

**Universidad Tecnológica de La Habana**  
**“José Antonio Echeverría”(CUJAE)**  
**Facultad de Ingeniería Informática**

Aplicación del modelo de formación de equipos y la  
herramienta TEAMSOFT<sup>+</sup> en diferentes contextos.

**Trabajo de Diploma**

Autor:

Joaquín A. Pina Socorro

Tutores:

Dr. C. Alejandro Rosete Suárez

Dra. C. Margarita André Ampuero

Ms. C. Ana Lilian Infante Abreu

La Habana, Septiembre 2021

# Resumen

El proceso de formación de equipos resulta complejo en múltiples ámbitos, desde un equipo de béisbol, hasta la formación del claustro de profesores que imparten una asignatura. Esto se debe al gran número de combinaciones de posibles asignaciones, entre todos los factores a tener en cuenta. En la literatura existen diversas investigaciones acerca de estos temas. En particular, existe un trabajo donde se define un modelo en el cual queda plasmada la información necesaria a gestionar para el problema de conformación de equipos de software. Este modelo toma en cuenta factores individuales y colectivos que contribuyen a la formación del equipo como un todo. Además, se propone una herramienta que brinda soporte al modelo propuesto.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la pertinencia de aplicar el modelo y la herramienta para formar equipos de software, en los problemas de conformación de equipos de béisbol y docencia. Además, se incorpora a la herramienta la funcionalidad de importar los datos reales de las personas y, transformarlas en datos gestionables por la herramienta.

**Palabras claves:** conformación de equipos, equipos de béisbol, equipos de docencia, optimización.

# Abstract

The team-building process is complex in multiple areas, from a baseball team to the formation of the faculty who teach a subject. This is due to the large number of combinations of possible assignments, among all the factors to take into account. In the literature there are various investigations about these issues. In particular, there is a work where a model is defined in which the necessary information to manage for the problem of conformation of software teams is reflected. This model takes into account individual and collective factors that contribute to the formation of the team as a whole. In addition, a tool is proposed that provides support to the proposed model.

The present work aims to evaluate the relevance of applying the model and the tool to form software teams, in the problems of formation of baseball and teaching teams. In addition, the tool incorporates the functionality of importing real people's data and transforming it into data that can be managed by the tool.

**Key words:** team formation, teaching teams, baseball team optimization.

# Índice general

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1. Marco teórico referencial de la investigación</b>	<b>5</b>
1.1. Marco teórico referencial de la investigación . . . . .	5
1.1.1. Conceptos fundamentales . . . . .	6
1.1.2. Conformación de equipos de proyectos de software . . . . .	7
1.1.3. Conformación de equipos en ámbitos docentes . . . . .	9
1.1.4. Conformación de equipos de deportes . . . . .	10
1.1.5. Conformación de equipos en diferentes áreas . . . . .	11
1.2. Análisis de los factores del modelo y la herramienta que le da soporte para la formación de equipos de software . . . . .	13
1.2.1. Modelo de conformación de equipos . . . . .	13
1.2.2. Ejemplo simple para el problema de formación de equipos de desarrollo de software utilizando el modelo usado en TEAMSOFT <sup>+</sup>	16
1.2.3. Características de TEAMSOFT <sup>+</sup> como herramienta . . . . .	22
1.3. Conformación de equipos de béisbol . . . . .	25
1.4. Conformación de equipos docentes . . . . .	27
1.5. Conclusiones parciales . . . . .	29
<b>2. Modelo para conformar equipos de béisbol y docentes basado en TEAMSOFT<sup>+</sup></b>	<b>31</b>
2.1. Ejemplo simple para el problema de conformación de equipos de béisbol	31
2.1.1. Conjuntos que intervienen en la modelación . . . . .	32
2.1.2. Elementos generales . . . . .	33
2.1.3. Elementos específicos . . . . .	35
2.1.4. Transformación de los datos . . . . .	38

2.2. Ejemplo simple para el problema de conformación de equipos docentes .	47
2.2.1. Conjuntos que intervienen en la modelación . . . . .	47
2.2.2. Elementos generales . . . . .	48
2.2.3. Elementos específicos . . . . .	49
2.2.4. Transformación de los datos . . . . .	52
2.3. Limitaciones de la herramienta TEAMSOFT <sup>+</sup> para la solución de los pro- blemas de conformación de equipos de béisbol y docentes . . . . .	57
2.4. Conclusiones parciales . . . . .	61
<b>3. Nombre del Capítulo 3</b>	<b>62</b>
<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>63</b>

# Índice de tablas

1.1. Mínimos de las competencias genéricas para los roles . . . . .	17
1.2. Mínimos de las competencias técnicas para jugar roles en proyecto $y_1$ . .	17
1.3. Mínimos de las competencias técnicas para jugar roles en proyecto $y_2$ . .	17
1.4. Roles necesarios por proyecto . . . . .	18
1.5. Cantidad máxima de roles por persona a jugar en cada proyecto . . . . .	18
1.6. Cantidad de personas necesarias en el rol $r$ por cada proyecto . . . . .	18
1.7. Incompatibilidades entre personas . . . . .	19
1.8. Incompatibilidades entre roles en el proyecto $y_1$ . . . . .	19
1.9. Incompatibilidades entre roles en el proyecto $y_2$ . . . . .	19
1.10. Carga de trabajo de las personas . . . . .	19
1.11. Tiempo necesario para jugar un rol en un proyecto . . . . .	19
1.12. Preferencias de las personas por los roles . . . . .	20
1.13. Preferencias de las personas por los roles de Belbin . . . . .	20
1.14. Grado de adecuación a los tipos psicológicos . . . . .	21
1.15. Valor de las personas en las competencias genéricas . . . . .	21
1.16. Valor de las personas en las competencias técnicas . . . . .	21
2.1. Tipos de Roles . . . . .	32
2.2. Valores mínimos de las competencias genéricas para cada rol defensivo .	33
2.3. Valores mínimos de las competencias genéricas para cada rol ofensivo . .	33
2.4. Valores mínimos de las competencias técnicas para cada rol defensivo en el equipo $y_1$ . . . . .	34
2.5. Valores mínimos de las competencias técnicas para cada rol ofensivo en el equipo $y_1$ . . . . .	34
2.6. Cantidad máxima de roles por persona a jugar en un equipo de béisbol .	35
2.7. Incompatibilidades entre roles . . . . .	35

2.8. Incompatibilidades entre personas del equipo <i>Industriales</i> . . . . .	36
2.9. Preferencias de las personas por los roles defensivos . . . . .	36
2.10. Preferencias de las personas por los roles ofensivos . . . . .	37
2.11. Valor de las personas en las competencias genéricas . . . . .	37
2.12. Valor de las personas en las competencias técnicas . . . . .	38
2.13. Correspondencia entre indicadores y competencias técnicas . . . . .	42
2.14. Estadísticas ofensivas de la 60 serie nacional . . . . .	44
2.15. Estadísticas defensivas de la 60 serie nacional . . . . .	44
2.16. Resultado de la transformación de las competencias técnicas de los jugadores . . . . .	45
2.17. Años de experiencia de los jugadores en los roles ofensivos . . . . .	46
2.18. Años de experiencia de los jugadores en los roles defensivos . . . . .	46
2.19. Preferencia de las personas por los roles ofensivos . . . . .	46
2.20. Preferencia de las personas por los roles defensivos . . . . .	46
2.21. Nivel mínimo requerido de las competencias genéricas para los roles . . .	48
2.22. Nivel mínimo requerido de las competencias técnicas para jugar roles en la asignatura $y_1$ . . . . .	48
2.23. Mínimos de las competencias técnicas para jugar roles en la asignatura $y_2$	49
2.24. Roles necesarios por asignatura . . . . .	49
2.25. Cantidad de personas necesarias para el rol $r$ en cada asignatura . . . . .	50
2.26. Incompatibilidades entre roles en la asignatura $RA$ . . . . .	50
2.27. Incompatibilidades entre roles en la asignatura $IA$ . . . . .	50
2.28. Tiempo necesario para jugar un rol en una asignatura . . . . .	51
2.29. Incompatibilidades entre personas . . . . .	51
2.30. Carga de tiempo de las personas . . . . .	51
2.31. Preferencias de las personas por los roles . . . . .	52
2.32. Valor de adecuación de las personas a las competencias genéricas . . . . .	52
2.33. Valor de adecuación de las personas a las competencias técnicas . . . . .	52
2.34. Normalización de los datos . . . . .	54
2.35. Datos de los profesores . . . . .	56
2.36. Evaluación de los profesores . . . . .	56
2.37. Resultado de la transformación de las competencias técnicas de los profesores . . . . .	56

2.38. Años de experiencia de los profesores . . . . . 56

2.39. Transformación de los años de experiencia a la preferencia de los profesores por los roles . . . . . 57

2.40. Prueba de humo crear proyecto sin rol Jefe de Proyecto . . . . . 58

2.41. Prueba de humo crear proyecto con rol Jefe de Proyecto . . . . . 59



# Índice de figuras

1.1. Diagrama de Caso de Uso del Sistema de TEAMSOF <sup>T+</sup> . Tomado de [1] . .	23
1.2. Opciones de TEAMSOF <sup>T+</sup> . . . . .	24
1.3. Flujo para conformar el equipo en TEAMSOF <sup>T+</sup> . . . . .	25
2.1. Información almacenada de los peloteros en el sitio web beisbolcubano .	41
2.2. Información general de los profesores ofrecida por el sistema PANDORA	53
2.3. Carga docente . . . . .	53
2.4. Error al crear estructura sin Jefe de Proyecto . . . . .	60
2.5. Apariciones del texto <i>Jefe de Proyecto</i> . . . . .	60
2.6. Código utilizado para validar los roles asignados al proyecto . . . . .	61

# Introducción

El proceso de formación de equipos resulta complejo en medianas y grandes organizaciones, debido a la gran cantidad de combinaciones de asignaciones posibles entre todos los factores a tener en cuenta [2]. Esto hace que sea necesario el uso de herramientas o sistemas informatizados que apoyen la toma de decisiones. Estas herramientas se basan en el uso de modelos matemáticos que representen el problema a resolver lo más objetivamente posible.

El reto de conformar equipos capaces de desarrollar proyectos de software exitosos según [3] constituye un problema en el que interviene múltiples factores. Para resolver este problema es necesario tener en cuenta varios aspectos [4]:

- Proyectos: conjunto de objetivos relacionados a cumplir por un grupo de personas en un período de tiempo definido.
- Roles: funciones a cumplir por las personas en un proyecto.
- Personas: responsables de llevar a cabo las tareas correspondientes a los roles vinculados a un proyecto.
- Competencias genéricas: características asociadas al comportamiento general de una persona.
- Competencias técnicas: características asociadas a los conocimientos o habilidades técnicas específicos a un proyecto.
- Tipos psicológicos: clasificaciones de las personas según su perfil psicológico.
- Roles de Belbin: conjunto de roles mentales, sociales y de acción, definidas por Belbin necesarias en un equipo.

En [2], se define un modelo donde queda plasmada la información necesaria a gestionar para el problema de conformación de equipos de software. Este modelo toma en cuenta factores que contribuyan a la asignación individual a los roles del proyecto y a la formación del equipo como un todo. Además se propone una herramienta denominada: TEAMSOF<sup>T</sup>, que brinda soporte a este modelo.

Sin embargo, tanto el modelo presentado en [2] como la herramienta que le brinda soporte, fueron diseñados para formar un solo equipo; esto limita su uso cuando se desean formar múltiples equipos. Utilizar la herramienta desarrollada para dar solución a las situaciones anteriores implicaría formar los equipos de uno en uno (de forma secuencial). Obteniendo como resultado un desbalance entre los primeros y los últimos equipos, dado que en cada iteración se seleccionan los mejores candidatos disponibles. En el año 2018, tomando en cuenta los trabajos desarrollados sobre el tema, se definió un nuevo modelo que permite la formación de múltiples equipos de proyecto [1]. El modelo toma en cuenta las cuatro funciones objetivos consideradas en la propuesta en [2] (maximizar competencias, minimizar incompatibilidades, balancear la carga de trabajo y minimizar el costo de desarrollo a distancia) e incorpora funciones como maximizar el interés por desempeñar el rol y maximizar la presencia de roles de Belbin [2]. Además, define otras funciones objetivo con el propósito balancear los equipos que se forman tomando en cuenta los diferentes factores [1].

La problemática de conformación de equipos se extiende también al mundo deportivo. El béisbol, al ser un deporte de equipo, es un ejemplo típico donde se manifiesta esta problemática. Es considerado como uno de los deportes más populares en América y Asia, específicamente en países como: Cuba, Japón, Estados Unidos, entre otros. Sin embargo, en los últimos años, el continente europeo también se ha sumado, teniendo como principales exponentes: Países Bajos, España e Italia. Resulta entonces de gran interés la selección de los jugadores para conformar un equipo que cumpla con las expectativas de la dirección del equipo y sus fanáticos. Los directores técnicos son los encargados de seleccionar los jugadores que formarán parte de su equipo y de la alineación (defensiva y ofensiva) para cada juego en particular. En este proceso de selección se tiene en cuenta las habilidades y características propias de cada jugador. No son pocos los casos en los que los directores realizan este proceso de forma manual e intuitiva.

En [5] se realiza un estudio sobre las competencias necesarias a tener en cuenta para la formación del equipo. Sin embargo, en la actualidad, las soluciones existentes para este problema [6, 7] no las tienen en cuenta. En estos trabajos, los autores se basan en estadísticas almacenadas de los jugadores a lo largo de los años para construir un indicador. En base a este indicador es que se realiza la asignación. Las investigaciones planteadas anteriormente, solo se enfocan en la conformación de la alineación ofensiva (orden al bate), sin tener en cuenta la alineación defensiva.

Otra situación en la que está presente la conformación de equipos, es a la hora de asignar profesores a los tipos de clases <sup>1</sup> que le corresponden a las asignaturas. Muchas universidades del mundo tienen que enfrentar este proceso al menos una vez al año. Se han realizado múltiples investigaciones en la literatura enfocándose en la asignación de los profesores a las asignaturas. Por ejemplo, en [9] se propone un modelo para la asignación de asignaturas a profesores, basándose en la preferencia de los mismos hacia las asignaturas (si le interesaba darla o no). En [10] se presenta otro modelo, similar al anterior, pero esta vez los autores deciden realizar este proceso asignando los profesores a las asignaturas. Este último tiene en cuenta el balance de la carga de los profesores y sus preferencias hacia las asignaturas. En ninguno de los trabajos revisados los autores tienen en cuenta para realizar la asignación las competencias de los profesores, ni las competencias necesarias para cada cumplir cada rol.

A partir de lo anterior, se puede identificar como **problema de investigación**: ¿Cómo adaptar los problemas de conformación de equipos de de béisbol y docencia, al modelo que le da soporte TEAMSOF<sup>+</sup>? Para responder al problema de investigación, se define el siguiente **objetivo general**: evaluar la pertinencia de aplicar el modelo y la herramienta TEAMSOF<sup>+</sup> que le da soporte, para formar equipos de béisbol y docentes.

A partir del análisis del objetivo general se derivaron los siguientes **objetivos específicos y tareas**:

- Identificar los factores a tomar en cuenta en la formación de equipos docentes y de béisbol.

---

<sup>1</sup>Por ejemplo: conferencia, clase práctica, seminario, etc, según [8]

- Analizar investigaciones relacionadas con el tema de la formación de equipos docentes y de béisbol.
- Evaluar los modelos propuestos en estos trabajos.
- Comparar los modelos correspondientes a los trabajos identificados.
- Evaluar la pertinencia de aplicar el modelo soportado por TEAMSOFT<sup>+</sup> en los problemas de béisbol y docencia.
  - Estudio del modelo soportado por TEAMSOFT<sup>+</sup>.
  - Representar mediante ejemplos estos problemas utilizando el modelo soportado por TEAMSOFT<sup>+</sup>.
- Incorporar una funcionalidad que permita la obtención de las características de las personas que permitan utilizar TEAMSOFT<sup>+</sup> para formar equipos.
  - Caracterizar las fuentes o herramientas existentes que gestionan datos necesarios para la formación de equipos docentes y de béisbol.
  - Desarrollar una funcionalidad configurable para los problemas de conformación de equipos de béisbol y docencia.
  - Validar de la funcionalidad.

El aporte práctico de este trabajo consiste en la incorporación a TEAMSOFT<sup>+</sup> de la funcionalidad de importar datos reales de las personas. Estos datos se obtienen de sitios públicos.

El documento está estructurado en tres capítulos. En el Capítulo 1 se describe la información general que se gestiona en el modelo que le da soporte TEAMSOFT<sup>+</sup>, así como la modelación de los problemas de béisbol y docencia. En el Capítulo 2 se menciona qué aspectos del modelo soportado por TEAMSOFT<sup>+</sup> se utilizan y cuáles no, para la modelación de estos problemas. Se explica además, cómo se pueden transformar los datos que se disponen en bases de datos conocidas [11, 12] en datos entendibles por el sistema TEAMSOFT<sup>+</sup>. Por último, en el Capítulo 3, se explica la funcionalidad a incorporar en TEAMSOFT<sup>+</sup>, así proceso de transformación de los datos y validación del proceso.

# Capítulo 1

## Marco teórico referencial de la investigación

En el presente capítulo se muestran algunos de los principales problemas asociados a la conformación de equipos, en particular se estudian los casos de equipos para el desarrollo de proyectos de software, la alineación de un equipo de béisbol y la conformación de los colectivos de asignaturas para la distribución de la carga docente en un período lectivo determinado. Además, se abordan los conceptos referentes a esta problemática y, se realiza una explicación detallada del problema a resolver.

### 1.1. Marco teórico referencial de la investigación

Desde tiempos remotos los seres humanos han trabajado en equipo para afrontar diversas situaciones. Para esto, se dividían el trabajo entre todos sus integrantes, asignándole a cada uno lo que mejor sabía hacer. Hoy en día la asignación de personas a un equipo para solucionar o enfrentar un problema, resulta de gran importancia y de alta complejidad. Esto se debe a la gran cantidad de combinaciones posibles entre todos los factores a tener en cuenta. Existen diferentes conceptos a tener en cuenta para entender este problema. Así, es preciso exponer algunos claves para el desarrollo de este trabajo.

### 1.1.1. Conceptos fundamentales

Un proyecto, según la definición expuesta en [13], “es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”. Es decir, un proyecto tiene un tiempo de vida definido, y como resultado de él, se obtiene un producto específico.

En [14] se plantea que un equipo de proyecto consiste en, al menos dos personas trabajando por un objetivo común, donde cada una tiene asignado roles, y que, para completar su objetivo existe dependencia entre sus integrantes.

Según [15] un rol “es un puesto que puede ser asignado a una persona o conjunto de personas que trabajan juntas en un equipo, y que requiere habilidades y responsabilidades como: realizar determinadas actividades y desarrollar determinados artefactos”. Los miembros de un equipo pueden ocupar varios roles y un mismo rol puede ser ocupado por varios miembros del equipo [2].

Las competencias son características de las personas, que se evidencian cuando desempeñan alguna tarea, tienen que ver con la ejecución exitosa de esta, tienen una relación causal con el rendimiento laboral y pueden ser generalizables a más de una actividad [16]. En este trabajo se distinguen dos tipos o familias de competencias [2, 17]:

- “Genéricas, también llamadas transversales, claves o capacidades de comportamiento, las cuales definen las características referidas al comportamiento general del empleado, independientes de los conocimientos técnicos específicos. Algunos ejemplos son la capacidad de negociación, el liderazgo y la capacidad de análisis”.
- “Técnicas o específicas, las cuales están asociadas a conocimientos y habilidades técnicas específicas de cada puesto de trabajo”.

Existen diversos tipos psicológicos, los cuales son utilizados para describir o catalogar el carácter de las personas. Para determinar a qué tipo psicológico pertenece una persona se realizan diferentes test, entre ellos Myers-Briggs (test que permite identificar el tipo psicológico de una persona entre los 16 tipos posibles [18, 19], test de Belbin (test que permite identificar la preferencia por los denominados nueve roles de equipo,

divididos en tres categorías: mentales (cerebro, monitor evaluador, especialista), acción (impulsor, implementador y finalizador), sociales (investigador de recursos, cohesionador, coordinador)) y 16 Factores de la Personalidad (test donde se miden 16 factores de personalidad [20]).

### 1.1.2. Conformación de equipos de proyectos de software

En 2020, el informe anual del *Standish Group*<sup>1</sup>[21] reportó que solamente el 31 % de los proyectos de software culminan con éxito. En este informe se plantea que una de las principales causas del fracaso es la incompetencia de algunos miembros del equipo. Finalmente se llega a la conclusión que la selección de miembros competentes como parte del equipo puede reducir el riesgo de fracaso del proyecto.

El problema detectado por *Standish Group*, no es algo nuevo ni reciente. Acompaña a la industria del desarrollo de software desde sus inicios [22]. Es por este motivo que muchos investigadores han dedicado gran parte de su trabajo en búsqueda de perfeccionar este proceso. Por ejemplo, en [2], los autores definen un modelo donde queda plasmada la información necesaria a gestionar para el problema. Este modelo toma en cuenta factores que contribuyen a la asignación individual a los roles del proyecto y a la formación del equipo como un todo. Además se propone una herramienta denominada: TEAMSOF<sup>+</sup>, que brinda soporte a este modelo.

Sin embargo, tanto el modelo presentado en [2] como la herramienta que le brinda soporte, fueron diseñados para formar un solo equipo; esto limita su uso cuando se desean formar múltiples equipos de proyecto. Utilizar la herramienta desarrollada para dar solución a las situaciones anteriores implicaría formar los equipos de uno en uno (de forma secuencial). Resultando los primeros equipos muy buenos y los últimos, serían malos. Dado que en cada iteración se seleccionan los mejores candidatos disponibles, los equipos conformados estarían muy desbalanceados. En el año 2018, tomando en cuenta los trabajos desarrollados sobre el tema, se definió un nuevo modelo que permite la formación de múltiples equipos de proyecto. El modelo toma en cuenta las cuatro

---

<sup>1</sup>Firma internacional independiente de asesoría en investigación de las tecnologías



funciones objetivos consideradas en [2] (maximizar competencias, minimizar incompatibilidades, balancear la carga de trabajo y minimizar el costo de desarrollo a distancia) e incorpora funciones como maximizar el interés por desempeñar el rol y maximizar la presencia de roles de Belbin. Además se agregan: maximizar el interés por el proyecto y maximizar la diversidad de tipos MBTI en el equipo [1].

En [23] se presenta un marco de trabajo (*framework*) para las tareas de asignación de recursos. Los autores proveen un tratamiento formal sobre cómo representar los equipos y las tareas. Para cada tarea existen un conjunto de habilidades o competencias a tener en cuenta. Mientras que cada persona tiene preferencia sobre las tareas, y ciertas habilidades. El grado de preferencia de las personas por las tareas, y las habilidades que necesitan, pueden configurarse de dos formas, una binaria (si la prefiere o no, expresada con 0 o 1) y una continua (un valor entre 0 y 1).

La sabiduría en los equipos de desarrollo de software es un tema poco explotado [24]. Sin embargo, [24] demuestra que es un factor importante a tener en cuenta en un equipo de desarrollo de software. Esto se debe a que aumenta el desempeño general del equipo y proporciona un mayor conocimiento. El autor define sabiduría como: un proceso donde los miembros del equipo utilizan mejor su conocimiento a través del juicio colectivo, virtudes éticas, emociones/sentimientos y toma de decisiones efectivas durante el proceso de desarrollo del proyecto. Explica también, que existen diversos elementos que influyen en la sabiduría del equipo, por ejemplo: mecanismos (diversidad de los miembros, las relaciones con otros equipos/personas y sus experiencias pasadas) y acciones epistémicas (razonamiento en equipo, intuición). Los resultados de la investigación muestran una asociación positiva entre los elementos de la sabiduría y el proceso y la efectividad del proyecto de desarrollo de software.

### 1.1.3. Conformación de equipos en ámbitos docentes

Otra situación en la que está presente la conformación de equipos, es a la hora de asignar profesores a los tipos de clases que le corresponden a las asignaturas. Muchas universidades del mundo tienen que enfrentar este proceso al menos una vez al año. Se han realizado múltiples investigaciones en la literatura enfocándose en la asignación de los profesores a las asignaturas. Por ejemplo, en [9] se propone un modelo para la asignación de asignaturas a profesores, basándose en la preferencia de los mismos hacia las asignaturas (si le interesaba darla o no). En [10] se presenta otro modelo, similar al anterior, pero esta vez los autores deciden realizar este proceso asignando los profesores a las asignaturas. Este último tiene en cuenta el balance de la carga de los profesores y sus preferencias hacia las asignaturas.

Otro enfoque es el abordado por [25], donde se desarrolla una solución a este problema, utilizando un algoritmo de búsqueda Tabú. Para esto, en su modelación se tienen en cuenta la disponibilidad de los profesores en cada período de clases. En esta solución los autores descomponen el problema en dos partes. En la primera, asignan los profesores a las asignaturas y grupos de clases. Mientras que en la segunda, es que se resuelve el y luego el problema de horarios resultante. Como resultado muestran que el procedimiento propuesto produce resultados similares o mejores que la asignación proporcionada por otros expertos. Llegando a la conclusión que se puede utilizar conjuntamente con un programa de horarios para resolver todo el problema al que se enfrentan los planificadores en cada curso académico.

Existen otros trabajos que se enfocan en la conformación de equipos de estudiantes para proyectos escolares. En la literatura se enfatiza la importancia de la composición y el diseño del equipo, y se recomienda que los profesores organicen equipos para asegurar la diversidad de los miembros y un desempeño óptimo. La investigación propuesta por [26] los autores se proponen investigar si los diferentes métodos de conformación de equipos afectan los resultados del desempeño individual y del equipo, en un curso de pregrado. Para lograr esto los autores diseñan un experimento en tres momentos del curso donde probaron en cada uno tres variantes: equipos contruidos por el pro-

fesor, por los estudiantes mismos o aleatoriamente por un programa. Como resultado se obtiene que los equipos diseñados por el profesor del curso eran más diversos, pero que los estudiantes de estos equipos no se desempeñaron mejor que los compañeros en equipos autoseleccionados o asignados al azar. Además, debido a que el desempeño de los estudiantes fue similar, independientemente del método de conformación de equipos utilizado, los autores sugieren que los equipos formados por los mismos estudiantes pueden ser una opción razonable para que los profesores monten un curso basado en equipos.

Otro trabajo relacionado con este tema es el desarrollado por [27], donde los autores analizan y evalúan las prácticas de aprendizaje en equipo. Para ello, utilizan como objeto de investigación a un grupo de curso de pregrado. Los autores se basaron en los resultados obtenidos a partir de la aplicación de un test [28]. La aplicación de este cuestionario perseguía el objetivo de obtener las preferencias en los estilos de aprendizaje de los estudiantes, que se dividen en cuatro dimensiones (activo/reflexivo, sensitivo/intuitivo, visual/verbal y secuencial/global). Se formaron los equipos en dos etapas, primero, de forma aleatoria y luego con un balance en las preferencias por los estilos de aprendizaje. Los autores le proporcionaron una problemática a los equipos para conocer el cambio en la comprensión conceptual. A partir de este estudio los autores concluyen que la formación de equipos estratégicos se considera un enfoque favorable para aumentar el aprendizaje de los estudiantes.

#### **1.1.4. Conformación de equipos de deportes**

La problemática de conformación de equipos se extiende también al mundo deportivo. El béisbol, al ser un deporte de equipo, es un ejemplo típico donde se manifiesta esta problemática. Es considerado como uno de los deportes más populares en América y Asia, específicamente en países como: Cuba, Japón, Estados Unidos, entre otros. Sin embargo, en los últimos años, el continente europeo también se ha sumado, teniendo como principales exponentes: Países Bajos, España e Italia. Resulta entonces de gran interés la selección de los jugadores para conformar un equipo que cumpla con las ex-

pectativas de la dirección del equipo y sus fanáticos. Los directores técnicos son los encargados de seleccionar los jugadores que formarán parte de su equipo y de la alineación (defensiva y ofensiva) para cada juego en particular. En este proceso de selección se tiene en cuenta las habilidades y características propias de cada jugador. No son pocos los casos en los que los directores realizan este proceso de forma manual e intuitiva. En [5] se realiza un estudio sobre las competencias necesarias a tener en cuenta para la formación del equipo. Sin embargo, en la actualidad, las soluciones existentes para este problema [6, 7] no las tienen en cuenta. En estos trabajos, los autores se basan en estadísticas almacenadas de los jugadores a lo largo de los años para construir un indicador. En base a este indicador es que se realiza la asignación. Las investigaciones planteadas anteriormente, solo se enfocan en la conformación de la alineación ofensiva (orden al bate), sin tener en cuenta la alineación defensiva.

Mientras tanto, [29] plantea un modelo para elegir la mejor combinación de jugadores de un equipo de cricket. Para realizar la asignación de una persona, los autores crean un indicador (*fitness*). Para calcular este indicador se tienen en cuenta: todos los juegos en los que participa el jugador, y de estos, la cantidad de ganados y perdidos. En [30] se propone una nueva forma de medir el desempeño de los jugadores de un equipo de baloncesto, para que los entrenadores lo tengan en cuenta a la hora de decidir qué jugador juega una posición. Mientras que para los equipos de pelota, [6] y [7] plantean diferentes modelos con un mismo fin, elegir el orden al bate de los jugadores en la alineación inicial, en cada uno se propone una manera distinta de calcular el índice de desempeño de un jugador. Estos modelos se concentran solamente en la solución para la alineación ofensiva, sin tener en cuenta la alineación defensiva. Además, dejan de lado la experiencia, las preferencias de las personas por cada rol y las competencias asociadas a cada uno.

### **1.1.5. Conformación de equipos en diferentes áreas**

Los juegos en línea constituyen una fuente importante de interacciones que pueden contribuir a comprender el comportamiento humano. Una posible contribución es com-

prender qué motiva a las personas a elegir a sus compañeros de equipo. Sobre este tema se centra la investigación planteada en [31]. Donde los autores utilizan gran cantidad de datos de un entorno de juego en línea basado en equipos, específicamente, *Battlefield 4*<sup>2</sup>. Los investigadores definen varios indicadores que influyen en las decisiones de los jugadores para elegir equipo, como son: la familiaridad positiva (si los miembros del equipo han trabajado en ocasiones anteriores con experiencias positivas), la homofilia (tendencia de las personas a buscar otras que son parecidas a ellas) y las competencias. Los autores recolectan la datos de dos meses de interacciones en el juego entre más de 380.000 jugadores. A partir de esto llegan a la conclusión de que la familiaridad es un factor importante en la formación de un equipo, mientras que la homofilia no lo es. Otra conclusión arribada es que las competencias afectan la formación del equipo en mayor forma: los jugadores con competencias relativamente alta tienden a formar equipos mientras que si existe mucha diferencia, tienden a no formar equipo.

Proporcionar la formación profesional necesaria para los empleados, es una situación muy común en las empresas. Esto, puede ayudar al crecimiento de los novatos e incluso hasta los expertos. En las empresas resulta fundamental pulir las habilidades profesionales de las personas tanto como mejorar el crecimiento empresarial. Para lograr esto en ocasiones juntan a los de más experiencia con los de menos experiencia. En [32] tratan con conceptos ya conocidos e incorporan algunos como novedad para tratar el problema de Formación de los empleados (*Employee Training*). Definen un conjunto de habilidades, donde cada empleado posee un conjunto de habilidades. Como novedad le incorporan un nivel de profundidad o dominio sobre estas habilidades. Además, los proyectos de la empresa requieren ciertas habilidades y un nivel determinado a cumplir. También incorporan un elemento al cual le llaman costo comunicacional. Este elemento viene dado por el nivel jerárquico de la empresa. En adición, otra forma que contribuye a este elemento es el nivel de interacción que poseen los empleados en la red social interna.

---

<sup>2</sup>Popular juego basado en equipos en el que los jugadores eligen uno de los dos equipos competidores para jugar

En los diferentes contextos analizados, los modelos no son tan completos. Sin embargo, el modelo presentado en [1], tiene en cuenta todos los aspectos faltantes en las investigaciones revisadas. Tanto los problemas de deporte como de docencia podrían beneficiarse si existiesen modelos tan completos como el de software. Por ese motivo, se evaluará la pertinencia de utilizar el modelo de formación de equipos de software para la formación de equipos docentes y de béisbol. Para ello, a continuación, se explica de forma detallada el modelo definido para la formación de equipos de software.

## **1.2. Análisis de los factores del modelo y la herramienta que le da soporte para la formación de equipos de software**

Esta sección explica los elementos que intervienen en el modelo que da soporte a TEAMSOFT<sup>+</sup>. Además, se ejemplifica mediante una instancia del modelo, el problema de conformación de equipos de software. Por último, se describe la herramienta TEAMSOFT<sup>+</sup>.

### **1.2.1. Modelo de conformación de equipos**

En [1] se presenta una propuesta que permite modelar el problema de conformación de equipos de software, teniendo en cuenta varios aspectos. Esta sección muestra los conjuntos que intervienen en la modelación, así como las relaciones existentes entre ellos, las funciones objetivos que se utilizan y sus restricciones. Resulta importante destacar que en esta sección no se emplean los mismos nomencladores que en el trabajo original, por lo que se explican en cada caso.

#### **Conjuntos**

- $P$ : Conjunto de personas,  $p, q = 1..|P|$
- $R$ : Conjunto de roles,  $r, u = 1..|R|$
- $T$ : Conjunto de competencias técnicas,  $t = 1..|T|$
- $G$ : Conjunto de competencias genéricas,  $g = 1..|G|$

- $Y$ : Conjunto de proyectos,  $y = 1..|Y|$
- $B$ : Roles de Belbin,  $b = 1..|B|$
- $S = \{m, b, t, i\}$ : Tipos psicológicos de las personas,  $s = 1..|S|$

## Relaciones

- $Z(g, r) \in [0, 1]$  valor mínimo que debe tenerse en la competencia genérica  $g$  para cumplir el rol  $r$ .
- $Q(t, r, y) \in [0, 1]$  valor mínimo que debe tenerse en la competencia técnica  $t$  para cumplir el rol  $r$  en el proyecto  $y$ .
- $K_{rp}(r, y) \in [0, 1]$  necesidad del rol  $r$  en el proyecto  $y$  (1: el rol es necesitado en el proyecto, 0: no se necesita).
- $K_{py}(p, y) \in N$  cantidad máxima de roles que puede cumplir la persona  $p$  en el proyecto  $y$ .
- $K_p(r, y) \in N$  cantidad de personas necesarias en el rol  $r$  en el proyecto  $y$ .
- $I_p(p, q) \in [0, 1]$  incompatibilidad entre las personas  $p$  y  $q$ .
- $I_r(r, u, y) \in \{0, 1\}$  incompatibilidad entre los roles  $r$  y  $u$  en el proyecto  $y$  (1: una persona no puede jugar ambos roles, 0: puede hacerlo).
- $T(r, y) \in [0, 1]$  tiempo necesario a emplear para poder jugar el rol  $r$  en el proyecto  $y$ .
- $D(p) \in [0, 1]$  tiempo del que dispone la persona  $p$  (se corresponde con el tiempo le queda libre luego de quitar su carga ocupada de la máxima permisible).
- $F_r(p, r) \in [0, 1]$  preferencia de la persona  $p$  por el rol  $r$ .
- $F_b(p, b) \in [0, 1]$  grado de adecuación de la persona  $p$  por el rol de Belbin  $b$ .
- $F_s(p, s) \in [0, 1]$  grado en que una persona  $p$  se adecua al tipo psicológico  $s$ .
- $F_g(p, g) \in [0, 1]$  valor mínimo de una persona  $p$  para una competencia genérica  $g$ .

- $F_t(p, t) \in [0, 1]$  valor mínimo de una persona  $p$  para una competencia técnica  $t$ .

Existen quince funciones objetivos en este modelo, a continuación se explican brevemente:

- Minimizar incompatibilidades.
- Balancear la carga de trabajo (Balancear carga de trabajo entre miembros del equipo).
- Minimizar costo de trabajar a distancia.
- Balancear el índice de incompatibilidades en los equipos.
- Balancear carga de trabajo entre equipos.
- Balancear costo de trabajar a distancia en los equipos.
- Maximizar competencias. Está relacionada con las competencias exigidas para desempeñar cada rol en el proyecto.
- Balancear el índice de competencias entre los equipos.
- Maximizar interés en el rol.
- Maximizar interés en el proyecto.
- Maximizar diversidad de tipos MBTI en el equipo.
- Maximizar roles de Belbin en el equipo.
- Balancear el índice de interés en el rol entre los equipos.
- Balancear el índice de interés en el proyecto entre los equipos.
- Balancear la cantidad de roles de Belbin entre los equipos.
- Balancear la diversidad de tipos MBTI entre los equipos.

Para estas funciones objetivos existen restricciones, a continuación se muestran cuáles son:



- Todos los roles tienen que estar cubiertos.
- Una persona sólo puede asumir un rol dentro de cada subconjunto de roles que se consideran incompatibles entre sí.
- Se restringe el número máximo de roles que puede asumir cualquier empleado en el proyecto que se planifica.
- El cumplimiento de condiciones mínimas en cuanto a las competencias necesarias en una persona para que se le asigne un rol dado.
- La carga de trabajo total asignada a cada empleado no debe sobrepasar un valor máximo.
- En el equipo de trabajo seleccionado deben estar representadas las tres categorías de roles de Belbin (acción, mentales, sociales).
- En el equipo de trabajo seleccionado la preferencia por desempeñar roles de acción debe sobrepasar la preferencia por desempeñar roles mentales.
- La preferencia por desempeñar roles mentales debe sobrepasar la preferencia por los sociales.
- En el equipo al menos una persona tenga como preferido el rol de Belbin Cerebro.

### 1.2.2. Ejemplo simple para el problema de formación de equipos de desarrollo de software utilizando el modelo usado en TEAMSOF<sup>+</sup>

A continuación, mediante un ejemplo, se explica cómo quedaría una instancia del modelo de formación de equipos de proyectos de software.

#### Conjuntos

- $P = \{p_1 = \text{ana}, p_2 = \text{betty}, p_3 = \text{carlos}, p_4 = \text{dany}\}$ : Conjunto de personas,  $p, q = 1..|P|$ ,  $|P| = 4$
- $T = \{t_1 = \text{cpp}, t_2 = \text{prolog}, t_3 = \text{java}\}$ : Conjunto de competencias técnicas,  $t = 1..|T|$ ,  $|T| = 3$

- $G = \{g_1 = \text{liderazgo}, g_2 = \text{comunicación}\}$ : Conjunto de competencias genéricas,  $g = 1..|G|$ ,  $|G| = 2$
- $R = \{r_1 = \text{programador}, r_2 = \text{jefe}\}$ : Conjunto de roles,  $r, u = 1..|R|$ ,  $|R| = 2$
- $Y = \{y_1, y_2\}$ : Conjunto de proyectos,  $y = 1..|Y|$ ,  $|Y| = 2$
- $B = \{b_1, b_2, b_3\}$ : Roles de Belbin,  $b = 1..|B|$ ,  $|B| = 9$
- $S = \{m, b, t, i\}$ : Tipos psicológicos de las personas,  $s = 1..|S|$ ,  $|S| = 16$

## Relaciones

En la Tabla 1.1 se muestran por cada rol, los valores mínimos necesarios de las competencias genéricas que las personas necesitan para poder desempeñarlos. Mientras que, en las Tablas 1.2 y 1.3 se evidencian en cada proyecto, por cada rol, los valores mínimos necesarios en las competencias técnicas que las personas deben de poseer.

Tabla 1.1: Mínimos de las competencias genéricas para los roles

$Z(g, r)$	$r_1 = \text{programador}$	$r_2 = \text{jefe}$
$g_1 = \text{liderazgo}$	0.1	0.6
$g_2 = \text{comunicación}$	0.3	0.5

Tabla 1.2: Mínimos de las competencias técnicas para jugar roles en proyecto  $y_1$

$Q(t, r, y_1)$	$r_1 = \text{programador}$	$r_2 = \text{jefe}$
$t_1 = \text{cpp}$	0.7	0.2
$t_2 = \text{prolog}$	0.0	0.0
$t_3 = \text{java}$	0.6	0.2

Tabla 1.3: Mínimos de las competencias técnicas para jugar roles en proyecto  $y_2$

$Q(t, r, y_2)$	$r_1 = \text{programador}$	$r_2 = \text{jefe}$
$t_1 = \text{cpp}$	0.1	0.1
$t_2 = \text{prolog}$	0.3	0.1
$t_3 = \text{java}$	0.3	0.2

En la Tabla 1.4 se muestran los roles necesarios por cada proyecto, en este caso, todos los roles en todos los proyectos son necesarios. Como se había descrito en la sección 1.2.1, es necesario conocer la cantidad máxima de roles a jugar por persona, y la cantidad de personas que ocuparán los roles por cada proyecto, esto se refleja en las Tablas 1.5 y 1.6.

Tabla 1.4: Roles necesarios por proyecto

$K(y, r)$	$r_1 = \text{programador}$	$r_2 = \text{jefe}$
$y_1$	1	1
$y_2$	1	1

Tabla 1.5: Cantidad máxima de roles por persona a jugar en cada proyecto

$K_{py}(p, y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$
$y_1$	2	1	2	1
$y_2$	1	1	2	1

Tabla 1.6: Cantidad de personas necesarias en el rol  $r$  por cada proyecto

$K_p(r, y)$	$r_1 = \text{programador}$	$r_2 = \text{jefe}$
$y_1$	3	1
$y_2$	2	1

La Tabla 1.7 refleja la incompatibilidad entre todas las personas, esta relación no tiene que ser igual en los dos sentidos, por ejemplo, la persona  $p_1$  es totalmente incompatible con la persona  $p_2$ , pero no viceversa. Sin embargo, la relación de incompatibilidad entre los roles en los proyectos, como las que se muestran en las Tablas 1.8 y 1.9, sí son en los dos sentidos, por ejemplo, el rol  $r_1$  es incompatible con el rol  $r_2$  en el proyecto  $y_2$ , entonces  $r_2$  será incompatible con  $r_1$  en ese proyecto.

Tabla 1.7: Incompatibilidades entre personas

$I_p(p, q)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$
$p_1$	0.0	1.0	0.3	0.2
$p_2$	0.3	0.0	0.9	0.0
$p_3$	0.5	0.2	0.0	0.2
$p_4$	0.6	0.1	0.0	0.0

Tabla 1.8: Incompatibilidades entre roles en el proyecto  $y_1$

$I_r(r, u, y_1)$	$r_1 = \text{programador}$	$r_2 = \text{jefe}$
$r_1 = \text{programador}$	0	0
$r_2 = \text{jefe}$	0	0

Tabla 1.9: Incompatibilidades entre roles en el proyecto  $y_2$

$I_r(r, u, y_2)$	$r_1 = \text{programador}$	$r_2 = \text{jefe}$
$r_1 = \text{programador}$	0	1
$r_2 = \text{jefe}$	1	0

El tiempo es un factor importante en el problema de conformación de equipos de software debido a que interviene en restricciones a tener en cuenta para solucionarlo. En las Tablas 1.10, 1.11 se muestran, expresados en una escala de 0-1, la carga de trabajo de cada persona y el tiempo necesario para cubrir cada rol en cada proyecto.

Tabla 1.10: Carga de trabajo de las personas

	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$
$D(p)$	0.2	0.6	0.3	0.4

Tabla 1.11: Tiempo necesario para jugar un rol en un proyecto

$T(r, y)$	$y_1$	$y_2$
$r_1 = \text{programador}$	0.6	0.3
$r_2 = \text{jefe}$	0.2	0.1

Las personas tienen un valor de preferencia o adecuación para los roles funcionales<sup>3</sup> y roles de Belbin. Estos valores se expresan en una escala de  $[0, 1]$ , en donde 1 es el valor de mayor preferencia y 0 el de menor. Por ejemplo, en la Tabla 1.12,  $p_1$  prefiere al rol de programador antes que el de jefe, y en la Tabla 1.13,  $p_3$  prefiere el rol de Belbin  $b_3$  en mayor medida  $b_2$  y  $b_1$ .

Tabla 1.12: Preferencias de las personas por los roles

$F_r(p, r)$	$r_1 = \text{programador}$	$r_2 = \text{jefe}$
$p_1$	0.9	0.4
$p_2$	1.0	0.7
$p_3$	0.2	1.0
$p_4$	0.5	0.4

Tabla 1.13: Preferencias de las personas por los roles de Belbin

$F_b(p, r)$	$b_1$	$b_2$	$b_3$
$p_1$	0.2	0.9	0.4
$p_2$	0.4	0.2	0.5
$p_3$	0.6	0.3	0.9
$p_4$	0.5	0.2	0.3

Después de aplicarle a las personas los test psicológicos, es posible determinar el tipo al que pertenece. En la Tabla 1.14, se muestra para cada persona, el tipo psicológico resultante según el test de Myers-Briggs (1 indica que la persona pertenece a ese tipo y 0 que no). Por motivo de una mejor visualización de la tabla, se decide dejarla solamente cuatro tipos psicológicos, en vez de los dieciséis posibles correspondientes al test.

---

<sup>3</sup>Llamados así, tomando en cuenta las funciones que las personas deben desempeñar en cada uno de los tipos de equipos.

Tabla 1.14: Grado de adecuación a los tipos psicológicos

$F_b(p, r)$	$m$	$b$	$t$	$i$
$p_1$	1	0	0	0
$p_2$	0	0	0	1
$p_3$	0	0	1	0
$p_4$	0	1	0	0

En las Tablas 1.15 y 1.16 se muestra el valor que tiene cada persona, en las competencias genéricas y técnicas, respectivamente. Por ejemplo, en 1.15,  $p_2$  es más comunicativo que  $p_3$ , mientras que  $p_3$  tiene mayor liderazgo que  $p_2$ .

Tabla 1.15: Valor de las personas en las competencias genéricas

$F_g(p, g)$	$g_1 = \text{liderazgo}$	$g_2 = \text{comunicación}$
$p_1$	0.5	0.3
$p_2$	0.6	0.8
$p_3$	0.7	0.1
$p_4$	0.3	0.6

Tabla 1.16: Valor de las personas en las competencias técnicas

$F_g(p, t)$	$t_1 = \text{cpp}$	$t_2 = \text{prolog}$	$t_3 = \text{java}$
$p_1$	0.4	0.6	0.2
$p_2$	0.5	0.1	0.4
$p_3$	0.7	0.3	0.3
$p_4$	0.6	0.8	0.6

Como se explicó con anterioridad, resulta necesario desarrollar herramientas informáticas que brinden soporte, de modo que faciliten la toma de decisiones en el proceso de la formación de equipos. Con este propósito se desarrolló la herramienta TEAMSOF<sup>+</sup>. En la siguiente sección se analizan algunos aspectos de funcionamiento.

### 1.2.3. Características de TEAMSOFT<sup>+</sup> como herramienta

TEAMSOFT<sup>+</sup> constituye un sistema para la toma de decisiones. Apoya a los directivos durante el proceso de formación de equipos de proyectos de software, resaltando la asignación del jefe de proyecto y la asignación/reasignación del equipo [2]. El sistema sustenta el modelo descrito en la sección 1.2.1, y además propone algunos algoritmos para su solución. En su última versión estable, se le incorporan nuevas funcionalidades. Brindándole la capacidad de solucionar el problema de formación de equipos de proyectos de software de forma multiple

Existen cuatro tipos de actores fundamentales (ver Figura 1.1) que interactúan con el sistema:

- Usuario: Actor genérico, las funcionalidades a las que tiene acceso son autenticación y ver un reporte con su información.
- Gestor de Recursos Humanos: Encargado de gestionar los trabajadores (insertar, modificar y eliminar), esto incluye el registro y actualización de los niveles de competencias (tanto técnicas como genéricas, de las incompatibilidades conocidas entre trabajadores, de los roles preferidos y evitados por la persona y de sus características psicológicas; medidas a través del test de Belbin y el de Myers-Briggs. Además, es el encargado de gestionar los indicadores de los trabajadores como son: la provincia, el índice de conflicto, los niveles de las competencias, su importancia y el grupo al que pertenece una persona.
- Jefe de Proyecto: Encargado de finalizar el proyecto, esto incluye evaluar a los miembros del equipo, registrar las incompatibilidades entre los miembros del equipo, evaluar el desempeño en el rol de cada integrante y actualizar el nivel en cada una de las competencias que poseen.
- Conformador de equipos: Encargado de gestionar los roles de la organización, lo cual incluye definir las competencias genéricas requeridas, la carga y las incompatibilidades con otros roles. Además, es el encargado de gestionar los proyectos, lo que implica definir los datos generales de los proyectos, las competencias técnicas que requieren y su estructura. La estructura del proyecto incluye los roles necesarios, la cantidad de personas por rol, así como los niveles mínimos de competencias técnicas requeridos para cada rol. Es responsable de cerrar el o los proyectos,

lo que implica evaluar a cada jefe de proyecto en su desempeño en el rol y evaluar el proyecto como un todo. También es responsable de conformar equipos, para lo cual dispone de dos funcionalidades: conformar un solo equipo de proyecto o conformar múltiples equipos de proyecto.

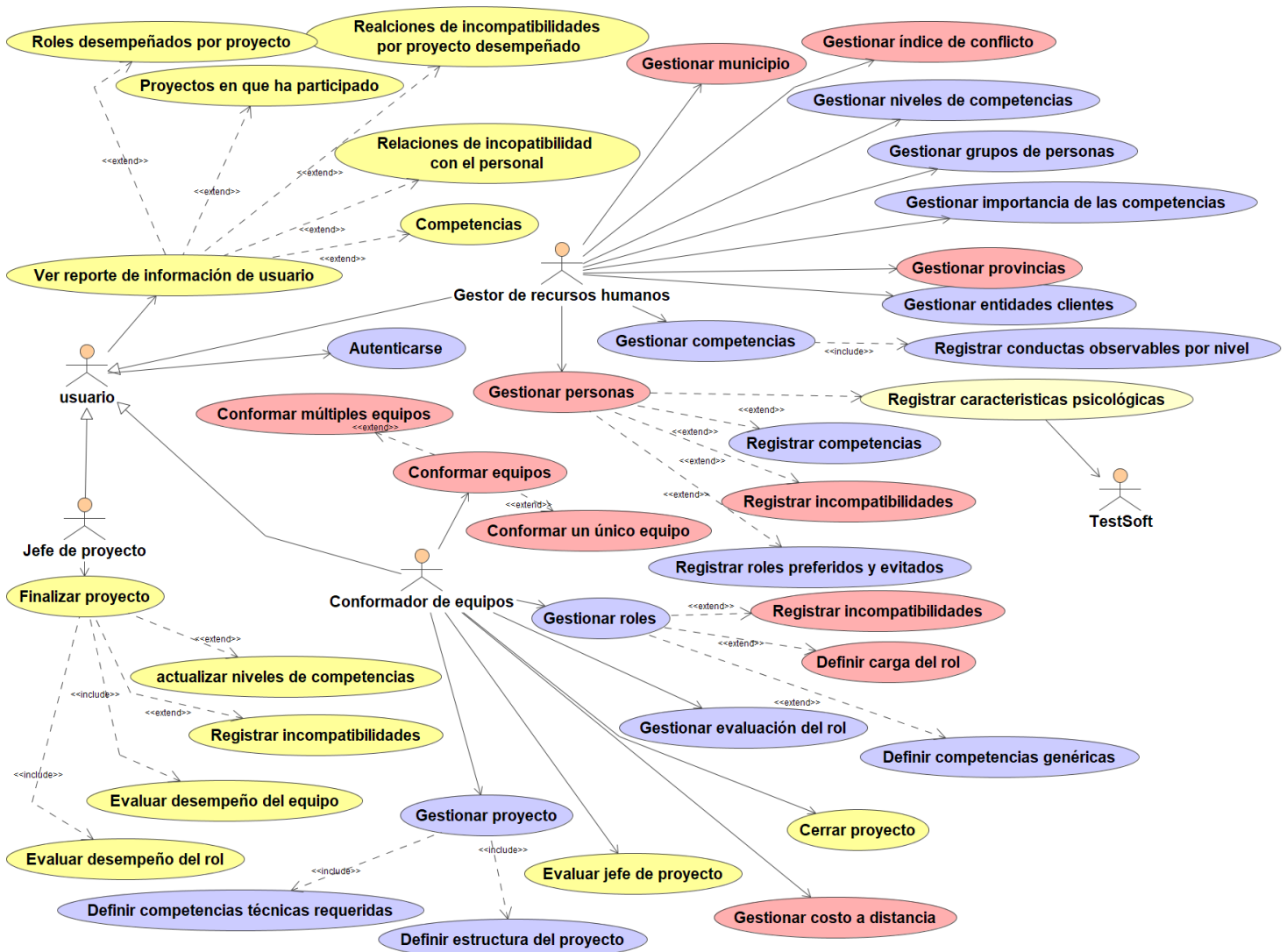


Figura 1.1: Diagrama de Caso de Uso del Sistema de TEAMSOFT<sup>+</sup>. Tomado de [1]

En la Figura 1.2 se observan las opciones implementadas en la herramienta. En la etapa de **Configuración** se establece las escalas de valores en la que se miden el nivel de cumplimiento de las competencias y los roles. En la opción **Personal**, se gestionan



las competencias, roles y personas. Por último, en **Proyectos**, se gestionan los proyectos y se realiza la asignación del Jefe de Proyecto junto con el resto de los integrantes del equipo de proyecto.



Figura 1.2: Opciones de TEAMSOFTE+

El sistema realiza el proceso de asignación del personal en tres etapas. A continuación se explica en qué consiste cada una, y en la Figura 1.3 se observa el flujo entre ellas en TEAMSOFTE+:

**Primera etapa:** se configura la cantidad máxima de roles, se elijen los proyectos a conformar y además los grupos de personas que se van a tener en cuenta para el proceso de formación del equipo.

**Segunda etapa:** se asigna el Jefe de Proyecto. En esta etapa se toman en cuenta los elementos definidos por el usuario para desempeñar este rol, por ejemplo: competencias técnicas y genéricas, tipos psicológicos, entre otros.

**Tercera etapa:** se conforma el equipo. En la asignación del resto del equipo, se tienen en cuenta además, las incompatibilidades entre las personas y entre los roles del proyecto.

Configurar
Asignar Jefe de Proyecto
Formar Equipos

Selecione los factores a tener en cuenta para la asignación y asigne un peso a cada factor.

Competencias  
Peso: 0.3

Carga de trabajo  
Peso: –

Interés  
Peso: –

Características psicológicas  
Peso: –

Costo de trabajar a distancia  
Peso: –

☒ Tomar en consideración las competencias
Peso: 0.30

☒ Competencias por proyecto

Elementos de competencia para desempeñar el rol: Jefe de Proyecto

Proyectos: Proyecto5

Competencias técnicas

Competencia	Nivel mínimo	Importancia
Gestion de proyectos	en partida	Alguna medida

< < 1 > >

Competencias genéricas

Figura 1.3: Flujo para conformar el equipo en TEAMSOF<sup>+</sup>

### 1.3. Conformación de equipos de béisbol

La béisbol es un deporte con una amplia difusión en el continente americano y asiático, e incluso, en los últimos años se ha extendido al continente europeo. Se considera el deporte nacional en países como Cuba y Estados Unidos [33]. Dado el auge de este deporte, resulta de gran interés popular la conformación de un equipo de béisbol.

Un equipo de béisbol está compuesto por varios jugadores. Antes de cada juego, el director del equipo tiene que elegir 10 para la alineación inicial. Cada jugador, con excepción del pítcher<sup>4</sup> y el bateador designado, tiene que desempeñar dos tipos de roles, uno a la defensiva y otro a la ofensiva. En el caso particular del pítcher, solo está presen-

<sup>4</sup>anglicismo aceptado por la RAE para la voz inglés pitcher

te en la alineación defensiva, mientras que el bateador designado ocupa su puesto a la ofensiva. Resulta importante resaltar que un jugador no puede jugar más de un rol del mismo tipo en una alineación. Para cada tipo de rol, existen un conjunto de características o competencias a tener en cuenta para la asignación de un jugador. Por ejemplo, según [5], las competencias genéricas a tener en cuenta son:

- Trabajo bajo presión (*Peaking Under Pressure*): capacidad del jugador de sentirse desafiado en lugar de amenazado por la presión y su rendimiento bajo presión.
- Libre de preocupaciones (*Freedom From Worry*): no se presiona a sí mismo, preocupándose por desempeñarse mal o cometer errores. No se ve afectado por las opiniones de los demás con respecto a su desempeño.
- Afrontar la adversidad (*Coping With Adversity*): permanece positivo y entusiasta, incluso cuando las cosas van mal, permanece tranquilo y controlado; puede recuperarse rápidamente de errores y contratiempos.
- Concentración (*Concentration*): No se distrae fácilmente; capaz de concentrarse en la tarea en cuestión en tanto en situaciones de práctica como de juego, incluso cuando ocurren situaciones adversas o inesperadas.
- Preparación mental (*Mental Preparation*): planea y se prepara mentalmente para los juegos y claramente tiene un “plan de juego” para lanzar, batear, correr bases, etc.
- Motivación para el logro (*Achievement Motivation*): tiene confianza y está motivado positivamente; constantemente da el 100 % durante las prácticas y los juegos; trabaja duro para mejorar sus habilidades.
- Entrenabilidad (*Coachability*): abierto y aprende de la instrucción; acepta la crítica constructiva sin tomárselo personalmente y enojarse.

En el caso de las competencias técnicas a cumplir por un jugador, en una alineación, según [34, 35] son:

- Promedio de bateo.
- Fuerza de bateo.

- Precisión de tiro.
- Fildeo.
- Velocidad.
- Versatilidad.

En la literatura existen diversas investigaciones relacionadas con la conformación de equipos de béisbol. En [6, 7] los autores se basan en las estadísticas de los jugadores almacenadas a lo largo de los años para construir un indicador. En base a este indicador es que se realiza el proceso de asignación de los jugadores a los roles. Las investigaciones planteadas anteriormente, solo se enfocan en la conformación de la alineación ofensiva (orden al bate), sin tener en cuenta la alineación defensiva. Además, no tienen en cuenta las competencias que necesitan los roles para ser ocupados, y tampoco hacen referencia a la preferencia de las personas por los roles.

## 1.4. Conformación de equipos docentes

La planificación de la carga docente es un problema recurrente en cada inicio de semestre para los encargados en cada centro de educación. En el proceso de asignación de la carga docente intervienen dos aspectos fundamentales: el claustro de profesores disponibles y el conjunto de asignaturas a impartir.

En [8] se define cómo organizar el proceso docente de cada asignatura, siendo imprescindible conocer, la cantidad de horas asociadas a cada forma de enseñanza, estas son:

- Conferencia(C)
- Clase práctica(CP)
- Seminario(S)
- Laboratorio(L)
- Taller(T)

Cada forma de enseñanza se puede considerar como los roles a desempeñar por los profesores en el colectivo de asignatura. Cada uno de estos roles tiene asociado un conjunto de competencias que debe satisfacer el profesor para desempeñarlo correctamente. Por ejemplo [36] recomienda que las conferencias sean impartidas por un profesor de experiencia, entre otros aspectos.

Del claustro de profesores se conocen sus competencias, preferencias y disponibilidad. Por ejemplo: la categoría docente y científica, los años de experiencia impartiendo las asignaturas, el fondo de tiempo disponible para la docencia y, el interés por las asignaturas, entre otras. Las categorías docentes que puede alcanzar un profesor están definidas en [36], estas son:

- Profesor Titular
- Profesor Auxiliar
- Profesor Asistente
- Instructor

El jefe de departamento es el encargado de elaborar el Plan de resultado de cada profesor y, al finalizar el año verificar su cumplimiento. En función del cumplimiento del plan, se le otorga a cada profesor una evaluación general. La evaluación general se otorga a partir de un consenso entre las siguientes seis dimensiones [37]:

- **Docente.** Clases impartidas (cantidad de grupos y asignaturas, tipos de clase) así como la calidad de ellas. Las tutorías de tesis y prácticas profesionales.
- **Metodológico.** Cumplimiento del Plan Metodológico de la Asignatura (planificación de las clases y otras actividades), cumplimiento del Plan de Controles a Clases del Departamento.
- **Superación.** Cambio o ratificación de categoría docente, cursos de superación o postgrado.
- **Investigación.** Publicaciones en revistas, libros, premios.

- **Extensión universitaria.** Participación en: donaciones de sangre, juegos 13/3 para trabajadores, cuidado de Pruebas de Ingreso a la Educación Superior, entre otras actividades que se puedan realizar en la Universidad.
- **Política.** Actitud ante los estudiantes y resto de los compañeros, cumplimiento de la Guardia Obrera, participación en actividades políticas y de masa organizadas por la Universidad o el país. Pertenencia a organizaciones políticas (UJC-PCC).

Muchas universidades del mundo tienen que enfrentar el proceso de asignar profesores a los tipos de clases que le corresponden a las asignaturas, al menos una vez al año. En la literatura existen múltiples investigaciones que se enfocan en la asignación de los profesores a las asignaturas. Por ejemplo, en [10] se presenta un modelo donde se realiza el proceso de conformación del equipo asignando los profesores a las asignaturas. Este trabajo tiene en cuenta el balance de la carga de los profesores y sus preferencias hacia las asignaturas. En [9] se propone otro modelo para la asignación de asignaturas a profesores, basándose en la preferencia de los mismos hacia las asignaturas (si le interesaba darla o no). En ninguno de los trabajos revisados los autores tienen en cuenta para realizar la asignación, las competencias de los profesores, ni las competencias necesarias para cada cumplir cada rol. Tampoco hacen referencia a las incompatibilidades que pueden existir entre los miembros del colectivo de una asignatura.

## 1.5. Conclusiones parciales

Una vez terminado el capítulo se arriban a las siguientes conclusiones:

1. Existe un modelo definido para el problema de conformación de equipos de software que tiene propiedades generales, debido a que incluye personas, roles, competencias.
2. Existe una herramienta que le da soporte al modelo de conformación de equipos de software denominada TEAMSOF<sup>+</sup>.
3. Para los problemas de conformación de equipos docentes y de béisbol no existen modelos definidos que tengan en cuenta las competencias de las personas para ocupar los roles, las incompatibilidades entre las personas, las preferencias por los roles.

4. Tanto el modelo como la herramienta TEAMSOF<sup>T</sup> podrían se aplicados para formar equipos docentes y de béisbol, ya que toman en cuenta los factores a considerar en cada caso.

## Capítulo 2

# Modelo para conformar equipos de béisbol y docentes basado en TEAMSOFT<sup>+</sup>

En el presente capítulo se describe cómo pueden definirse los problema de conformación de equipos de béisbol y docentes empleando como base el modelo para la formación de equipos de proyectos de software soportado por la herramienta TEAMSOFT<sup>+</sup>. Esto implica que para cada problema se utilizarán o no, algunas de las relaciones propuestas en este modelo. También se describe una propuesta para obtener los valores de las competencias de las personas a partir de información que hoy se gestiona sobre ellas.

### 2.1. Ejemplo simple para el problema de conformación de equipos de béisbol

Partiendo del modelo de conformación de equipos de software, descrito en la sección 1.2.1, se ejemplificará con una instancia, una aproximación del problema de conformación de equipos de béisbol. Se recomienda el análisis futuro de otros roles como el emergente o los roles asociados al picheo como abridores o relevistas que tienen otra complejidad.



### 2.1.1. Conjuntos que intervienen en la modelación

Un equipo está compuesto por una nómina de jugadores, generalmente más de 20, entre los cuales se escoge la alineación regular. Esta alineación se compone de 10 jugadores que tienen que jugar 18 roles. Estos roles están divididos en dos categorías o tipos (ver Tabla 2.1).

Tabla 2.1: Tipos de Roles

Roles defensivos	Roles Ofensivos
receptor (C)	1 <sup>er</sup> bate (B1)
1ra base (1B)	2 <sup>do</sup> bate (B2)
2da base (2B)	3 <sup>er</sup> bate (B3)
campo corto (SS)	4 <sup>to</sup> bate (B4)
3ra base (3B)	5 <sup>to</sup> bate (B5)
jardinero izquierdo (LF)	6 <sup>to</sup> bate (B6)
jardinero central (CF)	7 <sup>mo</sup> bate (B7)
jardinero derecho (RF)	8 <sup>vo</sup> bate (B8)
bateador designado (BD)	9 <sup>no</sup> bate (B9)

- $P = \{p_1, p_2, \dots\}$ : Conjunto de jugadores,  $p = 1 \dots |25|$ .
- $T = \{t_1 = \text{batear con hombres en base}, t_2 = \text{fuerza de bateo}, t_3 = \text{precisión de tiro}, t_4 = \text{velocidad}, t_5 = \text{versatilidad}, t_6 = \text{capacidad de embase}\}$ : Conjunto de competencias técnicas,  $t = 1 \dots |T|$ ,  $|T| = 6$ .
- $G = \{g_1 = \text{trabajo bajo presión}, g_2 = \text{libre de preocupaciones}, g_3 = \text{concentración}, g_4 = \text{afrentar la adversidad}, g_5 = \text{preparación mental}, g_6 = \text{entrenabilidad}, g_7 = \text{motivación para el logro}\}$ : Conjunto de competencias genéricas,  $g = 1 \dots |G|$ ,  $|G| = 7$ .
- $R = \{r_1 = C, r_2 = 1B, r_3 = 2B, r_4 = SS, r_5 = 3B, r_6 = LF, r_7 = CF, r_8 = RF, r_9 = BD, r_{10} = B1, r_{11} = B2, r_{12} = B3, r_{13} = B4, r_{14} = B5, r_{15} = B6, r_{16} = B7, r_{17} = B8, r_{18} = B9\}$ : Conjunto de roles,  $r = 1 \dots |R|$ ,  $|R| = 18$ .
- $Y = y_1$ : Un solo equipo a conformar.

Las relaciones se van a dividir en dos secciones. La primera sección trata los aspectos genéricos del problema, que no cambian en función de los integrantes, o del equipo. La segunda sección va a un nivel más específico, que está en dependencia de las personas a asignar. Los valores asignados en la sección 2.1.2 son todos a consideración del autor, y además, son configurables.

## 2.1.2. Elementos generales

En las Tablas 2.2 y 2.3 se muestran los valores mínimos necesarios que las personas deben tener en las competencias genéricas para desempeñar cada rol. Por ejemplo, para poder jugar el rol C es necesario que la persona tenga como mínimo un valor en la competencia genérica  $g_1$  de 0.8.

Tabla 2.2: Valores mínimos de las competencias genéricas para cada rol defensivo

$Z(g,r)$	C	1B	2B	SS	3B	LF	CF	RF	BD
$g_1 = \text{trabajo bajo presión}$	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.3
$g_2 = \text{libre de preocupaciones}$	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.3
$g_3 = \text{concentración}$	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5
$g_4 = \text{afrontar la adversidad}$	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3
$g_5 = \text{preparación mental}$	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
$g_6 = \text{entrenabilidad}$	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4
$g_7 = \text{motivación para el logro}$	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4

Tabla 2.3: Valores mínimos de las competencias genéricas para cada rol ofensivo

$Z(g,r)$	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
$g_1 = \text{trabajo bajo presión}$	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.4
$g_2 = \text{libre de preocupaciones}$	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
$g_3 = \text{concentración}$	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5
$g_4 = \text{afrontar la adversidad}$	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3
$g_5 = \text{preparación mental}$	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
$g_6 = \text{entrenabilidad}$	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
$g_7 = \text{motivación para el logro}$	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

En las Tablas 2.4 y 2.5 se muestran los valores mínimos necesarios que las personas deben tener en las competencias técnicas para desempeñar cada rol. Las posiciones defensivas no requieren de competencias relacionadas con la ofensiva ( $t_1 = \text{batear con hombres en base}$  y  $t_2 = \text{fuerza de bateo}$ ), por lo tanto, a cada rol defensivo se le otorga el valor de 0.0 en las competencias relacionadas con la ofensiva. El bateador designado es un caso excepcional, aunque clasificado como un rol defensivo, no tiene competencias defensivas que lo definan como tal. Esto significa que, aunque realmente no juega a la defensiva, es necesario tenerlo en cuenta para ocupar un rol a la ofensiva. Por lo tanto, se asocian a este rol, las competencias que tienen tendencia ofensiva.

Tabla 2.4: Valores mínimos de las competencias técnicas para cada rol defensivo en el equipo  $y_1$

$Q(t, r, y)$	$C$	$1B$	$2B$	$SS$	$3B$	$LF$	$CF$	$RF$	$BD$
$t_3 = \text{precisión de tiro}$	0.8	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.0
$t_4 = \text{velocidad}$	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.7	0.8	0.7	0.4
$t_5 = \text{versatilidad}$	0.2	0.3	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.0
$t_6 = \text{capacidad de embase}$	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.3	0.3	0.6	0.6

Los roles ofensivos no necesitan tener habilidades defensivas, como es el caso de la competencia técnica  $t_3 = \text{precisión de tiro}$ . Por este motivo no se muestra en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5: Valores mínimos de las competencias técnicas para cada rol ofensivo en el equipo  $y_1$

$Q(t, r, y)$	$B1$	$B2$	$B3$	$B4$	$B5$	$B6$	$B7$	$B8$	$B9$
$t_1 = \text{batear con hombres en base}$	0.6	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
$t_2 = \text{fuerza de bateo}$	0.5	0.6	0.7	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4
$t_4 = \text{velocidad}$	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1
$t_5 = \text{versatilidad}$	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.1	0.3
$t_6 = \text{capacidad de embase}$	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4

Anteriormente se explicó que en un equipo de pelota, cada jugador ocupa dos roles, uno a la defensiva y otro a la ofensiva. La Tabla 2.6 muestra lo planteado.

Tabla 2.6: Cantidad máxima de roles por persona a jugar en un equipo de béisbol

$K_{py}(p, y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$	$p_9$
$y_1$	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Las incompatibilidades entre los roles como ya se mencionaba, está dada por el tipo de rol. Todos los roles ofensivos (por ejemplo, B1, B2, B3) tienen incompatibilidades entre ellos, y son compatibles con los defensivos (por ejemplo, C, 3B, CF). Los roles defensivos, al igual que los ofensivos, son incompatibles entre ellos, siendo compatibles además con los defensivos. Por cuestión de una mejor calidad en la visualización de los datos, en la Tabla 2.7 solo se pone un subconjunto de los roles.

Tabla 2.7: Incompatibilidades entre roles

$I_r(r, u, y)$	B1	B2	B3	C	3B	CF
B1	0	1	1	0	0	0
B2	1	0	1	0	0	0
B3	1	1	0	0	0	0
C	0	0	0	0	1	1
3B	0	0	0	1	0	1
CF	0	0	0	1	1	0

La cantidad de personas necesarias para jugar un rol en una alineación siempre será una sola, sin importar el tipo de rol, y el equipo.

### 2.1.3. Elementos específicos

Después de ver los aspectos generales del modelo, es necesario instanciar tanto las personas como el equipo en cuestión, para lograr un ejemplo completo. Todos los valores otorgados en esta sección son ficticios. Más adelante, en la sección 2.1.4 se hace una propuesta para la obtención de estos datos a partir de fuentes externas.

- $P = \{p_1 = frank, p_2 = rudy, p_3 = carlos, p_4 = alexander, p_5 = juan, p_6 = yurisbel, p_7 = josé, p_8 = pedro, p_9 = pepe, p_{10} = camilo, p_{11} = oscar, p_{12} = roberto, p_{13} = enrique, p_{14} = yasel, p_{15} = dayron\}$ : Conjunto de personas,  $p = 1...|P|$ ,  $|P| = 15$ .

- $Y = \text{Industriales}$ : Equipo a conformar.

En la Tabla 2.8 se muestra un ejemplo de las incompatibilidades entre los jugadores del equipo Industriales. Es importante destacar que la relación de incompatibilidad no tiene que ser la misma en ambos sentidos, por ejemplo  $p_1$  es totalmente incompatible con  $p_2$ , mientras que  $p_2$  es compatible con  $p_1$ .

Tabla 2.8: Incompatibilidades entre personas del equipo *Industriales*

$I_p(p, q)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$	$p_9$
$p_1$	0.0	1.0	0.3	0.2	0.4	0.0	0.4	0.3	0.2
$p_2$	0.3	0.0	0.9	0.0	0.1	0.8	0.0	0.9	0.0
$p_3$	0.5	0.2	0.0	0.3	0.2	0.5	0.2	0.0	0.3
$p_4$	0.6	0.3	0.5	0.0	0.3	0.3	0.5	0.0	0.3
$p_5$	0.1	0.7	0.1	0.8	0.0	0.1	0.7	0.1	0.8
$p_6$	0.0	1.0	0.3	0.2	0.4	0.0	0.9	0.3	0.2
$p_7$	1.0	0.0	0.9	0.0	0.1	1.0	0.0	0.9	0.0
$p_8$	0.5	0.2	0.0	0.3	0.2	0.5	0.2	0.0	0.3
$p_9$	0.6	0.3	0.5	0.0	0.3	0.3	0.5	0.0	0.0

Las personas tienen un valor de preferencia por cada rol. Por ejemplo, en la Tabla 2.9 se puede decir que la persona  $p_3$  tiene poca preferencia por el rol 3B y un valor de preferencia alto por el rol C.

Tabla 2.9: Preferencias de las personas por los roles defensivos

$F_r(p, r)$	C	1B	2B	SS	3B	LF	CF	RF	BD
$p_1$	0.6	0.2	0.5	0.6	0.8	0.6	0.2	0.5	0.6
$p_2$	0.2	0.3	0.6	0.4	0.5	0.2	0.3	0.6	0.4
$p_3$	0.9	0.2	0.3	0.2	0.1	0.9	0.2	0.3	0.2
$p_4$	0.7	0.1	0.1	0.3	0.2	0.7	0.1	0.1	0.3
$p_5$	0.1	1.0	0.2	0.1	0.6	0.8	1.0	0.5	0.1
$p_6$	0.6	0.2	0.5	0.6	0.7	0.6	0.2	0.5	0.6
$p_7$	0.2	0.3	0.6	0.4	0.5	0.2	0.3	0.6	0.4
$p_8$	0.9	0.2	0.3	0.2	0.1	0.9	0.2	0.3	0.2
$p_9$	0.7	0.1	0.1	0.3	0.2	0.7	0.1	0.1	0.3

Tabla 2.10: Preferencias de las personas por los roles ofensivos

$F_r(p, r)$	$B1$	$B2$	$B3$	$B4$	$B5$	$B6$	$B7$	$B8$	$B9$
$p_1$	0.7	0.3	0.6	0.4	0.5	0.6	0.1	0.7	0.5
$p_2$	0.2	0.5	0.4	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.7
$p_3$	0.9	0.2	0.3	0.2	0.1	0.9	0.2	0.3	0.4
$p_4$	0.7	0.1	0.1	0.3	0.2	0.7	0.1	0.1	0.3
$p_5$	0.1	1.0	0.2	0.1	0.6	0.8	1.0	0.5	0.1
$p_6$	0.6	0.2	0.5	0.6	0.7	0.6	0.2	0.5	0.3
$p_7$	0.9	0.3	0.6	0.4	0.5	0.2	0.3	0.6	0.4
$p_8$	0.5	0.6	0.4	0.7	0.5	0.3	0.7	0.8	0.3
$p_9$	0.7	0.4	0.9	0.2	0.2	0.5	0.3	0.5	0.0

En las Tablas 2.11 y 2.12 se muestra el nivel que poseen las personas en las competencias genéricas y técnicas. Por ejemplo en la Tabla 2.11, la persona  $p_1$  tiene un valor alto en la competencia  $g_1$ .

Tabla 2.11: Valor de las personas en las competencias genéricas

$F_g(g, p)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$	$p_9$
$g_1 = \text{trabajo bajo presión}$	0.7	0.5	0.3	0.6	0.8	0.4	0.3	0.7	0.1
$g_2 = \text{libre de preocupaciones}$	0.6	0.4	0.2	0.7	0.3	0.6	0.5	0.2	0.6
$g_3 = \text{concentración}$	0.7	0.5	0.3	0.6	0.8	0.4	0.3	0.7	0.1
$g_4 = \text{afrentar la adversidad}$	0.6	0.4	0.2	0.7	0.3	0.6	0.9	0.2	0.6
$g_5 = \text{preparación mental}$	0.7	0.5	0.3	0.6	0.8	0.9	0.3	0.7	0.1
$g_6 = \text{entrenabilidad}$	0.5	0.6	0.4	0.3	0.5	0.7	0.5	0.6	0.2
$g_7 = \text{motivación para el logro}$	0.8	0.7	0.3	0.5	0.8	0.5	0.8	0.6	0.2

Tabla 2.12: Valor de las personas en las competencias técnicas

$F_g(t,p)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$	$p_9$
$t_1 = \text{batear con hombres en base}$	0.6	0.7	0.8	0.7	0.5	0.9	0.6	0.7	0.8
$t_2 = \text{fuerza de bateo}$	0.7	0.8	0.6	0.7	0.1	0.5	0.2	0.3	0.3
$t_3 = \text{precisión de tiro}$	0.5	0.3	0.4	0.2	0.6	0.7	0.3	0.8	0.8
$t_4 = \text{velocidad}$	0.4	0.5	0.3	0.3	0.5	0.6	0.2	0.7	0.7
$t_5 = \text{versatilidad}$	0.5	0.7	0.6	0.7	0.6	0.3	0.8	0.6	0.1
$t_6 = \text{capacidad de embase}$	0.7	0.4	0.7	0.5	0.8	0.9	0.5	0.5	0.6

La carga de trabajo empleada en el modelo de TEAMSOFT<sup>+</sup> no se utiliza, debido a que los jugadores de pelota no pueden estar en varios equipos de béisbol al mismo tiempo.

#### 2.1.4. Transformación de los datos

Para llevar a la práctica el modelo descrito en la sección 2.1, es necesario instanciar los conjuntos y relaciones con datos reales del problema. En el caso del problema de béisbol se utilizarán los datos disponibles en el [sitio web](#) de la serie nacional cubana (ver Figura 2.1).

Mediante la opción de descargas brindada por el portal web, se obtienen estos datos. A continuación se describe brevemente cada indicador agrupado en dos categorías:

##### **Bateo:**

- **CB:** comparecencias al bate. Todas las veces que el bateador se dispone a batear.
- **VB:** veces al bate  $(CB - (SF + SH + DB + BB))$ .
- **C:** carreras anotadas por el jugador.
- **H:** Hits conectados por el jugador.
- **AVE:** promedio de bateo  $(H/VB)$ .
- **OBP:** porcentaje de embasado  $((H + BB + DB)/(VB + BB + DB + SF))$ .

- **2B:** dobles. *Hits* que llevan al bateador a segunda base.
- **3B:** triples. *Hits* que llevan al bateador a tercera base.
- **HR:** *home runs*. Pelotas que el bateador las saca del terreno de juego en territorio válido.
- **TB:** total de bases alcanzadas ( $H + 2B + (3B * 2) + (HR * 3)$ ).
- **SLU:** porcentaje de *slugging* ( $TB/H$ ).
- **OPS:** porcentaje de embasado más *slugging* ( $OBP + SLU$ ).
- **BR:** bases robadas con éxito.
- **CR:** bases robadas fallidas.
- **CI:** carreras impulsadas.
- **SH:** *hit* de sacrificio. Cuando un bateador, con el objetivo de que avancen los jugadores de base, hace contacto con la pelota y sale un *rolling*. El jugador puede: no embasarse porque fue puesto *out*, embasarse por error de la defensa o porque el jugador a la defensa decide tirar a otra base.
- **SF:** *fly* de sacrificio. Cuando un bateador, con el objetivo de que avancen los jugadores de base, hace contacto con la pelota y sale un *fly*.
- **DB:** pelotazo. Cuando un pícher golpea a un bateador.
- **BB:** bases por bolas. Cuando un bateador se embasa en primera, debido a que recibió cuatro bolas en su turno al bate.
- **SO:** ponche. Cuando un bateador recibe tres *strikes*.
- **BD:** bateo para doble *play*. Veces que debido al contacto que un bateador hizo con la pelota, el equipo contrario sacó dos *outs*.
- **CPA:** cantidad de jugadores en posición anotadora cuando batea el jugador.
- **CIPA:** cantidad de veces que impulsa corredores en posiciones anotadoras ( $2^{da}$  base y  $3^{ra}$  base).



- **JJ**: juegos jugados.
- **INN**: entradas jugadas.

### **Fildeo:**

- **E**: errores cometidos.
- **TL**: total de lances. Cuando un jugador a la defensa lanza la pelota de una base a otra.
- **AVE**: promedio de lances ( $E/TL$ ).
- **DP**: doble *plays* realizados.
- **PB**: error que comete el receptor al controlar la pelota lanzada legalmente por el pitcher.
- **BR**: intentos de robo de base al receptor
- **CR**: robos de bases impedidos por el receptor.
- **POS**: posiciones jugadas por el pelotero.



## INDUSTRIALES

Nombre	<<<			BATEO																	>>>			<<<			FILDEO					>>>		
	CB	VB	C	H	AVE	OBP	2B	3B	HR	TB	SLU	OPS	BR	CR	CI	SH	SF	DB	BB	SO	BD	CPA	CIPA	VIEV	JJ	INN	E	TL	AVE	DP	PB	BR	CR	POS
MOREJON REYES Frank Camilo	86	73	13	25	.342	.415	2	1	1	32	.438	.853	0	0	8	4	0	2	7	4	7	28	6	4	31	189.0	1	139	.993	1	1	8	3	C,E
VALDÉS NOGUEIRA Oscar Willian	77	63	6	16	.254	.342	3	0	0	19	.302	.644	0	0	10	4	1	1	8	7	6	35	10	2	29	164.0	2	129	.984	1	2	9	3	C,D,E
LEGRÁ SOLÍS Raudelín	25	22	1	1	.045	.160	0	0	0	1	.045	.205	0	1	1	0	0	0	3	0	2	8	1	1	13	50.2	1	19	.947	0	0	0	0	C,1B,LF,E
HERNÁNDEZ APESTEGUÍA Estayle	176	146	18	45	.308	.394	8	0	4	65	.445	.839	1	1	30	1	5	0	24	13	5	69	23	8	18	136.2	2	157	.987	21	0	0	0	1B,RF,D,E
CORREA SÁNCHEZ Lisbán	182	157	31	50	.318	.401	6	0	16	104	.662	1.063	0	0	47	0	2	1	22	20	3	75	22	17	29	235.1	7	254	.972	28	0	0	0	1B,D
TORRIENTE NÚÑEZ Juan Carlos	131	107	14	27	.252	.367	2	0	0	29	.271	.638	0	0	8	3	1	2	18	5	4	45	8	1	35	269.2	1	163	.994	19	0	0	0	2B,E
AROCHE JIMÉNEZ Wilfredo Yasel	130	114	16	37	.325	.388	3	0	2	46	.404	.792	3	1	22	1	2	0	13	5	5	54	19	5	33	228.1	4	96	.958	9	0	0	0	2B,3B,LF,D,E
ALOMÁ HERRERA Jorge Enrique	186	156	36	52	.333	.427	13	0	5	80	.513	.940	1	0	28	1	2	3	24	12	6	77	16	7	44	344.0	6	202	.970	33	0	0	0	2B,3B,SS,D
RIVALTA GRIÑÁN Yamil	54	45	11	11	.244	.358	0	0	0	11	.244	.602	0	0	2	1	0	1	7	4	5	22	2	1	27	122.0	1	64	.984	12	0	0	0	SS,D,E
BARCELÁN RODRÍGUEZ Jorge Luis	67	60	9	26	.433	.493	5	0	4	43	.717	1.210	0	1	13	0	0	1	6	3	3	33	8	1	18	123.1	6	35	.829	1	0	0	0	3B,E
ACEVEDO SHELTON Roberto	72	62	13	16	.258	.338	0	0	0	16	.258	.596	3	0	3	1	1	1	7	14	1	26	3	1	25	149.2	3	43	.930	4	0	0	0	2B,3B,SS,LF,CF,RF,E
ROSABAL ORTIZ Yusniel	11	8	6	1	.125	.364	0	0	0	1	.125	.489	0	2	0	0	0	1	2	3	2	4	0	0	13	28.1	0	5	1.000	0	0	0	0	2B,LF,RF,D,E
JIMENEZ RAMOS Marlon	9	7	1	1	.143	.333	0	0	0	1	.143	.476	0	0	0	0	0	2	0	1	1	4	0	0	6	16.0	1	3	.667	0	0	0	0	3B,D,E
URGELLÉS COBAS Yoandry	85	70	9	19	.271	.376	3	0	1	25	.357	.733	0	0	16	0	2	3	10	7	4	47	14	7	21	130.1	1	20	.950	0	0	0	0	1B,LF,D,E
PEÑALVER DAR COURT Yosvani	19	14	3	6	.429	.526	1	0	0	7	.500	1.026	1	0	4	0	1	0	4	0	0	9	3	0	4	29.2	0	6	1.000	0	0	0	0	1B,RF
CALDERÓN MONTERO Alberto	2	2	1	1	.500	.500	0	0	0	1	.500	1.000	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4.2	1	1	1.000	0	0	0	0	CF
BLANCO DÍAZ Dayron	84	70	10	23	.329	.412	5	0	0	28	.400	.812	2	1	6	4	0	2	8	20	1	30	5	1	30	190.1	1	43	.977	0	0	0	0	LF,CF,RF,E
GUILLÉN ROKWOOD Yoasán	196	162	30	46	.284	.372	12	1	2	66	.407	.779	3	4	22	8	2	3	21	9	4	69	18	4	45	349.2	1	103	.990	0	0	0	0	CF
LÓPEZ CALA Cristian De Jesús	63	55	11	12	.218	.295	2	1	2	22	.400	.695	0	0	5	2	0	0	6	13	0	30	2	0	29	152.1	1	53	.981	2	0	0	0	LF,CF,RF,E
CHI MONTOYA Brian Anthony	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	19.0	0	2	1.000	0	0	0	0	P
MOLINA BARRIOS Yandi	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	24.0	1	5	.800	1	0	0	0	P
CUESTA LINDSAY José Pablo	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	68.2	0	21	1.000	2	0	0	0	P
HERNÁNDEZ BRUCES Pavel	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	48.0	0	12	1.000	2	0	0	0	P
GARCÍA DEL TORO Eddy Abel	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	49.2	0	10	1.000	1	0	0	0	P
PONCE FRENE Héctor	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	40.1	0	5	1.000	0	0	0	0	P
HERRERA CAMEJO Frank Ernesto	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	26.2	0	6	1.000	0	0	0	0	P
PÉREZ FERNÁNDEZ Raymell	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	6.0	0	0	-	0	0	0	0	P
VARGAS LESCAILLE Andy	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4.1	0	0	-	0	0	0	0	P
CUESTA HONDARES Carlos Manuel	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	15.0	0	5	1.000	1	0	0	1	P
NODAL SUÁREZ Elder	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	21.0	0	6	1.000	0	0	0	0	P

Figura 2.1: Información almacenada de los peloteros en el sitio web beisbolcubano

En la Tabla 2.13 se presenta la correspondencia entre los indicadores y las competencias técnicas definidas en la sección 2.1.1. Además de estos indicadores, también existen otros que se pudiesen tener en cuenta, por ejemplo en la *Major Lique Baseball* (MLB) se maneja la velocidad de *sprint* (SV) expresada en pies/segundos.

Tabla 2.13: Correspondencia entre indicadores y competencias técnicas

Competencias Técnicas	Indicadores
$t_1 =$ <i>batear con hombres en base</i>	CI SH SF CIPA/CPA
$t_2 =$ <i>fuerza de bateo</i>	2B 3B HR SLU
$t_3 =$ <i>precisión de tiro</i>	AVG (fildeo)
$t_4 =$ <i>velocidad</i>	BR CR
$t_5 =$ <i>versatilidad</i>	POS
$t_6 =$ <i>capacidad de embase</i>	OBP BR SH

En el caso particular de  $t_5 = \textit{velocidad}$  se le asocia el indicador **POS**, este significa la cantidad de posiciones que puede emplear el jugador. A partir de lo planteado en la Tabla 2.13 se propone calcular los valores de las competencias técnicas a partir de las siguientes formulaciones:

$$t_i = \sum_{j=1}^{n_i} c_{ij} * \frac{I_j}{R_j} \quad i \neq 4, 5 \quad (2.1)$$

$$\forall t_i \in T \text{ se cumple que } \sum_{j=1}^{n_i} c_{ij} = 1 \quad (2.2)$$

Donde:

- $c_j$  coeficiente que indica el porcentaje asignado al indicador  $I_j$ .
- $I_j$  indicador que influye en la competencia técnica  $t_i$ .
- $R_j$  máximo valor registrado en el equipo para el indicador  $I_j$ .
- $n_i$  es el número de indicadores que influyen en la competencia técnica  $t_i$ .
- $T$  conjunto de competencias técnicas.

Todos los coeficientes son configurables y la suma de ellos tiene que ser 1. Para los casos específicos de  $t_4$  y  $t_5$ , se proponen utilizar las siguientes fórmulas:

$$t_4 = \frac{BR}{(BR + CR)} \quad (2.3)$$

$$t_5 = \frac{C}{9} \quad (2.4)$$

Donde:

- $C$  cantidad de posiciones que juega el jugador.

Además, el grado de preferencia de los jugadores por los roles se puede obtener a partir de la siguiente formulación:

$$P_i = \frac{A_i}{E} \quad (2.5)$$

Donde:

- $P_i$  preferencia del jugador por el rol  $i$ .
- $A_i$  años de experiencia en el rol  $i$ .
- $E$  años de experiencia como jugador de béisbol.

Utilizando las formulaciones planteadas, en las Tablas 2.14 y 2.15 se puede ver un ejemplo de la información necesaria de los peloteros, obtenida del sitio beisbolcubano [12] para la temporada clasificatoria de la 60 Serie Nacional. En cada una de las tablas anteriores se incluye como última fila, el mayor registro del equipo para cada estadístico. Esta hace referencia al indicador  $R_j$ , necesario para obtener el valor del jugador en las competencias técnicas. La Tabla 2.16 muestra cómo quedaría la normalización a partir de la información de la tablas antes mencionadas. A partir de una revisión de la información histórica manejada en el sitio, se obtuvo los años de experiencia totales de cada jugador. La información utilizada en las Tablas 2.17, 2.18 es ficticia, debido a que no se posee la base de datos, y sin esta, no es posible obtener esa información. Como resultado de la normalización de los años de experiencia jugando cada rol, se construyen las Tablas 2.19 y 2.20 , que expresan el grado de preferencia de los jugadores por los roles.

Tabla 2.14: Estadísticas ofensivas de la 60 serie nacional

Jugador	CI	SH	SF	CIPA	2B	3B	HR	SLU	OBP
Frank Camilo	8	4	0	6	2	1	1	.438	.415
Roberto Acevedo	3	1	1	3	0	0	0	.258	.338
Lisbán Correa	47	0	2	22	6	0	16	.662	.401
Mayor registro equipo	47	8	5	23	15	1	16	.662	.545

Tabla 2.15: Estadísticas defensivas de la 60 serie nacional

Jugador	AVG(fildeo)	BR	CR	POS
Frank Camilo	.993	0	0	C
Roberto Acevedo	.930	3	0	2B, 3B, SS, LF, CF, RF
Lisbán Correa	.972	0	0	1B, BD
Mayor registro equipo	1.000	3	4	6 posiciones

A continuación se explica, cómo se pueden calcular los valores de los jugadores para cada competencia técnica utilizando las fórmulas 2.1, 2.3, 2.4 y los datos de los jugadores.

res presentados en las Tablas 2.14 y 2.15. Utilizando al jugador Lisbán Correa (resaltado sus datos en dichas tablas) como ejemplo, se realizan las siguientes operaciones:

$$t_1 = 0,4 * \frac{47}{47} + 0,2 * \frac{0}{8} + 0,2 * \frac{2}{5} + 0,4 * \frac{22}{23} = 0,9$$

$$t_2 = 0,1 * \frac{6}{15} + 0,2 * \frac{0}{1} + 0,35 * \frac{16}{16} + 0,35 * \frac{662}{662} = 0,68$$

$$t_3 = 1 * \frac{972}{1000} = 0,98$$

$$t_4 = \frac{0}{0+0} = 0,0$$

$$t_5 = \frac{2}{9} = 0,23$$

$$t_6 = 0,7 * \frac{401}{545} + 0,15 * \frac{0}{8} + 0,15 * \frac{0}{8} = 0,58$$

Tabla 2.16: Resultado de la transformación de las competencias técnicas de los jugadores

Competencias técnicas	Frank Camilo	Roberto Acevedo	Lisbán Correa
$t_1 = \text{batear con hombres en base}$	0.28	0.16	0.9
$t_2 = \text{fuerza de bateo}$	0.55	0.12	0.68
$t_3 = \text{precisión de tiro}$	1.0	0.94	0.98
$t_4 = \text{velocidad}$	0.0	1.0	0.0
$t_5 = \text{versatilidad}$	0.12	0.67	0.23
$t_6 = \text{capacidad de embase}$	1.0	0.59	0.58

Tabla 2.17: Años de experiencia de los jugadores en los roles ofensivos

Personas	Roles ofensivos								
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
Frank Camilo	0	0	0	0	2	6	10	4	16
Roberto Acevedo	1	0	0	0	0	1	2	3	5
Lisbán Correa	0	6	10	8	3	2	0	0	15

Tabla 2.18: Años de experiencia de los jugadores en los roles defensivos

Personas	Roles defensivos								
	C	1B	2B	SS	3B	LF	CF	RF	BD
Frank Camilo	16	0	0	0	0	0	0	0	0
Roberto Acevedo	0	0	2	2	1	4	4	4	0
Lisbán Correa	0	12	0	0	0	0	0	0	9

Tabla 2.19: Preferencia de las personas por los roles ofensivos

Personas	Roles ofensivos								
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
Frank Camilo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.6	0.2
Roberto Acevedo	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.6
Lisbán Correa	0.0	0.0	0.4	0.6	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0

Tabla 2.20: Preferencia de las personas por los roles defensivos

Personas	Roles defensivos								
	C	1B	2B	SS	3B	LF	CF	RF	BD
Frank Camilo	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Roberto Acevedo	0.0	0.0	0.4	0.4	0.2	0.8	0.8	0.8	0.0
Lisbán Correa	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6

## 2.2. Ejemplo simple para el problema de conformación de equipos docentes

Con el objetivo de adaptar el problema de conformación de equipos docentes al modelo descrito en la sección 1.2.1, se muestra mediante un ejemplo, una instancia específica de este problema. A los roles definidos en 1.4 se le incorpora el jefe de asignatura (JA), debido a que es un rol importante a tener en cuenta en los equipos docentes. Las asignaturas utilizadas en el ejemplo forman parte del plan de estudio  $E$  de la carrera de Ingeniería Informática en la Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE), correspondientes a la disciplina Inteligencia Computacional, estas son: Razonamiento Aproximado (RA) e Inteligencia Artificial (IA).

### 2.2.1. Conjuntos que intervienen en la modelación

- $P = \{p_1, p_2 \dots\}$ : Conjunto de personas,  $p = 1 \dots |P|$ .
- $T = \{t_1 = \text{categoría docente}, t_2 = \text{grado científico}, t_3 = \text{años experiencia}, t_4 = \text{trabajo docente}, t_5 = \text{trabajo metodológico}, t_6 = \text{trabajo investigativo}\}$ : Conjunto de competencias técnicas,  $t = 1 \dots |T|$ ,  $|T| = 6$ .
- $G = \{g_1 = \text{liderazgo}, g_2 = \text{habilidades comunicativas}, g_3 = \text{pensamiento conceptual}^1, g_4 = \text{responsabilidad}\}$ : Conjunto de competencias genéricas,  $g = 1 \dots |G|$ ,  $|G| = 4$ .
- $R = \{r_1 = C, r_2 = CP, r_3 = S, r_4 = L, r_5 = T, r_6 = JA\}$ : Conjunto de roles,  $r, u = 1 \dots |R|$ ,  $|R| = 6$ .
- $Y = \{y_1, y_2\}$ : Conjunto de asignaturas,  $y = 1 \dots |Y|$ ,  $|Y| = 2$ .

En este caso, al igual que en el de béisbol, para una mejor comprensión del problema las relaciones se agrupan en dos secciones: una donde se describen los aspectos generales del proceso docente, y otra específica, donde se tienen en cuenta las características de los profesores con que se cuentan para realizar la planificación de la carga docente. Los valores asignados son todos a consideración del autor y además, son configurables.

---

<sup>1</sup>Según [2] es la habilidad para explicar situaciones o resolver problemas. Desarrollar conceptos nuevos que no resultan obvios para los demás. Hacer que las situaciones o ideas complejas estén claras, sean simples y comprensibles.



### 2.2.2. Elementos generales

En la Tabla 2.21 se observan los valores necesarios para que una persona pueda jugar un rol según sus competencias genéricas. Por ejemplo, una persona para poder ocupar el rol de profesor de Conferencia (C), es necesario que tenga como valor en la competencia  $g_1 \geq 0,5$ . Así sucede con cada competencia asociada a cada rol.

Tabla 2.21: Nivel mínimo requerido de las competencias genéricas para los roles

$Z(g,r)$	$C$	$CP$	$S$	$L$	$T$	$JA$
$g_1 = \text{liderazgo}$	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8
$g_2 = \text{habilidades comunicativas}$	0.8	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7
$g_3 = \text{pensamiento conceptual}$	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8
$g_4 = \text{responsabilidad}$	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8

En las Tablas 2.22 y 2.23 el valor mínimo que debe tener cada persona en cada una de las competencias requeridas para desempeñar los diferentes roles en la asignatura  $y_1$ . Como se observa para desempeñar el rol de profesor de conferencia en la asignatura  $y_1$ , debe tener como mínimo en la competencia técnica  $t_2$  0.8, en cambio para desempeñar ese mismo rol en la asignatura  $y_2$  solo debe tener 0.6. Esto se debe a que en dependencia de la asignatura, los valores necesarios en las competencias técnicas varían.

Tabla 2.22: Nivel mínimo requerido de las competencias técnicas para jugar roles en la asignatura  $y_1$

$Q(t,r,y_1)$	$C$	$CP$	$S$	$L$	$T$	$JA$
$t_1 = \text{categoría docente}$	0.8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6
$t_2 = \text{grado científico}$	0.8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6
$t_3 = \text{años experiencia}$	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.8
$t_4 = \text{trabajo docente}$	0.7	0.4	0.4	0.3	0.3	0.6
$t_5 = \text{trabajo metodológico}$	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8
$t_6 = \text{trabajo investigativo}$	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.6

Tabla 2.23: Mínimos de las competencias técnicas para jugar roles en la asignatura  $y_2$

$Q(t, r, y_2)$	$C$	$CP$	$S$	$L$	$T$	$JA$
$t_1 = \text{categoría docente}$	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
$t_2 = \text{grado científico}$	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5
$t_3 = \text{años experiencia}$	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6
$t_4 = \text{trabajo docente}$	0.6	0.3	0.3	0.2	0.2	0.5
$t_5 = \text{trabajo metodológico}$	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7
$t_6 = \text{trabajo investigativo}$	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.6

Este problema de forma general, no presenta restricciones en cuanto a incompatibilidades entre los roles que puede ejercer un profesor en una asignatura.

### 2.2.3. Elementos específicos

Cada asignatura tiene sus propias características, al igual que los profesores. En esta sección se ejemplificará el modelo para un conjunto de asignaturas y personas específicos:

- $P = \{p_1 = \text{lisandra}, p_2 = \text{wenny}, p_3 = \text{carlos}, p_4 = \text{ana}\}$ : Conjunto de personas,  $p, q = 1..|P|$ ,  $|P| = 4$
- $Y = \{y_1 = RA, y_2 = IA\}$ : Conjunto de asignaturas,  $y = 1..|Y|$ ,  $|Y| = 2$

Del conjunto de roles que puede ejercer un profesor dentro de un colectivo de asignatura, es necesario definir por cada una de ellas, cuáles roles serán planificados (ver Tabla 2.24) y cuántos profesores se necesitan en cada uno de ellos (ver Tabla 2.25). Por ejemplo, en el caso de la asignatura  $RA$ , se necesitan los roles de conferencia, clase práctica, laboratorio y jefe de asignatura, y se requieren 1, 2, 2 y 1 profesor(es), respectivamente.

Tabla 2.24: Roles necesarios por asignatura

$K(y, r)$	$C$	$CP$	$S$	$L$	$T$	$JA$
$y_1 = RA$	1	1	0	1	0	1
$y_2 = IA$	1	1	1	0	0	1

Tabla 2.25: Cantidad de personas necesarias para el rol  $r$  en cada asignatura

$K_p(r, y)$	$C$	$CP$	$S$	$L$	$T$	$JA$
$RA$	1	2	0	2	0	1
$IA$	2	2	2	0	0	1

Este modelo no presenta restricciones en cuanto a la incompatibilidad de los roles. Sin embargo, es posible definir incompatibilidades entre los roles. Esto se establece por el jefe de departamento, que es el encargado de realizar la planificación. Un ejemplo de esto se muestra en las Tablas 2.26 y 2.27, donde se expresa que el profesor asignado a impartir conferencia no debe estar asignado para impartir clase práctica.

Tabla 2.26: Incompatibilidades entre roles en la asignatura  $RA$

$I_r(r, u, y_1)$	$C$	$CP$	$S$	$L$	$T$	$T$
$C$	0	1	0	0	0	0
$CP$	1	0	0	0	0	0
$S$	0	0	0	0	0	0
$L$	0	0	0	0	0	0
$T$	0	0	0	0	0	0

Tabla 2.27: Incompatibilidades entre roles en la asignatura  $IA$

$I_r(r, u, y_2)$	$C$	$CP$	$S$	$L$	$T$	$JA$
$C$	0	1	1	0	0	0
$CP$	1	0	0	0	0	0
$S$	1	0	0	0	0	0
$L$	0	0	0	0	0	0
$T$	0	0	0	0	0	0

En dependencia de la asignatura, el tiempo que conlleva desempeñar los roles varía. Por ejemplo en la Tabla 2.28 para que un profesor ocupe el rol de Conferencia en la asignatura  $RA$ , es necesario que tenga libre el 30% de su tiempo.

Tabla 2.28: Tiempo necesario para jugar un rol en una asignatura

$T(r, y)$	$C$	$CP$	$S$	$L$	$T$	$JA$
$RA$	0.3	0.2	0.0	0.1	0.0	0.4
$IA$	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.4

Las incompatibilidades entre las personas se ven reflejadas en la Tabla 2.29. Es importante destacar que la relación de incompatibilidad no es la misma en los dos sentidos, por ejemplo, en la Tabla 2.29,  $p_1$  es medianamente compatible con  $p_2$ , sin embargo,  $p_2$  es casi incompatible por completo con  $p_1$ .

Tabla 2.29: Incompatibilidades entre personas

$I_p(p, q)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$
$p_1$	0.0	0.4	0.2	0.3
$p_2$	0.9	0.0	0.9	0.0
$p_3$	0.6	0.4	0.0	0.1
$p_4$	0.7	0.3	0.1	0.0

En la Tabla 2.30 se observa la carga de tiempo para cada profesor. Por ejemplo  $p_1$  tiene ocupado el 20% de su tiempo.

Tabla 2.30: Carga de tiempo de las personas

	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$
$D_d(p)$	0.2	0.3	0.1	0.2

La Tabla 2.31 refleja el valor de preferencia de las personas por cada rol. Por ejemplo,  $p_2$  tiene un nivel muy alto de preferencia sobre el rol  $C$ . Mientras que las Tablas 2.32 y 2.33 muestran el valor de adecuación de las personas hacia las competencias genéricas y técnicas.

Tabla 2.31: Preferencias de las personas por los roles

$F_r(p, r)$	$C$	$CP$	$S$	$L$	$T$	$JA$
$p_1$	0.7	0.5	0.1	0.3	0.1	0.7
$p_2$	1.0	0.6	0.8	0.4	0.3	0.6
$p_3$	0.3	0.9	0.5	0.7	0.5	0.3
$p_4$	0.4	0.6	0.3	0.4	0.2	0.4

Tabla 2.32: Valor de adecuación de las personas a las competencias genéricas

$F_g(p, g)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$
$g_1 = \text{liderazgo}$	1.0	0.4	0.7	0.6
$g_2 = \text{habilidades comunicativas}$	0.8	0.8	0.4	0.8
$g_3 = \text{pensamiento conceptual}$	1.0	0.6	0.8	0.6
$g_4 = \text{responsabilidad}$	0.5	0.7	0.8	0.9

Tabla 2.33: Valor de adecuación de las personas a las competencias técnicas

$F_t(p, t)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$
$t_1 = \text{categoría docente}$	0.6	0.2	0.8	0.4
$t_2 = \text{grado científico}$	0.8	0.8	0.4	0.4
$t_3 = \text{años experiencia}$	1.0	0.4	0.4	0.6
$t_4 = \text{trabajo docente}$	0.6	0.6	0.4	0.3
$t_5 = \text{trabajo metodológico}$	0.6	0.8	0.3	0.8
$t_6 = \text{trabajo investigativo}$	0.8	0.7	0.5	0.6

#### 2.2.4. Transformación de los datos

En esta sección se propone un método para a partir de los datos almacenados en el sistema de gestión PANDORA identificar cuáles tributan al modelo descrito en la sección anterior. Las Figuras 2.2 y 2.3 son algunas capturas de pantalla del sitio funcionando, y de la información que en él se gestiona. En la Figura 2.2 se hace referencia a los datos generales de los profesores, como el departamento al que pertenecen, la categoría docente, científica, entre otros. En la Figura 2.3 se observa la carga docente acumulada de los profesores, en un año, específicamente en un semestre, expresadas en horas.

PERSONAL DEL DEPARTAMENTO SELECCIONADO

IdPerson	Ci	Nombre	Cat.Docente	Cat.Cientifica
4212	83040202588	BISLANDRY VEJO PAULA	Instructor	
4218	82012908842	DAVID PAREDES MIRANDA	Instructor	master
4221	86011105201	EDUARDO SÁNCHEZ ANSOLA	Instructor	
4200	79022506142	ERNESTO GUEVARA MARTINEZ	Profesor Auxiliar	master
4194	47103002324	EXIQUIO C LEYVA PEREZ	Profesor Titular	doctor
4198	79020119630	ILIANA ALCAIDE RODRIGUEZ	Asistente	
4196	70081104524	JOAQUIN D. PINA AMARGOS	Profesor Titular	doctor
4222	86062224105	LEANDRO ZAMBRANO MENDEZ	Instructor	
4689	84081509304	LESTER GUERRA DENIS	Asistente	
4201	80061614573	MAILYN MORENO ESPINO	Profesor Titular	doctor
4217	84031007700	MANUEL DE LA IGLESIA CAMPOS	Asistente	master
4195	45080900601	MIGUEL A. GARAY GARCELL	Profesor Titular	doctor
5582	91011139059	NAYMA CEPERO PEREZ	Instructor	master
4223	87070417478	PERLA BEATRIZ FERNANDEZ OLIVA	Instructor	
4197	72050901014	RAISA SOCORRO LLANES	Profesor Auxiliar	master
4192	50112500546	ROGELIO LAU FERNANDEZ	Profesor Titular	doctor
4236	88072906244	WENNY HOJAS MAZO	Instructor Recién Graduado	
4207	82110408986	YASSER LEONARDO BARDAJÍ LOPEZ	Instructor	

Figura 2.2: Información general de los profesores ofrecida por el sistema PANDORA

**Reporte de Carga docente por profesor**

Año

Semestre

Carga docente de los profesores del departamento

Profesor	Horas(CRD)
BISLANDRY VEJO PAULA	124
DAVID PAREDES MIRANDA	98
EDUARDO SÁNCHEZ ANSOLA	110
ERNESTO GIL ARANGUREN	42
ERNESTO GUEVARA MARTINEZ	96
JOAQUIN D. PINA AMARGOS	150
JORDAN RAMOS PILOTO	64
JOSE ALEJANDRO GUERRA DENIS	114
LEANDRO ZAMBRANO MENDEZ	42

Figura 2.3: Carga docente

Además de los datos mostrados anteriormente, se almacenan los años de experiencia y la evaluación anual del profesor. Esta evaluación incluye seis dimensiones: docente, metodológico, investigación, superación, extensión universitaria y política. En dependencia de las evaluaciones en estas dimensiones se le otorga al profesor una evaluación

general a criterio del jefe de departamento. Los resultados de las evaluaciones se expresan en cuatro categorías: Excelente, Bien, Regular, Mal y No Evaluar.

En la Tabla 2.34 se muestra el proceso de normalización de los datos. Para esto, es necesario otorgar valores numéricos a las categorías docentes, científicas y a las evaluaciones (tanto anual como general).

Tabla 2.34: Normalización de los datos

	<b>Categorías</b>	<b>Puntuación</b>
<b>Categoría Docente</b>	Profesor titular	1.0
	Profesor Auxiliar	0.8
	Asistente	0.6
	Instructor	0.4
	Instructor recién graduado	0.2
<b>Categoría Científica</b>	Doctor en Ciencias(DrC.)	1.0
	Máster en Ciencias (MsC.)	0.5
	Ninguna	0.0
<b>Evaluación</b>	Excelente	1.0
	Bien	0.8
	Regular	0.6
	Mal	0.4
	No Evaluación	0.0

Se propone entonces, a partir de lo planteado en la la Tabla 2.34, las siguientes formulaciones para el cálculo de las competencias técnicas establecidas en las sección 2.2.1:

$$t_1 = c_d \quad (2.6)$$

$$t_2 = c_c \quad (2.7)$$

$$t_3 = \frac{A_i}{T} \quad (2.8)$$

$$t_4 = e_d \quad (2.9)$$

$$t_5 = e_m \quad (2.10)$$

$$t_6 = e_i \quad (2.11)$$

Donde:

- (2.6)  $c_d$  corresponde al valor de la categoría docente normalizado.
- (2.7)  $c_c$  corresponde al valor de la categoría científica normalizado.
- (2.8)  $A_i$  años de experiencia del profesor y  $T$  es una constante que sería en máximo número de años de experiencia que puede tener una persona.
- (2.9)  $e_d$  es el valor normalizado de la evaluación docente.
- (2.10)  $e_m$  es el valor normalizado de la evaluación metodológica.
- (2.11)  $e_i$  es el valor normalizado de la evaluación investigativa.

Además se propone para calcular el grado de preferencia hacia los roles la siguiente fórmula:

$$P_i = \begin{cases} \frac{E_i}{10} & \text{si } E_i < 10 \\ 1,0 & \text{si } E_i \geq 10 \end{cases} \quad (2.12)$$

Donde:

- $P_i$  el valor de preferencia de la personas por el rol  $i$ .
- $E_i$  años de experiencia del profesor en el rol  $i$ .

Para probar las formulaciones planteadas anteriormente, se utilizarán datos ficticios. En las Tablas 2.35 y 2.36 se muestra la información necesaria de los profesores. Utilizando el modelo planteado, se obtienen los resultados de la Tabla 2.37 para las competencias técnicas. La Tabla 2.38 visualiza los años de experiencia de cada profesor impartiendo cada tipo de clases, mientras que la Tabla 2.39 refleja la preferencia de los profesores por cada tipo de clases.



Tabla 2.35: Datos de los profesores

Profesor(a)	Categoría Docente	Categoría Científica	Años experiencia
Raisa Socorro	Profesora Auxiliar	Doctor	24
Joaquín Pina	Profesor Titular	Doctor	25
Alejandro Rosete	Profesor Titular	Doctor	25

Tabla 2.36: Evaluación de los profesores

Profesor(a)	Trabajo docente	Trabajo metodológico	Trabajo investigativo
Raisa Socorro	Excelente	Excelente	Bien
Joaquín Pina	Excelente	Bien	Bien
Alejandro Rosete	Excelente	Excelente	Excelente

Tabla 2.37: Resultado de la transformación de las competencias técnicas de los profesores

Competencias técnicas	Raisa Socorro	Joaquín Pina	Alejandro Rosete
$t_1 = \text{categoría docente}$	0.8	1.0	1.0
$t_2 = \text{grado científico}$	1.0	1.0	1.0
$t_4 = \text{trabajo docente}$	1.0	1.0	1.0
$t_5 = \text{trabajo metodológico}$	1.0	0.8	1.0
$t_6 = \text{trabajo investigativo}$	0.8	0.8	1.0

Tabla 2.38: Años de experiencia de los profesores

Profesor(a)	C	CP	S	L	T	JA
Raisa Socorro	20	10	2	0	2	4
Joaquín Pina	20	15	12	10	2	5
Alejandro Rosete	19	14	7	0	1	10

A continuación se explica, cómo se pueden calcular las preferencias de las profesores por los roles utilizando la fórmula 2.12 y los datos de los profesores presentados en las

Tablas 2.35 y 2.38. Por ejemplo, en el caso del profesor Joaquín Pina (resaltados en gris sus datos en dichas tablas), al tener diez años de experiencia o más en los roles: C, CP, S, y L, el grado de preferencia por cada uno de ellos es el mismo: 1.0. Sin embargo, su experiencia en los roles T y JA es menor de diez años, por lo que al normalizarlos, se obtienen los valores para el grado de preferencia para estos roles de 0,2 y 0,5. En la Tabla 2.39 se muestran los resultados para todos los profesores cuyos datos están disponibles en las Tablas 2.35 y 2.38.

Tabla 2.39: Transformación de los años de experiencia a la preferencia de los profesores por los roles

Profesor(a)	C	CP	S	L	T	JA
Raisa Socorro	1.0	1.0	0.2	0.2	0.2	0.4
Joaquín Pina	1.0	1.0	1.0	1.0	0.2	0.5
Alejandro Rosete	1.0	1.0	0.7	0.0	0.1	1.0

## 2.3. Limitaciones de la herramienta TEAMSOF<sup>T+</sup> para la solución de los problemas de conformación de equipos de béisbol y docentes

Es necesario comprobar que la herramienta TEAMSOF<sup>T+</sup> permite la conformación de los equipos de béisbol y docentes siguiendo las adaptaciones propuestas para ambos problemas. En esta sección se le realizan algunas pruebas a la herramienta para comprobar su funcionamiento ante ambos problemas.

Los Casos de Pruebas (CP) se realizaron con las tablas de la base de datos correspondientes a las competencias y roles vacías. Esto persigue como objetivo de simular la creación desde cero de los problemas. Como se observa en la Tabla 2.40, en los primeros CP se cumple lo esperado. Mientras que en el CP5, al momento que se intenta crear una nueva estructura, se presenta un error.

Tabla 2.40: Prueba de humo crear proyecto sin rol Jefe de Proyecto

ID	Escenario	Pasos	Información de entrada	Resultado esperado	Resultado actual
CP1	Introducir roles sin que el nombre de ninguno sea Jefe de Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducir nombre</li> <li>2. Introducir descripción</li> <li>3. Establecer impacto</li> <li>4. Establecer competencias</li> <li>5. Establecer incompatibilidades</li> </ol>	<i>Primera Base</i>	El rol debe insertarse sin problemas	Se cumple lo esperado
CP2	Introducir roles sin que el nombre de ninguno sea Jefe de Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducir nombre</li> <li>2. Introducir descripción</li> <li>3. Establecer impacto</li> <li>4. Establecer competencias</li> <li>5. Establecer incompatibilidades</li> </ol>	<i>Segunda Base</i>	El rol debe insertarse sin problemas	Se cumple lo esperado
CP3	Introducir roles sin que el nombre de ninguno sea Jefe de Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducir nombre</li> <li>2. Introducir descripción</li> <li>3. Establecer impacto</li> <li>4. Establecer competencias</li> <li>5. Establecer incompatibilidades</li> </ol>	<i>Capitán</i>	El rol debe insertarse sin problemas	Se cumple lo esperado
CP4	Crear Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abrir menú problema</li> <li>2. Introducir nombre</li> <li>3. Establecer fecha</li> <li>4. Seleccionar entidad</li> <li>5. Seleccionar provincia</li> </ol>	<i>Nuevo Problema</i>	Debe continuar con el proceso de creación	Se cumple lo esperado
CP5	Crear estructura del proyecto	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducir nombre nuevo</li> <li>2. Seleccionar roles</li> <li>3. Establecer cantidad de trabajadores</li> <li>4. Click en: Siguiente</li> </ol>	<i>Nueva estructura</i>	Mostrar mensaje creación de la estructura	Se muestra mensaje de error, informando que no hay un jefe de Proyecto entre los roles seleccionados

Los CP que se muestran en la Tabla 2.41 se realizaron utilizando los datos que se entraron en los CP1 y CP2 mostrados en la Tabla 2.40. En este caso, queda claro que resulta necesario para crear una estructura, que exista un rol con el nombre *Jefe de Proyecto* (ver Figura 2.4).

Tabla 2.41: Prueba de humo crear proyecto con rol Jefe de Proyecto

ID	Escenario	Pasos	Información de entrada	Resultado esperado	Resultado actual
CP6	Introducir rol con nombre Jefe de Proyecto	1. Introducir nombre 2. Introducir descripción 3. Establecer impacto 4. Establecer competencias 5. Establecer incompatibilidades	<i>Jefe de Proyecto</i>	El rol debe insertarse sin problemas	Se cumple lo esperado
CP7	Crear Proyecto	1. Abrir menú problema 2. Introducir nombre 3. Establecer fecha 4. Seleccionar entidad 5. Seleccionar provincia	<i>Nuevo Problema</i>	Debe continuar con el proceso de creación	Se cumple lo esperado
CP8	Crear estructura del proyecto con el rol Jefe de Proyecto incluido	1. Introducir nombre nuevo 2. Seleccionar roles 3. Establecer cantidad de trabajadores 4. Click en: Siguiente	<i>Nueva estructura</i>	La estructura se debe crear correctamente	Se cumple lo esperado

Crear Proyectos Homogéneos

1. Datos generales del proyecto

2. Estructura del equipo

3. Competencias técnicas

4. Verificar datos

Nombre de la Estructura:

sadasda

Roles

-Select one-

Carga del Rol

-Select one-

Cantidad Trabajadores

0

Agregar Rol

Estructura del Equipo

<input type="checkbox"/> Roles	Cantidad Trabajadores	Carga del Rol
<input type="checkbox"/> Primera Base	3	0.75->Alta
<input type="checkbox"/> Segunda Base	3	0.75->Alta
<input type="checkbox"/> Tercera Base	3	0.75->Alta

Remove Selected

Anterior

Siguiente

Debe asignar un jefe de proyecto.

Figura 2.4: Error al crear estructura sin Jefe de Proyecto

Confirmando lo que muestran los CP realizados, en la Figura 2.5 se muestran algunas de las apariciones de la cadena *Jefe de Proyecto* en el código fuente de la herramienta.

```

14: * RESTRICCIÓN PARA LA SELECCIÓN DEL JEFE DE PROYECTO Verificar que la persona [column 38]
16: * fin si el rol es jefe de proyecto ) [column 21]
40: if (rolePerson.getRole().getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto")) { //si el rol actual es Jefe de Proyecto [column 74]
40: if (rolePerson.getRole().getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto")) { //si el rol actual es Jefe de Proyecto [column 118]
57: if (rol.getRolesFk().getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto")) { //si desempeña el rol Jefe de Proyecto [column 82]
57: if (rol.getRolesFk().getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto")) { //si desempeña el rol Jefe de Proyecto [column 127]

IsWorkerAssigned.java
15: * Que si ya es jefe de proyecto no pueda jugar ningun otro rol en la solucion [column 17]
47: if (!roleWorker.getRole().getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto")) { // si el rol actual no es jefe de proyecto [column 75]
47: if (!roleWorker.getRole().getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto")) { // si el rol actual no es jefe de proyecto [column 123]
66: while (l < people.size() && meet) { //para cada persona en un rol DISTINTO del rol Jefe de Proyecto [column 93]
73: if (roles.get(m).getRolesFk().getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto") && roles.get(m).getStatus().equalsIgnoreCase("ACTIVE")) .
74: meet = false; // falla la retriccion porque un Jefe de Proyecto esta desarrollando (propuesto para desarrollar) otro rol [column 68]
  
```

Figura 2.5: Apariciones del texto *Jefe de Proyecto*

Específicamente para validar que una estructura sea válida, se verifica que en esta exista un rol con el nombre *Jefe de Proyecto*. La Figura 2.6 muestra lo planteado.

```

public boolean validateProjectBoss() {
    int i = 0;
    boolean find = false;
    while (i < persistentRoles.size() && !find) {
        if (persistentRoles.get(i).getRoleFk().getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto")) {
            find = true;
        } else {
            i++;
        }
    }
    return find;
}

```

Figura 2.6: Código utilizado para validar los roles asignados al proyecto

## 2.4. Conclusiones parciales

Con la culminación de este capítulo, se arribaron a las siguientes conclusiones:

1. Es posible aplicar el modelo de conformación de equipos de proyecto para formar equipos docentes y de béisbol. Aunque no se tuvieron en cuenta los roles de Belbin ni los tipos psicológicos de las personas.
2. La herramienta TEAMSOF<sup>+</sup> presenta algunos problemas para adaptar a los problemas de béisbol y docencia.
3. Es necesario desarrollar una funcionalidad que permita aplicando fórmulas definidas, importar los datos de las fuentes adecuadas.

## Capítulo 3

### Nombre del Capítulo 3

Este capítulo tiene como objetivo, describir la propuesta para la transformación de los datos existentes en bases de datos conocidas, en datos que se gestionan en la herramienta TEAMSOFT<sup>+</sup>. Para lograr esto, se muestran los artefactos de ingeniería de software necesarios, para entender su funcionamiento, como son: diagrama de casos de uso del sistema, requisitos funcionales y no funcionales. Para finalizar el capítulo se describe la validación de la funcionalidad presentada. Para esto, se realiza un mapeo entre las tablas de la base de datos utilizadas en dicho sistema, y las tablas que utiliza TEAMSOFT<sup>+</sup>.

# Referencias bibliográficas

- [1] A. D. Enríquez, “Nueva versión de la herramienta teamsoft+ para la formación de múltiples equipos de desarrollo de software,” candthesis, Universidad Tecnológica de La Habana, Jun. 2019.
- [2] M. A. Ampuero, “Un modelo para la asignación de recursos humanos a equipos de proyectos de software,” Ph.D. dissertation, Universidad Tecnológica de La Habana, José Antonio Echeverría, 2009.
- [3] A. L. Infante Abreu, M. André Ampuero, A. Rosete Suárez, and L. Rampersaud, “Conformación de equipos de proyectos de software aplicando algoritmos metaheurísticos de trayectoria multiobjetivo,” *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, vol. 17, no. 54, pp. 1–16, 2014.
- [4] A. L. Infante Abreu, D. Hernández, M. André Ampuero, A. Rosete Suárez, J. Fajardo Calderín, and K. Escalera Fariña, “Solución al problema de conformación de equipos de proyectos de software utilizando la biblioteca de clases biciam,” *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 9, pp. 126–140, 2015.
- [5] R. E. Smith and D. S. Christensen, “Psychological skills as predictors of performance and survival in professional baseball,” *Journal of Sport & Exercise Psychology*, vol. 17, pp. 399–515, 1995.
- [6] M. V. Polyashuk, “Some solutions for baseball manager’s problems: Choosing a set of starters in their fielding positions,” Northeastern Illinois University, Tech. Rep., 2015.
- [7] P. K. Sugrue and A. Mehrotra, “An optimisation model to determine batting order in baseball,” *Int. J. Operational Research*, vol. Vol. 2, no. No.1, 2007.



- [8] MES, “Resolución no.2 reglamento de trabajo docente y metodológico,” 2018, <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/resolucion-2-de-2018-de-ministerio-de-educacion-superior>.
- [9] O. C. Bosquez, J. H. Torruco, B. H. Ocana, and J. C. Reich, “Modeling and solving a latin american university course timetabling problem instance,” *MDPI*, 2020.
- [10] B. Domenech and A. L. García, “A milp model for the teacher assignment problem considering teachers preferences,” Department of Management (DOE); Institute of Industrial and Control Engineering (IOC) Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Av. Diagonal 647 – floor 11, 08029, Barcelona (Spain), techreport, 2014.
- [11] DISERTIC and VRIC, “Sistema de planificación de planes de resultados,” <http://www.pandora.cujae.edu.cu>, Universidad Tecnológica de La Habana, software 2.0, 2020.
- [12] INDER, “Sitio oficial de la serie nacional de béisbol,” <http://www.beisbolcubano.cu>, 2020.
- [13] P. M. Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Project Management Institute Inc., 2020.
- [14] W. Humphrey, “Introduction to the team software process,” in *SEI Series in Software Engineering*. Addison-Wesley, 2000.
- [15] I. Jacobson, G. Booch, and J. Rumbaugh, *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. Addison Wesley Iberoamericana, 2000.
- [16] R. Boyatzis, *The Competent Manager: A Model for Effective Performance*. Wileyand Sons, 1982.
- [17] A. Argüelles and N. Editors, *Competencia Laboral y Educación basada en normas de Competencia*. Limusa, 2000.
- [18] I. Briggs, L. Kirby, and K. Myers, *Introduction Type (MBTI). Una guía para entender los resultados de su evaluación Myers-Briggs Type Indicador*, 6th ed. Consulting Psychologist Press, 2004.

- [19] T. Varvel, S. Adams, S. Pridie, and B. Ruiz, "Team effectiveness and individual myers-briggs personality dimensions," *Journal of Management in Engineering*, vol. 20, no. 4, pp. 141–146, 2004.
- [20] L. Carpetz, "Personality type in software engineering," *International Journal of Computer Studies*, vol. 58, no. 2, pp. 207–214, 2003.
- [21] Standish Group, "Chaos report worse project failure in decade," Standish Group, Tech. Rep., 2020.
- [22] K. El Emam and A. G. Koru, "A replicated survey of it software project failures," *IEEE software*, vol. 25, no. 5, pp. 84–90, 2008.
- [23] A. Anagnostopoulos, L. Becchetti, C. Castillo, A. Gionis, and S. Leonardi, "Power in unity: Forming teams in large-scale community systems," in *International Conference on Information and Knowledge Management*, 2010, pp. 599–608.
- [24] A. E. Akgün, "Team wisdom in software development projects and its impact on project performance," *International Journal of Information Management*, vol. 50, pp. 228–243, 2020.
- [25] R. Álvarez-Valedés, F. Parreño, and J. M. Tamarit, "A tabu search algorithm for assigning teachers to courses," *Sociedad de Estadística e Investigación Operativa*, vol. 10, no. 2, pp. 239–259, 2002.
- [26] S. Pociask, D. Gross, and M.-Y. Shih, "Does team formation impact student performance, effort and attitudes in a college course employing collaborative learning?" *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, vol. 17, no. 3, pp. 19–33, 2017.
- [27] J. Kittur and M. Salunke, "Mixed learning styles: A strategy for team formation," *Journal of Engineering Education Transformations*, vol. 33, pp. 434–441, 2020.
- [28] R. M. Felder and B. A. Soloman, "Index of learning styles questionnaire," 2020. [Online]. Available: <https://www.webtools.ncsu.edu/learningstyles/>
- [29] S. M. A. Burney, N. Mahmood, K. Rizwan, and U. Amjad, "A generic approach for team selection in multiplayer games using genetic algorithm," *International Journal of Computer Applications*, vol. 40, no. 17, Feb. 2012.

- [30] W. Cooper, J. L. Ruiz, and I. Sirvent, "Selecting non-zero weights to evaluate effectiveness of basketballplayers with dea," *European Journal of Operational Research*, vol. 195, pp. 563–574, 2009.
- [31] E. Alhazmi, S. Horawalavithana, J. Skvoretz, J. Blackburn, and A. Iamnitchi, "An empirical study on team formation in online games," in *Proceedings of the 2017 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining 2017*, 2017, pp. 431–438.
- [32] Z. Jiawei, Y. P. S, and L. Yuanhua, "Enterprise employee training via project team formation," in *Proceedings of the Tenth ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, 2017, pp. 3–12.
- [33] INEFI, "Béisbol," <https://inefi.gob.do/beisbol>, Dec. 2020, [Online; accessed 23. Dic. 2020].
- [34] Danny, "The Skills Needed To Become A Good Baseball Player - InningAce," <https://inningace.com/tips/skills-needed-become-good-baseball-player>, Oct. 2020, [Online; accessed 9. Nov. 2020].
- [35] S. Silverman, "Basic fundamentals of baseball," <https://www.sportsrec.com/272178-basic-fundamentals-of-baseball.html>, Jul. 2011.
- [36] MES, "Resolución no. 85 reglamento de categorías docentes," 2016, <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/resolucion-85-de-2016-de-ministerio-de-educacion-superior>.
- [37] E. S. Ansola, "Entrevista sobre el sistema de gestión pandora," Nov. 2020.