un factor *energizante* la motivación existente intragrupo, mientras que el 52% de los grupos fallidos reconoció la existencia de algún grado de desmotivación durante el proyecto debido a causas como el descontento con la productividad grupal o con la calidad del trabajo realizado por algunos compañeros.

- Factores Grupales. El 82% de los grupos exitosos manifestó que los objetivos del proyecto estaban claros desde un comienzo y /o que sus intereses estaban alineados entre sí. En contraste, más de un tercio de los grupos no exitosos reconoció tener miembros con diferentes objetivos e intereses, los cuales constantemente discutían o se increpaban entre sí.
- Factores del Entorno. Se encontraron dos variables que diferenciaron los tipos de grupos estudiados: recurrir a gente externa para solucionar problemas puntuales y la importancia de contar con un espacio adecuado para trabajar. Con respecto al primer factor, se detectó que un número significativo de grupos exitosos recurrieron a personas externas para buscar consejo en algún momento del proyecto desarrollado, mientras que los *no exitosos* casi no contaron con ayuda externa, reconociendo en las entrevistas que habría sido de gran ayuda en momentos complicados. Por otro lado, a pesar de que la segunda variable no aparece tan clara en la encuesta, se decidió incluir debido a la información recogida en varias entrevistas a miembros de grupos no exitosos, los cuales manifes-

taron que no tenían un lugar fijo para trabajar y que eso disminuía su capacidad productiva.

3.2. Requerimientos Generales del Sistema de Información

Considerando la recopilación bibliográfica sobre el trabajo en equipo y la investigación realizada en la FCFM, se decidió que el sistema de información debía contemplar, como mínimo, los siguientes requerimientos de información y perfiles de usuario:

- **Requerimientos de Información.** Se deben realizar consultas sobre cuatro tipos de datos que influyen significativamente en la conformación de los grupos de trabajo: los intereses personales de los alumnos (en cuanto a trabajo y tiempos de ocio), su nivel de experiencia laboral, sus redes sociales dentro de la FCFM y sus preferencias para asumir un rol dentro de un grupo de trabajo.
- **Perfiles de Usuario.** Se distinguen dos perfiles distintos que interactuarán con el sistema: **alumno** (quien puede ingresar, modificar y eliminar los datos antes mencionados) y **analista de datos** (quien realiza los requerimientos de información al sistema para obtener, dado un perfil del trabajo a realizar⁹, un set de grupos potenciales, los cuales son dispuestos en un ranking construido por un modelo matemático¹⁰ que recoge y pondera los datos ingresados por los alumnos.)

3.3. Clasificación de los Grupos de Trabajo

Para evaluar el posible funcionamiento de un equipo, se diseñó un modelo matemático con 4 factores que se pueden manejar en el proceso de formación de un grupo y que influyen significativamente en su desempeño. Además, cada factor se puede subdividir en 2 variables que aportan información al modelo, dándole mayor robustez:

- **Intereses de los alumnos:** “sector de interés para trabajar” y “actividades que se realizan en el tiempo libre”.
- **Experiencias que aporten habilidades técnicas:** “experiencias laborales” y “Experiencias en voluntariados”.
- **Las redes sociales:** “vínculos existentes entre los miembros antes de formarse el grupo” y “Vínculos que poseen los miembros con alumnos externos al grupo”.

⁹Por ejemplo, podría estar orientado hacia la creación de negocios, hacia la acción social, hacia temas medioambientales, etc.

¹⁰En el Anexo se presenta el modelo matemático diseñado, junto con una breve explicación de sus parámetros.

- **Preferencias para trabajar en grupo:** “Cantidad de roles presentes en un grupo de n alumnos” y “efectividad de los miembros en sus respectivos roles”.

Por lo tanto, considerando estas 8 variables se construyó el modelo que permite asignarle un puntaje a cada grupo en virtud de las características individuales y grupales de sus miembros:

$$\alpha \left[\alpha_1 \begin{pmatrix} \text{alineamiento} \\ \text{sectores de} \\ \text{interés} \end{pmatrix} + \alpha_2 \begin{pmatrix} \text{alineamiento} \\ \text{de actividades} \\ \text{personales} \end{pmatrix} \right] + \beta \left[\beta_1 \begin{pmatrix} \text{experiencia} \\ \text{laboral} \end{pmatrix} + \beta_2 \begin{pmatrix} \text{experiencia} \\ \text{en} \\ \text{voluntariados} \end{pmatrix} \right] \\ + \gamma \left[\gamma_1 \begin{pmatrix} \text{redes internas} \\ \text{antes de} \\ \text{formar el grupo} \end{pmatrix} + \gamma_2 \begin{pmatrix} \text{redes} \\ \text{externas de} \\ \text{los miembros} \end{pmatrix} \right] + \delta \left[\delta_1 \begin{pmatrix} \text{cantidad de} \\ \text{roles en} \\ \text{el grupo} \end{pmatrix} + \delta_2 \begin{pmatrix} \text{efectividad} \\ \text{de los roles} \\ \text{en el grupo} \end{pmatrix} \right]$$

Los parámetros α , β , γ y δ son constantes que, para el experimento realizado, se definieron en base al peso relativo que tuvo cada una de las 4 áreas (intereses, experiencia, redes y roles) en el éxito de los equipos estudiados dentro de la FCFM.

4. Construcción del Sistema de Información y Experimentación

Para construir el sistema de información propuesto, se diseñó un sitio web con todas las funcionalidades descritas anteriormente (recolección de datos provenientes de alumnos, procesamiento de los datos y presentación de la información en un tiempo razonable). Posteriormente, se testeó su funcionalidad y su usabilidad con un grupo de alumnos del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, obteniendo resultados que permitieron analizar la viabilidad de utilizar la metodología propuesta.

4.1. Arquitectura

Para el desarrollo se utilizaron herramientas de código abierto, las cuales permitieron la reutilización de módulos pertenecientes a otras aplicaciones sin costo alguno.

En resumen, se utilizó el motor de bases de datos relacional MySQL (versión 4.1.22) y el lenguaje PHP (versión 5.1.4) para el software. Además, para la interacción del sistema con el usuario, ya sea al ingresar datos o al hacer requerimientos de información, se decidió utilizar navegadores web de amplia aceptación (como Firefox, Internet Explorer, Google Chrome y Opera), dejando el procesamiento de los datos completamente en el servidor web.

4.2. Módulos de la Interfaz

Para que el sistema fuese adoptado de la mejor forma por los usuarios, se le bautizó con el nombre de *U-Proyectos*, lo que sigue una lógica institucional derivada de otros sistemas de información utilizados por los alumnos de la FCFM: U-Cursos y U-Campus.

Por otro lado, se diseñaron módulos orientados a dos tipos de perfil: **alumno** (los cuales permiten el ingreso de intereses, experiencias laborales, las redes sociales y las preferencias para trabajar en grupo) y **analista de datos** (donde se puede filtrar a los alumnos según sus intereses y experiencias, pudiendo agruparlos en equipos de trabajo cuyos miembros se complementen entre sí).

4.3. Caso de Prueba y Resultados Obtenidos

Para testear el funcionamiento del sistema, se envió, mediante correo electrónico, una invitación personalizada con la explicación de la iniciativa, un nombre de usuario y un password, a 183 estudiantes del DII (equivalente al 5% del alumnado total de la FCFM), permitiéndoles entrar libremente durante una semana al sitio web.

Luego de finalizado el plazo, se obtuvo una tasa de ingreso cercana al 30% (53 alumnos), con más de 2400 datos ingresados. (Ver Tabla 1)

Indicadores	Resultados
Nº total de alumnos que ingresaron al sistema	53
Tiempo promedio de permanencia en el sitio web** (mm:ss)	13:02
Módulo con menor tiempo promedio de ingreso de datos (mm:ss)	Perfil de Trabajo (01:18)
Módulo con mayor tiempo promedio de ingreso de datos (mm:ss)	Redes Sociales (05:12)
Cantidad total de datos ingresados	2411
Promedio de datos ingresados por alumno	45,5
Módulo con menor cantidad de alumnos que ingresaron datos	Redes Sociales (37 alumnos)
Módulo con mayor cantidad de alumnos que ingresaron datos	Intereses Personales (53 alumnos)
Consultas o comentarios sobre el funcionamiento del sitio web	3

Tabla 1: Resultados de la recolección de datos

Una vez concluida la fase de recolección de datos, se procedió al análisis y

extracción de conocimiento del sistema. Para esto, se definieron tres áreas principales a considerar: estadísticas generales sobre los alumnos, descubrimiento de redes sociales y generación de grupos de trabajo.

Estadísticas Generales

La información recopilada por el sistema permitió conocer rápidamente tendencias y preferencias de los alumnos que participaron en la prueba, las cuales pueden servir de apoyo a la toma de decisiones por parte de profesores, centros de alumnos y/o personal administrativo de la FCFM. A modo de ejemplo, se presentan algunos de las estadísticas obtenidas:

- Sectores de trabajo que concentran el interés de los alumnos.
- Actividades que realizan los alumnos en su tiempo libre.
- Cantidad de empresas (por rubro) donde han trabajado los estudiantes.
- Áreas donde han trabajado los alumnos. (Por ejemplo, dentro del grupo de prueba, el área donde más han trabajado los alumnos es “Ventas”, con un 24 %, seguida de “Computación e Informática” y “Administración”, ambas con un 12 %. Y, por el contrario, no reciben menciones “Auditoría”, “Contabilidad”, “Control de Gestión”, “Facturación”, “Producción y Manufactura” y “Recursos Humanos”.)

Descubrimiento de Redes Sociales

Con los datos recogidos en el módulo “Redes Sociales”, se armó un archivo de texto plano compatible con el programa *Ucinet 6*. Luego, con este software se analizó el grupo de prueba, identificándose diversas características del entretrejo social de los alumnos. (Ver Fig. 4)

Además, siendo g el número de alumnos y L la cantidad de vínculos entre ellos, se obtuvo algunos indicadores interesantes de analizar posteriormente:

- Densidad de la red¹¹: $\Delta = \frac{L}{g(g-1)} = \frac{43}{27(27-1)} = 6,13\%$.
- Mayor grado de entrada: $d(\text{Alumno}_{11}) = 5$.
- Mayor grado de salida: $d(\text{Alumno}_8) = 6$.
- Accesibilidad: No todos los nodos son accesibles dentro de la red Alumno_{18} y Alumno_{19} no presentan lazos de amistad con resto de sus compañeros.

Generación de Grupos de Trabajo

Para probar el sistema y encontrar oportunidades de mejoras, se diseñó un experimento (o proyecto piloto) que tuvo las siguientes etapas y resultados:

¹¹Al ser un grafo dirigido se deben considerar los vínculos recíprocos. Por lo tanto, el número de arcos no se divide por la mitad y es equivalente a: $g(g-1)$.

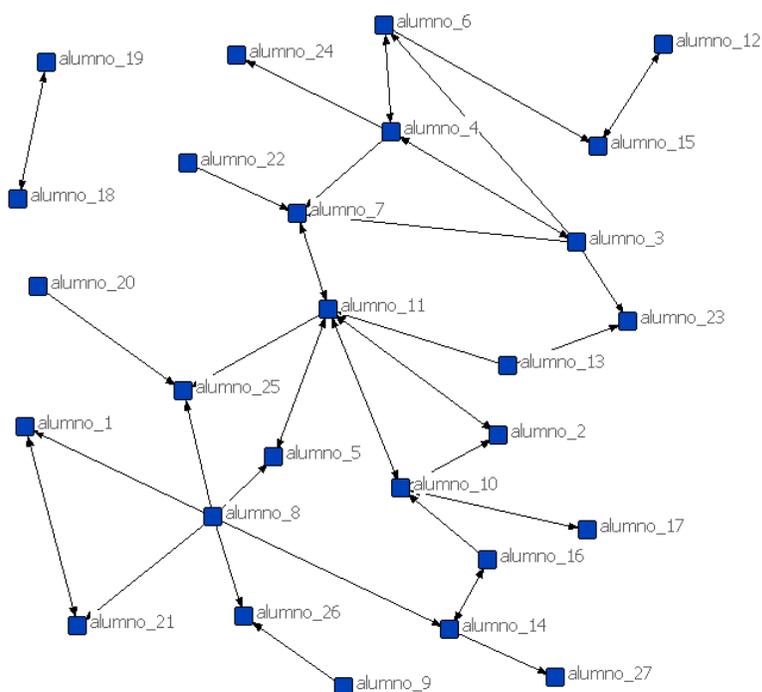


Figura 4: Grafo “Vínculos de amistad dentro del grupo de prueba”

- Proyecto: Bosquejar una campaña publicitaria para U-Proyectos en la FCFM, con el fin de lograr la mayor cantidad de alumnos inscritos en un determinado tiempo. (Fecha de ejecución: 31 de marzo a 14 de abril de 2010.)
- Capacidades e intereses que debían tener los miembros del grupo: Interés por la publicidad, por la creación de negocios y por trabajar haciendo consultorías.
- Buscar un grupo en el sistema que cumpla los requisitos: Se ingresaron los intereses mencionados y se buscaron grupos de 4 personas (el mínimo recomendado en la literatura que habla del tema). El sistema evaluó 3060 posibles grupos en un tiempo razonable y entregó un ranking con los 20 primeros. Se seleccionó el grupo ubicado en la primera posición.
- Convocar a las personas que propuso el sistema: Se realizó una reunión donde 3 de los 4 alumnos pudieron asistir y todos aceptaron realizar el proyecto. El cuarto miembro fue contactado por teléfono y también aceptó participar.
- Entrega de recursos físicos y monetarios: No se pudo proveer de un espacio físico de trabajo. Sin embargo, se entregó una pequeña cantidad de dinero para que el grupo dispusiera de él como estimase conveniente.

- Registro del proceso: Dado lo acotado del proyecto, el contacto fue preferentemente vía email y teléfono, dejándose registro de los comentarios y sugerencias del grupo de prueba.
- Resultados obtenidos: La principal herramienta de comunicación fue el correo electrónico y el celular, dejando en segundo plano las reuniones personales. Con respecto a los recursos monetarios, el grupo no gastó el dinero que le fue asignado y quiso devolverlo al terminar el proyecto. En cuanto a la convivencia, los miembros del grupo no tuvieron discusiones ni grandes desacuerdos. Al final de la experiencia, la mitad del grupo manifestó interés por seguir participando de U-Proyectos, particularmente explorando nuevas formas de hacer crecer la iniciativa.

4.4. Discusión de los resultados obtenidos

El experimento realizado entregó interesantes luces sobre mejoras que podrían ir perfeccionando el proceso de formación de nuevos grupos de trabajo:

- Ya que los grupos no deberían tener menos de 4 integrantes (idealmente), parece necesario formar grupos de 6 ó más personas considerando que una o dos podrían retirarse del proyecto eventualmente.
- Si bien el sistema predice la “capacidad esperada” de un determinado grupo, no predice el comportamiento individual de los miembros (no se sabe a priori si participarán de toda la experiencia o la dejarán en algún punto intermedio). Por ende, parece interesante estudiar e introducir en el modelo posibles factores de “fuga” de los alumnos, como la carga horaria que estos tienen (dentro y fuera de la universidad), por ejemplo.
- Luego de terminada la experiencia, los alumnos que llegaron hasta el final reconocieron que se conocían con anterioridad, pero que no habían colocado ninguna vinculación entre ellos en el sistema ya que no eran “mejores amigos” ni habían trabajado juntos anteriormente. Por lo tanto, parece interesante agregar en las consultas del módulo Redes Sociales el “grado” de amistad que se tiene con otras personas. Por ejemplo: “somos conocidos”, “existe una leve amistad”, “tenemos una enemistad”, etc.
- Como el grupo de prueba no contó con un espacio fijo para trabajar (ya sea físico o virtual), no se pudo participar de las conversaciones que mantuvieron sus miembros y, por ende, no se pudo conocer cabalmente los problemas cotidianos que surgieron durante el proyecto. Por lo tanto, se visualiza como necesario (a futuro) proveer de un espacio físico que permita centralizar las acciones y acompañar a los grupos durante su desarrollo, además de disponer de herramientas vía web para trabajar colaborativamente (como foros, chats y espacio para guardar archivos).

- Al ver la motivación y el entusiasmo generados en los miembros del grupo (quienes manifestaron su interés de seguir trabajando en el proyecto), se pudo apreciar tangiblemente el cumplimiento de uno de los objetivos principales del proyecto: aumentar la tasa de alumnos que están participando de iniciativas grupales en la FCFM, generando sinergias donde antes no las había.

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

La construcción de un sistema de información centrado en la recopilación y el procesamiento de los intereses que poseen las personas puede generar diversas formas de conocimiento aún no dimensionadas por completo.

Por ejemplo, un problema recurrente en el Depto. de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile es la petición de ramos electivos, ya que un número significativo de alumnos queda en cursos cuyo tema principal no responde a sus intereses profesionales o personales, provocando baja asistencia, desmotivación y bajo rendimiento durante el semestre. Por ende, usar un sistema de información como el propuesto serviría para caracterizar de forma eficiente las preferencias de los alumnos que tomarán cursos electivos cada semestre, disminuyendo la asimetría de información entre oferta (universidad) y demanda (alumnos).

Por otro lado, al recoger experiencias y trabajos realizados con anterioridad, un sistema como el descrito permitiría develar parte del conocimiento almacenado en los miembros de una organización o de una comunidad (ya sean empresas, instituciones benéficas o educacionales, organismos gubernamentales, etc.), el cual, en general, permanece invisible y no es aprovechado.

En resumen, un sistema de información orientado a la recolección de 4 datos específicos de las personas: intereses, experiencias, redes sociales y perfil para trabajar en grupo; es capaz de entregar información rica en contenido, permitiendo tomar decisiones de manera rápida y eficiente al momento de querer potenciar todo tipo de organizaciones, en particular las de corte educacional.

5.1. Trabajo Futuro

Con el fin de profundizar y mejorar el trabajo aquí presentado, es posible definir algunas líneas de investigación a realizar en el futuro:

- Adaptar e implementar el sistema en distintas organizaciones del país (ya sean privadas o gubernamentales), con el fin de ajustar y comprobar el real alcance del modelo.
- Buscar nuevas variables que enriquezcan el modelo.

- Si bien las percepciones son útiles en primera instancia, es necesario buscar formas más exactas de obtener información de las personas. (Por ejemplo, utilizando encuestas ya probadas para medir la personalidad.)

Agradecimientos

Los autores agradecen el aporte del Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ICM: P-05-004-F, CONICYT: FBO16)

Referencias

- [1] L. AIKEN. *Test Psicológicos y Evaluación*. Prentice Hall, México, 2003.
- [2] W. BENNIS. *Secretos de los grandes equipos*. Granica, 2002.
- [3] M. CAMPION, G. MEDSKER, and A. HIGGS. Relations between work group characteristics and effectiveness: Implications for designing effective work groups. *Personnel Psychology*, 46(1):823–850, 1993.
- [4] E. CHURCHILL and C. HALVERSON. Guest editors introduction: Social networks and social networking. *IEEE Internet Computing*, 78(5):14–19, 2005.
- [5] D. GOLEMAN. *La Inteligencia Emocional*. Barcelona: Kairós, 1996.
- [6] L. GRATTON and T. J. ERICKSON. Eight ways to build collaborative teams. *Revista Harvard Business Review*, 1(1):101–109, 2007.
- [7] R. GUZZO and M. DICKSON. Teams in organizations: Recent research on performance and effectiveness. *Annual Review of Psychology*, 3(47):101–109, 1996.
- [8] J. R. HACKMAN. *The design of work teams*. LORSCH, J. W. (editor). *Handbook of Organizational Behavior*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1987.
- [9] J. R. HACKMAN. *Por qué hay equipos que no funcionan*. En HESSELBEIN, F. y COHEN, P. (compiladores). *De Líder a Líder*. Granica, 2000.
- [10] J. R. HACKMAN. *Leading teams: Setting the stage for great performances*. Boston: Harvard Business School Press, 2002.
- [11] J. R. HACKMAN, R. WAGEMAN, and T. RUDDY. *Team effectiveness in theory and practice*. En COOPER, C. y LOCKE, E. A. (editores). *Industrial and organizational psychology: Theory and practice*. Oxford, UK: Backwell, 2000.

- [12] D. KATZENBACH, J.; SMITH. The discipline of teams. *Revista Harvard Business Review*, 1(1):111–120, 1993.
- [13] J. KATZENBACH and D. SMITH. *The Wisdom of Teams*. Boston: Harvard Business School Press, 1993.
- [14] D. MARGERISON, CH. McCANN and R. DAVIES. Focus on team appraisal. *Team Performance Management an International Journal*, 1(4):13–18, 1995.
- [15] R. McDANIEL, C. y GATES. *Investigación de Mercados Contemporánea*. México: Thomson Editores, 1999.
- [16] J. E. McGRATH. *Social psychology: A brief introduction*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1964.
- [17] J. L. MOLINA. *El Análisis de Redes Sociales. Una introducción*. Barcelona: Bellaterra, 2001.
- [18] M. MORGESON, F.; REIDER and M. CAMPION. Selecting individuals in team settings: The importance of social skills, personality characteristics, and teamwork knowledge. *Personnel Psychology*, 1(58):583–611, 2005.
- [19] C. SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ and P. BAPTISTA. *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana S.A., 2003.
- [20] L. SANZ MENÉNDEZ. Análisis de redes sociales: o como representar las estructuras sociales subyacentes. *Apuntes de Ciencia Tecnología y Sociedad*, 1(7):21–29, 2003.
- [21] J. SCOTT. *Social Network Analysis: A Handbook. 2ª Edición*. SAGE Publications, 2000.
- [22] A. SEN. *Capacidad y bienestar*. En NUSSBAUM, M. y SEN, A. (compiladores). *La calidad de vida*. Fondo de Cultura Económica, México, 1996.
- [23] P. SENGE. *La Quinta Disciplina*. Barcelona: Granica, 1992.
- [24] S. WASSERMAN and K. FAUST. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. New York and Cambridge, ENG: Cambridge University Press, 1994.
- [25] R. S. WINTER. *Manual de Trabajo en Equipo*. Madrid: Díaz de Santos, 2000.