

**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 para optar por el título de Ingeniero Informático

Autor:

Joaquín A. Pina Socorro

Tutores:

Dr. C. Alejandro Rosete Suárez

Dr. C. Margarita André Ampuero

MSc. Ana Lilian Infante Abreu

La Habana, Octubre 2021

## Declaración de autoría

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo a la Facultad de Ingeniería Informática de la Universidad Tecnológica de la Habana para que haga el uso que estime pertinente de este trabajo. Para que así conste, firmo la presente el 14 de octubre del año 2021.



Joaquín A. Pina Socorro

(Nombre y Apellidos del Diplomante)

Dr. C. Alejandro Rosete Suárez

(Nombres y apellidos del Tutor 1)

Dr. C. Margarita André Ampuero

(Nombres y apellidos del Tutor 2)

MSc. Ana Lilian Infante Abreu

(Nombres y apellidos del Tutor 3)

*“If I have seen farther than others, it is because I was standing on the shoulders of  
giants.”*

*Sir Isaac Newton*

# Agradecimientos

A Rosete, Mayi y Anita, mis tutores, por su exigencia constante y paciencia infinita.

A mi mamá, por ser la brújula que me indica el camino correcto.

A mi papá, por poner los “recursos”.

A mi hermana, por apagarme la luz cuando más la necesitaba.

A todos los profesores de la facultad, por poner su granito de arena en mi formación.

A mi familia en general, por (pre)ocuparse siempre.

A Lorena, por siempre estar y entender.

A Ale, por ser el promotor de las interrupciones.

A Juan, el Bola, Carlos y Zucelys, por tantos momentos inolvidables.

# 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 los equipos, roles y personas disponibles. 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 formación 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, la cual se denomina TEAMSOF<sup>T</sup>+. Aunque el modelo fue concebido inicialmente para formar equipos de software, es configurable, debido a que pueden definirse las competencias y los roles a desempeñar, por lo que se presume que puede ser utilizado en otros contextos.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la pertinencia de aplicar el modelo y la herramienta para formar equipos de software, en la formación de equipos de béisbol y de profesores para impartir docencia e, identificar e implementar los cambios necesarios para poder lograrlo. Como resultado del trabajo se incorpora a la herramienta la funcionalidad de importar los datos reales de las personas y, transformarlas en datos gestionables.

**Palabras claves:** formación de equipos, equipos de béisbol, equipos de de profesores para impartir 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 between the available teams, roles and people. 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 software team formation is reflected. This model takes into account individual and collective factors that use the formation of the team as a whole. In addition, a tool that supports the proposed model is proposed, which is called TEAMSOF<sup>T</sup>+. Although the model was conceived before forming software teams, it is configurable, since it can define the competencies and roles to be played, so it is presumed that it can be used in other contexts.

The objective of this work is to evaluate the relevance of applying the model and the tool to form software teams, in the formation of baseball teams and teachers to teach, and identify and implement the changes necessary to achieve it. As a result of the work, the function of importing the real data of the people and transforming it into manageable data is incorporated into the tool.

**Key words:** team building, baseball teams, teacher teams to teach, optimization.

# Índice general

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1. Marco teórico referencial de la investigación</b>	<b>5</b>
1.1. Elementos básicos asociados a la formación de equipos en diferentes ámbitos	5
1.1.1. Conceptos fundamentales . . . . .	6
1.1.2. Investigaciones relacionadas con equipos de proyectos de software .	7
1.1.3. Investigaciones relacionadas con la formación de equipos docentes .	8
1.1.4. Investigaciones relacionadas con la formación de equipos deportivos	10
1.1.5. Investigaciones relacionadas con la formación de equipos en diferen- tes áreas . . . . .	11
1.2. Modelo de formación de múltiples equipos. Análisis de los factores conside- rados y de la herramienta que le brinda soporte. . . . .	12
1.2.1. Modelo de formación de múltiples equipos . . . . .	12
1.2.2. Ejemplo simple para el problema de formación de equipos de desa- rrollo de software utilizando el modelo usado en TEAMSOFT <sup>+</sup> . . .	15
1.2.3. Caracterización de la herramienta TEAMSOFT <sup>+</sup> . . . . .	21
1.3. Descripción del problema del béisbol . . . . .	27
1.4. Descripción del problema de formación de equipos docentes . . . . .	29
1.5. Conclusiones parciales . . . . .	31
<b>2. Factibilidad de aplicar TEAMSOFT<sup>+</sup> en equipos docentes y de béisbol</b>	<b>32</b>
2.1. Ejemplo simple para el problema de formación de equipos de béisbol . . . .	32
2.1.1. Conjuntos que intervienen en la modelación . . . . .	33
2.1.2. Elementos generales . . . . .	34
2.1.3. Elementos específicos . . . . .	36
2.1.4. Transformación de los datos . . . . .	39

2.2.	Ejemplo simple para el problema de formación 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.	Diseño de la solución propuesta . . . . .	57
2.3.1.	Proceso propuesto para importar datos desde la herramienta TEAMSOFT <sup>+</sup>	57
2.3.2.	Descripción del diseño de la solución propuesta . . . . .	60
2.4.	Conclusiones parciales . . . . .	71
<b>3.</b>	<b>Validación de la solución</b>	<b>73</b>
3.1.	Importación de los datos de los docentes . . . . .	73
3.2.	Importación de los datos de béisbol . . . . .	75
3.3.	Limitaciones de la herramienta TEAMSOFT <sup>+</sup> para la solución de los problemas de formación de equipos de béisbol y docentes . . . . .	77
3.4.	Generación de soluciones en los problemas de docencia y béisbol . . . . .	81
3.4.1.	Solución al problema de docencia . . . . .	82
3.4.2.	Solución al problema de béisbol . . . . .	86
3.5.	Conclusiones . . . . .	91
	<b>Conclusiones</b>	<b>96</b>
	<b>Recomendaciones</b>	<b>96</b>
	<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>96</b>
	<b>Anexo</b>	<b>99</b>
A.	Ejemplo de fichero para la importación de datos	100
B.	Pantalla de seleccionar el fichero y establecer grupo	102
C.	Pantalla mapeo datos de las personas	104
D.	Pantalla configuración competencias	105
E.	Pantalla verificar datos	108



F. Pantalla mensaje información	110
G. Pantalla lista de personas importadas	111
H. Pantalla competencias genéricas de una persona	113
I. Pantalla competencias técnicas de una persona	115
J. Pantalla preferencia por los roles de una persona	117
K. Pantalla de configuración de la importación	119
L. Configuración de las competencias requeridas en los proyectos	120
M. Nivel de las personas en las competencias	122
N. Preferencia de las personas por los roles	124
Ñ. Configuración de un proyecto de béisbol	126
O. Diagrama físico de la base de datos	129
P. Solución de los problemas	130

# Índice de tablas

1.1. Mínimos de las competencias genéricas para los roles . . . . .	16
1.2. Mínimos de las competencias técnicas para jugar roles en proyecto $y_1$ . . .	16
1.3. Mínimos de las competencias técnicas para jugar roles en equipo $y_2$ . . . .	17
1.4. Roles necesarios por equipo . . . . .	17
1.5. Cantidad de personas necesarias en el rol $r$ por cada equipo . . . . .	17
1.6. Incompatibilidades entre personas . . . . .	18
1.7. Incompatibilidades entre roles en el proyecto $y_1$ . . . . .	18
1.8. Incompatibilidades entre roles en el proyecto $y_2$ . . . . .	18
1.9. Carga de trabajo de las personas . . . . .	18
1.10. Tiempo necesario para jugar un rol en un equipo . . . . .	18
1.11. Preferencias de las personas por los roles . . . . .	19
1.12. Preferencias de las personas por los roles de Belbin . . . . .	19
1.13. Grado de adecuación a los tipos psicológicos . . . . .	20
1.14. Valor de las personas en las competencias genéricas . . . . .	20
1.15. Valor de las personas en las competencias técnicas . . . . .	20
1.16. Tipos de roles . . . . .	27
2.1. Tipos de roles . . . . .	33
2.2. Valores mínimos de las competencias genéricas para cada rol defensivo . . .	34
2.3. Valores mínimos de las competencias genéricas para cada rol ofensivo . . .	34
2.4. Valores mínimos de las competencias técnicas para cada rol defensivo en el equipo $y_1$ . . . . .	35
2.5. Valores mínimos de las competencias técnicas para cada rol ofensivo en el equipo $y_1$ . . . . .	35
2.6. Cantidad máxima de roles por persona a jugar en un equipo de béisbol . .	35
2.7. Incompatibilidades entre roles . . . . .	36
2.8. Incompatibilidades entre personas del equipo <i>Industriales</i> . . . . .	37

2.9. Preferencias de las personas por los roles defensivos . . . . .	37
2.10. Preferencias de las personas por los roles ofensivos . . . . .	38
2.11. Nivel de las personas en las competencias genéricas . . . . .	38
2.12. Nivel 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. Nivel de las competencias técnicas de los jugadores calculado a partir de los indicadores . . . . .	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. Nivel mínimo requerido 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. Carga que implica desempeñar 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 . . . . .	51
2.32. Nivel que poseen las personas en las competencias genéricas . . . . .	52
2.33. Nivel que poseen las personas en 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. Especificaciones del fichero a importar . . . . .	58
2.41. Descripción de alto nivel del CU Importar Persona . . . . .	61
2.42. Descripción de alto nivel del CU Asociar atributos de las personas . . . . .	61
2.43. Descripción de alto nivel del CU Asociar atributos de las competencias . . . . .	62
2.44. Descripción de alto nivel del CU Configurar competencias . . . . .	62
2.45. Descripción de alto nivel del CU Configurar competencias . . . . .	62
2.46. Descripción de alto nivel del CU Asociar atributos de los roles . . . . .	63
2.47. Descripción de alto nivel del CU Importar roles . . . . .	63
2.48. Descripción de alto nivel del CU Gestionar personas . . . . .	63
2.49. Descripción de alto nivel del CU Seleccionar restricciones a considerar en la formación de (de los) equipo (s). . . . .	64
3.1. Descripción de los atributos que se manejan en el fichero docencia . . . . .	74
3.2. Mapeo atributos del fichero con las competencias . . . . .	74
3.3. Configuración del atributo cd . . . . .	75
3.4. Mapeo de atributos con los roles . . . . .	75
3.5. Mapeo de atributos del fichero con las competencias . . . . .	76
3.6. Configuración de la competencia <b>batear con hombres en base</b> . . . . .	76
3.7. Mapeo de los atributos por tipo de rol . . . . .	77
3.8. Prueba de humo crear equipo sin rol Jefe de equipo . . . . .	78
3.9. Prueba de humo crear proyecto con rol Jefe de Proyecto . . . . .	79
3.10. Niveles definidos para el cumplimiento de las competencias . . . . .	82
3.11. Nivel de los profesores por competencias: Trabajo docente (TD), Trabajo metodológico (TM), Trabajo investigativo (TI), Categoría docente (CD) y Grado científico (GC) . . . . .	83
3.12. Preferencia de las personas por los roles: Líder (L), Conferencia (C), Clase práctica (CP), Seminario (S), Laboratorio (LB) y Taller (T) . . . . .	83
3.13. Configuración de los roles para cada una de las asignaturas . . . . .	84
3.14. Resultado de la evaluación de los algoritmos: Escalador de colinas (EC), Es- calador de colinas con reinicio (ECR), Búsqueda aleatoria (BA) y Búsqueda Tabú (BT) en las FO . . . . .	85
3.15. Asignación con mejor puntuación por el algoritmo EC . . . . .	85
3.16. Asignación realizada por el jefe de departamento . . . . .	86

3.17. Nivel de los jugadores en las competencias: Batear con hombres en base (B), Fuerza de bateo (F), Precisión de tiro (P), Capacidad de embase (E) y Velocidad (V) . . . . .	87
3.18. Preferencia de los jugadores por los roles . . . . .	87
3.19. Resultado de la evaluación de los algoritmos: Escalador de colinas (EC), Escalador de colinas con reinicio (ECR) y Búsqueda aleatoria (BA) en las FO	90
3.20. Resultado de la asignación de la mejor solución encontrada para los roles defensivos . . . . .	90
3.21. Resultados de la asignación de la mejor solución encontrada para los roles ofensivos y la alineación realizada por el <i>manager</i> en la final con mayor coincidencia . . . . .	91
M.1. Nivel de los profesores por competencias: Trabajo docente (TD), Trabajo metodológico (TM), Trabajo investigativo (TI), Categoría docente (CD) y Grado científico (GC) . . . . .	122
M.2. Nivel de los jugadores en las competencias: Batear con hombres en base (B), Fuerza de bateo (F), Precisión de tiro (P), Capacidad de embase (E) y Velocidad (V) . . . . .	123
N.1. Preferencia de las personas por los roles: Líder (L), Conferencia (C), Clase práctica (CP), Seminario (S), Laboratorio (LB) y Taller (T) . . . . .	124
N.2. Preferencia de los jugadores por los roles . . . . .	125

# Índice de figuras

1.1. Diagrama de casos de uso del sistema . . . . .	22
1.2. Opciones de TEAMSOFT <sup>+</sup> . . . . .	23
1.3. Paso en el que se elige al Jefe del equipo . . . . .	24
1.4. Diagrama de clases de TEAMSOFT <sup>+</sup> . . . . .	26
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 de los profesores ofrecida por el sistema PANDORA . . . .	53
2.4. Diagrama de flujo para representar la importación de datos . . . . .	58
2.5. Ampliación de diagrama de CU . . . . .	60
2.6. Diagrama de estructuración en capas basado en reutilización . . . . .	64
2.7. Fragmento del Diagrama de clase de TEAMSOFT <sup>+</sup> para incorporar nuevas restricciones . . . . .	65
3.1. Error al crear estructura sin Jefe de Proyecto . . . . .	80
3.2. Apariciones del texto <i>Jefe de Proyecto</i> . . . . .	80
3.3. Código utilizado para validar la presencia del rol Jefe de Proyecto . . . . .	81
A.1. Fichero a importar para el contexto Formación de equipos de profesores para impartir docencia . . . . .	100
A.2. Fichero a importar para el contexto Formación de un equipo de béisbol . .	101
B.1. Pantalla cargar después de seleccionado el fichero y establecido el grupo (docencia) . . . . .	102
B.2. Pantalla cargar después de seleccionado el fichero y establecido el grupo (béisbol) . . . . .	103
C.1. Asociar atributos del fichero a las personas (común para los dos problemas)	104

D.1. Asociar peso a los valores del atributo cc (docencia) . . . . .	105
D.2. Asociar peso a los valores del atributo trabdoc (docencia) . . . . .	105
D.3. Asociar peso a los valores del atributo trabinv (docencia) . . . . .	106
D.4. Asociar peso a los valores del atributo cc (béisbol) . . . . .	106
D.5. Asociar peso a los valores del atributo trabdoc (béisbol) . . . . .	107
D.6. Asociar peso a los valores del atributo trabinv (béisbol) . . . . .	107
E.1. Pantalla verificación de los datos (docencia) . . . . .	108
E.2. Pantalla verificación de los datos (béisbol) . . . . .	109
F.1. Mensaje de información después de importar (docencia) . . . . .	110
F.2. Mensaje de información después de importar (béisbol) . . . . .	110
G.1. Listado de personas importadas (docencia) . . . . .	111
G.2. Listado de personas importadas (béisbol) . . . . .	112
H.1. Competencias genéricas de Milton (docencia) . . . . .	113
H.2. Competencias genéricas de Santoya (béisbol) . . . . .	114
I.1. Competencias técnicas de Milton (docencia) . . . . .	115
I.2. Competencias técnicas de Santoya (béisbol) . . . . .	116
J.1. Preferencia de Milton por los roles (docencia) . . . . .	117
J.2. Preferencia de Santoya por los roles (béisbol) . . . . .	118
K.1. Configuración de la importación . . . . .	119
L.1. Configuración de las competencias para todas las asignaturas . . . . .	120
L.2. Configuración de las competencias en los roles 1ra parte (béisbol) . . . . .	121
L.3. Configuración de las competencias en los roles 2da parte (béisbol) . . . . .	121
L.4. Configuración de las competencias en los roles 3ra parte (béisbol) . . . . .	121
Ñ.1. Trabajadores por rol y mínimo de competencias para desempeñar el rol . .	126
Ñ.2. Trabajadores por rol y mínimo de competencias para desempeñar el rol . .	127
Ñ.3. Trabajadores por rol y mínimo de competencias para desempeñar el rol . .	128
Ñ.4. Trabajadores por rol y mínimo de competencias para desempeñar el rol . .	128
O.1. Diagrama físico de la base de datos de TEAMSOFT <sup>+</sup> . . . . .	129

P.1. Captura de pantalla que muestra la solución al problema de la docencia . .	130
P.2. Captura de pantalla que muestra la solución al problema de béisbol . . . .	131



# 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 la cantidad de equipos, roles y personas disponibles [1]. 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 formar equipos capaces de desarrollar proyectos de software exitosos según [2] constituye un problema en el que interviene múltiples factores. Para resolver este problema es necesario tener en cuenta varios aspectos [3]:

- 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 [1], se define un modelo donde queda plasmada la información necesaria a gestionar para el problema de formación 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 [1] 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 en un contexto en que se requiera formar múltiples equipos, implicaría que los mismos se formen de uno en uno. Esto produce 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 [4]. El modelo toma en cuenta las cuatro funciones objetivos consideradas en [1] (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, maximizar la presencia de roles de Belbin, maximizar la diversidad de tipos psicológicos según el test de Myers-Briggs y maximizar el interés por trabajar en el equipo.

El béisbol, al ser un deporte de equipo, es un ejemplo clásico 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. Resulta entonces de gran interés la selección de los jugadores para formar un equipo que cumpla con las expectativas de la dirección del equipo y sus fanáticos. Para esto, el director del equipo 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 y, en base a este, realizar la asignación.

Otra situación en la que está presente la formación 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 resolver los problemas de formación de equipos de béisbol y de profesores para impartir docencia aplicando el modelo y la herramienta TEAMSOF<sup>T</sup><sup>+</sup> que le brinda soporte? Para responder al problema de investigación, se define el siguiente **objetivo general**: evaluar la pertinencia de aplicar el modelo y la herramienta TEAMSOF<sup>T</sup><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** respectivamente:

1. Identificar los factores a tomar en cuenta en la formación de equipos docentes y de béisbol.
  - 1.1 Analizar investigaciones relacionadas con el tema de la formación de equipos docentes y de béisbol.
  - 1.2 Evaluar los modelos propuestos en estos trabajos.
  - 1.3 Comparar los modelos correspondientes a los trabajos identificados.
2. Evaluar la pertinencia de aplicar el modelo soportado por TEAMSOF<sup>T</sup><sup>+</sup> para resolver los problemas de formación de equipos de béisbol y de profesores para impartir docencia.
  - 2.1 Estudio del modelo soportado por TEAMSOF<sup>T</sup><sup>+</sup>.

---

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

2.2 Representar mediante ejemplos estos problemas utilizando el modelo soportado por TEAMSOFT<sup>+</sup>.

3. Realizar las transformaciones necesarias para formar los equipos de béisbol y de profesores para impartir docencia utilizando TEAMSOFT<sup>+</sup>:

3.1 Incorporar una funcionalidad a la herramienta TEAMSOFT<sup>+</sup> que permita la obtención de características de las personas a partir de ficheros.

3.2 Evaluar la factibilidad de utilizar las restricciones, operadores y las estrategias de construcción de la solución inicial existentes en TEAMSOFT<sup>+</sup> para dar solución ambos problemas.

3.3 Incorporar nuevas restricciones, operadores y estrategias de construcción de la solución inicial para los problemas de béisbol y profesores para impartir docencia.

El aporte práctico de este trabajo consiste en el análisis de factibilidad de utilizar el modelo y la herramienta TEAMSOFT<sup>+</sup> para resolver el problema de formación de equipos en los contextos de béisbol y profesores para impartir docencia, así como implementar las funcionalidades requeridas para lograrlo.

El documento está estructurado en tres capítulos. En el Capítulo 1 se describe la información general que se gestiona en el modelo al que le brinda 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 la herramienta. Para terminar el capítulo, se explica la nueva funcionalidad, las nuevas estrategias de construcción de la solución inicial, operadores de mutación y restricciones propuestas. Por último, en el Capítulo 3, se realiza la validación de la funcionalidad a incorporar y se evalúa la solución a estos problemas a partir de las modificaciones realizadas.

# Capítulo 1

## Marco teórico referencial de la investigación

En el presente capítulo se muestran algunos de los principales problemas asociados a la formación 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 formación 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. Elementos básicos asociados a la formación de equipos en diferentes ámbitos

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 conceptos claves para el desarrollo de este trabajo.

### 1.1.1. Conceptos fundamentales

En [13] se plantea que un equipo 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 [14] 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 [1].

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 [15]. En este trabajo se distinguen dos tipos o familias de competencias [1, 16]:

- “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”.

A la hora de formar equipo no solo es necesario considerar las competencias de las personas sino sus características psicológicas. En este sentido se han aplicado un conjunto de test que brindan esta información, entre los cuales se encuentran: test de Myers-Briggs, test de Belbin y 16PF. El test de Myers-Briggs permite identificar el tipo psicológico de una persona entre 16 tipos posibles [17, 18]. El test de Belbin permite identificar la preferencia de las personas por desempeñar los nueve roles de equipo. Estos roles están divididos en tres categorías: Mentales (Cerebro, Monitor-Evaluador y Especialista), Acción (Impulsor, Implementador y Finalizador) y Sociales (Investigador de recursos, Cohesionador y coordinador). El test 16PF tiene como principal función estudiar y valorar los rasgos de personalidad a partir de diversos factores (dieciséis principales) [19].

### 1.1.2. Investigaciones relacionadas con equipos de proyectos de software

En 2020, el informe anual del *Standish Group*<sup>1</sup>[20] 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 [21]. Es por este motivo que muchos investigadores han dedicado gran parte de su trabajo en búsqueda de perfeccionar este proceso. Por ejemplo, en [1], 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 [1] 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). Como resultado, los primeros equipos serían muy buenos y los últimos, serían malos. Dado que en cada iteración se seleccionan los mejores candidatos disponibles, los equipos formados 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 funciones objetivos consideradas en [1] (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 [4].

En [22] se presenta un marco de trabajo (*framework*) para las tareas de asignación de

---

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

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 [23]. Sin embargo, en [23] se 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. Investigaciones relacionadas con la formación de equipos docentes

Otra situación en la que está presente la formación 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 [24], 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, se resuelve el problema de horarios resultante. Como resultado muestran que el procedimiento propuesto produce resultados similares o mejores que la asignación proporcionada por otros expertos. A partir de esto, se llega 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 formación 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. En la investigación propuesta en [25] los autores se proponen analizar si los diferentes métodos de formación 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 profesor, 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 formación 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 [26], 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 [27]. 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 presentaron un problema 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. Investigaciones relacionadas con la formación de equipos deportivos

La problemática de formación 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, República Checa e Italia [28]. Resulta entonces de gran interés que la selección de los jugadores para formar un equipo 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 formación 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 béisbol, [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. Investigaciones relacionadas con la formación 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 comprender 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, ya sea por edad, sexo, creencias, educación o estrato social) y las competencias. Los autores recolectan los 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. Además, determinan 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

---

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

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.

En los diferentes contextos analizados, los modelos no son tan completos. Sin embargo, el modelo presentado en [4], 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 propuesto en [4]. Por ese motivo, se evaluará la pertinencia de utilizar el modelo de formación de equipos múltiples, 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 múltiples equipos.

## 1.2. Modelo de formación de múltiples equipos. Análisis de los factores considerados y de la herramienta que le brinda soporte.

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

### 1.2.1. Modelo de formación de múltiples equipos

En [4] se presenta una propuesta que permite modelar el problema de formación 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 equipos,  $y = 1..|Y|$
- $B$ : 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 equipo  $y$ .
- $K_{rp}(r, y) \in [0, 1]$  necesidad del rol  $r$  en el equipo  $y$  (1: el rol es necesitado en el equipo, 0: no se necesita).
- $K_{py}(p, y) \in N$  cantidad máxima de roles que puede cumplir la persona  $p$  en el equipo  $y$ .
- $K_p(r, y) \in N$  cantidad de personas necesarias en el rol  $r$  en el equipo  $y$ .
- $I_p(p, q) \in [0, 1]$  incompatibilidad entre las personas  $p$  y  $q$ .
- $I_r(r, u, y) \in \{0, 1\}$  incompatibilidad entre los roles  $r$  y  $u$  en el equipo  $y$  (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 equipo  $y$ .
- $D(p) \in [0, 1]$  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  $r$ .
- $F_y(p, y) \in [0, 1]$  preferencia de la persona  $p$  por el equipo  $y$ .
- $F_b(p, b) \in [0, 1]$  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 por el equipo asignado.
- 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.
- La persona que desarrolla el rol de Jefe de equipo debe tener como preferido los roles de Belbin: Impulsor o Coordinador.
- En el equipo al menos una persona tenga como preferido el rol de Belbin Cerebro.
- La persona que desarrolla el rol Jefe de equipo debe ser extrovertida y planificada (subtipo EJ) según el test de Myers Briggs.

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

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

## Conjuntos

- $P = \{p_1 = ana, p_2 = betty, p_3 = carlos, p_4 = dany\}$ : Conjunto de personas,  $p, q = 1..|P|$ ,  $|P| = 4$
- $T = \{t_1 = cpp, t_2 = prolog, t_3 = java\}$ : Conjunto de competencias técnicas,  $t = 1..|T|$ ,  $|T| = 3$
- $G = \{g_1 = liderazgo, g_2 = comunicación\}$ : Conjunto de competencias genéricas,  $g = 1..|G|$ ,  $|G| = 2$
- $R = \{r_1 = programador, r_2 = jefe\}$ : Conjunto de roles,  $r, u = 1..|R|$ ,  $|R| = 2$
- $Y = \{y_1, y_2\}$ : Conjunto de equipos,  $y = 1..|Y|$ ,  $|Y| = 2$
- $B = \{b_1 = ID, b_2 = CO, b_3 = IS, b_4 = CE, b_5 = IR, b_6 = ME, b_7 = CH, b_8 = FI, b_9 = ES\}$ : 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

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

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

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



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

$Q(t, r, y_2)$	$r_1 = \text{programador}$	$r_2 = \text{jefe}$
$t_1 = \text{cpp}$	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 equipo, en este caso, todos los roles en todos los equipos son necesarios. Como se había descrito en la Sección 1.2.1, es necesario definir la cantidad máxima de roles a jugar por persona, y la cantidad de personas que ocuparán los roles por cada equipo. Para este ejemplo, la cantidad máxima de roles que puede desempeñar una persona se establece en dos, mientras que la cantidad necesaria de personas por roles se refleja en la Tabla 1.5.

Tabla 1.4: Roles necesarios por equipo

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

Tabla 1.5: Cantidad de personas necesarias en el rol  $r$  por cada equipo

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

La Tabla 1.6 refleja la incompatibilidad entre todas las personas, esta relación no tiene que ser igual en los dos sentidos. Por ejemplo, la relación  $I(p_1, p_2) = 1.0$ , lo que implica que  $p_1$  es totalmente incompatible con  $p_2$ , pero no viceversa. Sin embargo, la relación de incompatibilidad entre los roles en los equipos, como las que se muestran en las Tablas 1.7 y 1.8, sí son en los dos sentidos. Por ejemplo, el rol  $r_1$  es incompatible con el rol  $r_2$  en el equipo  $y_2$ , por lo tanto el rol  $r_2$  es incompatible también con  $r_1$  en ese equipo.

Tabla 1.6: 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 1.7: Incompatibilidades entre roles en el proyecto  $y_1$ 

$I_r(r, u, y_1)$	$r_1 = programador$	$r_2 = jefe$
$r_1 = programador$	0	0
$r_2 = jefe$	0	0

Tabla 1.8: Incompatibilidades entre roles en el proyecto  $y_2$ 

$I_r(r, u, y_2)$	$r_1 = programador$	$r_2 = jefe$
$r_1 = programador$	0	1
$r_2 = jefe$	1	0

El tiempo es un factor importante en el problema de formación de equipos de software debido a que interviene en restricciones a tener en cuenta para solucionarlo. En las Tablas 1.9, 1.10 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 equipo.

Tabla 1.9: 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 1.10: Tiempo necesario para jugar un rol en un equipo

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

Las personas tienen un valor de preferencia o adecuación para los roles funcionales<sup>3</sup> y roles de Belbin. En el caso de los roles funcionales los valores se expresan en una escala de  $[0, 1]$ , donde uno es el valor de mayor preferencia y cero el de menor. Mientras que en los roles de Belbin, existe una jerarquía entre ellos, los posibles valores están ordenados ascendentemente del uno al nueve. Por ejemplo, en la Tabla 1.11,  $p_1$  prefiere al rol de programador antes que el de jefe, y en la Tabla 1.12,  $p_3$  prefiere el rol de Belbin  $b_3$  en mayor medida  $b_2$  y  $b_1$ .

Tabla 1.11: 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 1.12: Preferencias de las personas por los roles de Belbin

$F_b(p, r)$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	...	$b_9$
$p_1$	2	9	4	...	7
$p_2$	4	2	5	...	6
$p_3$	6	3	9	...	4
$p_4$	5	2	3	...	5

Después de aplicarle a las personas el test de Mayers-Briggs, es posible determinar su tipo psicológico. En la Tabla 1.13, se muestra para cada persona, el tipo psicológico resultante según el test de Myers-Briggs (uno indica que la persona pertenece a ese subtipo y cero que no). Por motivo de una mejor visualización de la tabla, se decide dejar 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 1.13: Grado de adecuación a los tipos psicológicos

$F_b(p, r)$	$E$	$S$	$T$	$J$
$p_1$	1	1	1	1
$p_2$	0	0	0	1
$p_3$	0	0	1	0
$p_4$	0	1	0	0

En las Tablas 1.14 y 1.15 se muestra el valor que tiene cada persona, en las competencias genéricas y técnicas, respectivamente. Por ejemplo, en la Tabla 1.14 se muestra como  $p_2$  es más comunicativo que  $p_3$ , mientras que  $p_3$  tiene mayor liderazgo que  $p_2$ .

Tabla 1.14: 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 1.15: 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>T</sup>+. En la siguiente sección se analizan algunos aspectos de su funcionamiento.

### 1.2.3. Caracterización de la herramienta TEAMSOFT<sup>+</sup>

TEAMSOFT<sup>+</sup> constituye un sistema para la toma de decisiones. Apoya a los directivos durante el proceso de formación de equipos, resaltando la asignación del jefe de equipo y la asignación/reasignación del equipo [1]. 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 múltiples equipos. Para esto, utiliza la biblioteca de clases BiCIAM<sup>4</sup>, desarrollada en la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE) como base para solucionar los problemas.

Como se observa en la Figura 1.1 existen cuatro actores 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 las personas (insertar, modificar y eliminar), esto incluye el registro y actualización de los niveles de competencias (tanto técnicas como genéricas, de las incompatibilidades conocidas entre las personas, de los roles de equipo preferidos y evitados por la persona y del tipo psicológico, medidos a través, medidas a través del test de Belbin y Myers-Briggs, respectivamente. También es el encargado de gestionar los roles de la organización, lo cual incluye definir las competencias genéricas para su adecuado desempeño, la carga de trabajo que implica desempeñarlo y las incompatibilidades con otros roles. Además, es el encargado de gestionar los indicadores de las personas como son: la provincia y el grupo al que pertenecen dentro de la estructura de su organización.
- Jefe de Equipo: Encargado de finalizar el proyecto, esto incluye actualizar 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.
- Formador de equipos: Es el encargado de gestionar los equipos que se desean formar, lo que implica definir los datos generales de los equipos, las competencias técnicas que requieren y su estructura. La estructura del equipo incluye los roles necesarios, la cantidad de personas requeridas para desempeñar cada rol, así como los niveles mínimos que se necesitan en cada competencia técnica requerida para desempeñar cada

---

<sup>4</sup>Biblioteca de clases que resuelve problemas de optimización utilizando metaheurísticas [33]

rol. Es responsable de cerrar el o los equipos, lo que implica evaluar el desempeño de cada jefe de equipo y evaluar el desempeño del equipo como un todo. También es responsable de formar equipos, para lo cual dispone de dos funcionalidades: formar un solo equipo o formar múltiples equipos.

En la Figura 1.2 se observan las opciones implementadas en la herramienta. En la etapa de **Configuración** se establece las escalas de valores con las se mide el nivel alcanzado en las competencias y roles. En la opción **Personal**, se gestionan las competencias, roles y personas. Por último, en **Proyectos**, se gestionan y se forman los equipos.

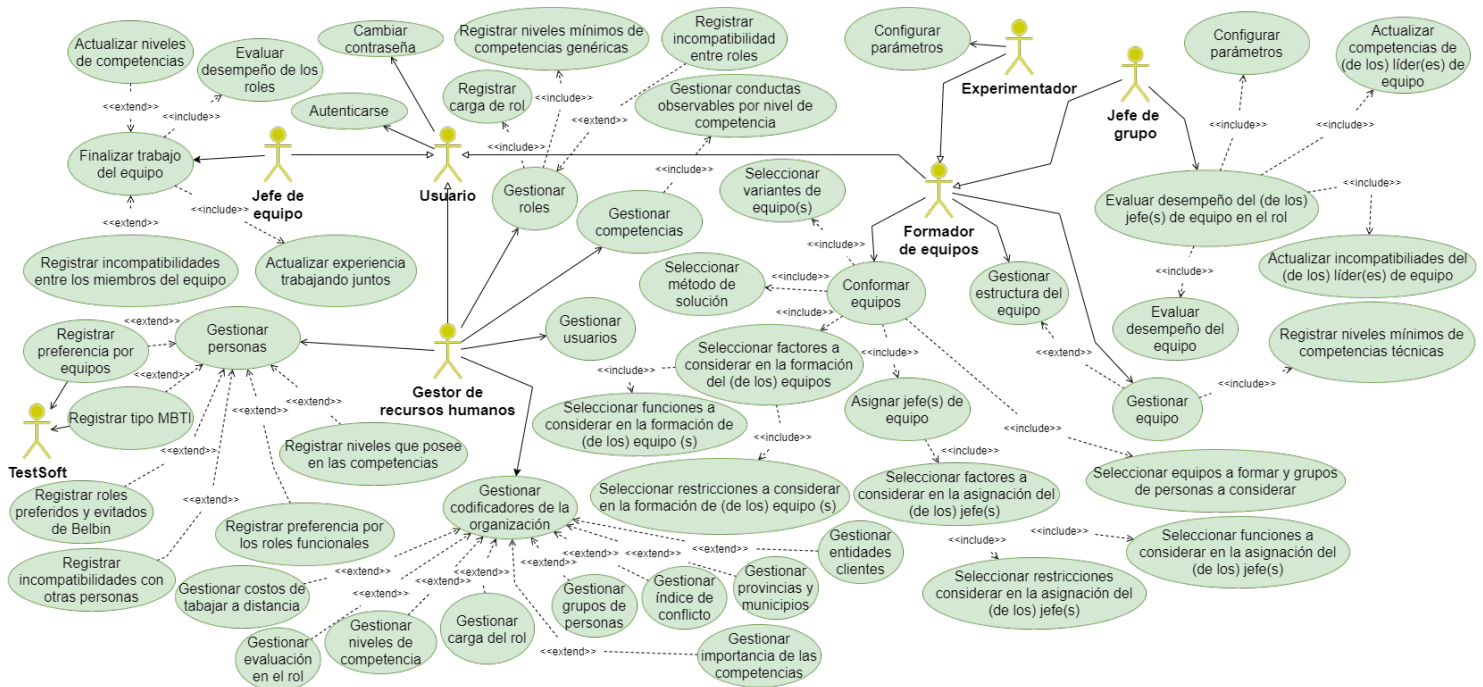


Figura 1.1: Diagrama de casos de uso del sistema. Recreado a partir de [4]



Figura 1.2: Opciones de TEAMSOFTE+

El sistema realiza el proceso de formación de equipos en tres etapas. A continuación se explica en qué consiste cada una, y en la Figura 1.3 se observa específicamente la etapa número dos:

**Primera etapa:** Se configura la cantidad máxima de roles, se elijen los equipos a formar y además, los grupos de personas que se van a tener en cuenta para la formación de los equipos requeridos.

**Segunda etapa:** Se asigna el Jefe de equipo. 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 forma el equipo. En la asignación del resto de los miembros del equipo, se tienen en cuenta todas las funciones objetivos y restricciones del modelo seleccionadas.

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

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: Paso en el que se elige al Jefe del equipo

Es importante resaltar que tanto en la segunda etapa, como la tercera, el usuario tiene la posibilidad de elegir las funciones objetivos y restricciones a emplear en la formación del o los equipos seleccionados. Otro aspecto a resaltar es que le permite al usuario en caso que seleccione múltiples funciones objetivos, decidir entre otorgarle un peso a cada una o darle igual peso a todas. Además, cuenta con varios algoritmos para solucionar el problema, que otra vez, el usuario puede elegir entre ellos.

En la Figura 1.4 se muestra el diagrama de clases de TEAMSOFT<sup>+</sup>. La herramienta parte del diagrama de clases existente en BiCIAM para darle solución al problema de múltiples equipos de proyecto. En color amarillo claro se muestran las clases que posee BiCIAM para dar solución a un problema de optimización. La filosofía de trabajo es la siguiente:

- La clase *Problem* es la encargada de manipular el problema.



- La clase *Codification* representa la codificación del problema, es quien manipula las restricciones del mismo.
- La clase *Constrain* representa cada una de las restricciones del problema.
- La clase *State* representa una solución.
- La clase *Operator* representa un operador.
- La clase *ObjectiveFunction* representa cada una de las funciones objetivo del problema.

En color naranja se muestran las clases implementadas en TEAMSOFT<sup>+</sup>, las cuales se describen brevemente a continuación:

- La clase *TeamFormationProblem* hereda de *Problem* y es la encargada de manipular el problema.
- La clase *TeamFormationCodification* representa la codificación del problema y hereda de la clase *Codification* de BiCIAM, y es quien manipula las restricciones del mismo.
- La clase *TeamFormationState* representa una solución y hereda de la clase *State* de BiCIAM.
- Los operadores de permutación y sustitución heredan de la clase *Operator* de BiCIAM.
- Se define una clase para cada una de las funciones objetivo del problema y para cada una de sus variantes balanceadas, que heredan de la clase *ObjectiveFunction* de BiCIAM.
- Se implementa una clase por cada una de las restricciones del problema, estas heredan de la clase *Constrain* que representa una restricción.

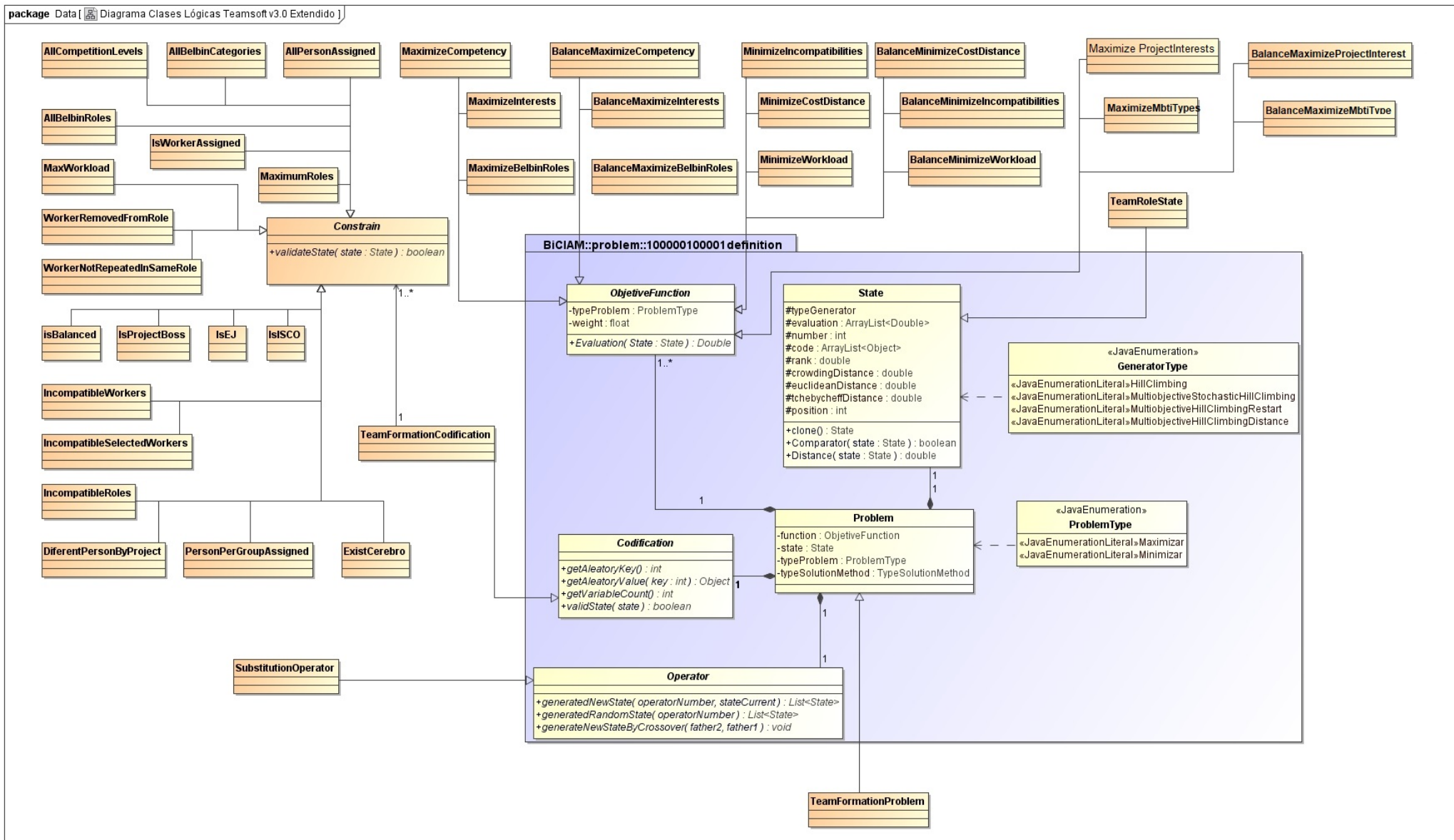


Figura 1.4: Diagrama de clases de TEAMSOFT<sup>+</sup>

El diseño de la base de datos utilizado por la herramienta le da soporte a al modelo de conformación de equipos múltiples. Es importante resaltar que este diseño le permite al usuario configurar los roles, así como la carga y la importancia de ellos en el equipo a formar en su organización. Además, permite la configuración de las competencias, su importancia y los niveles necesarios asociadas a ellas que se deben tener en cuenta al configurar los equipos a formar. Luego, esto permite a cada organización que utilice esta herramienta, utilizar sus propios requerimientos al formar los equipos que gestiona, y además, crea oportunidades para estudiar su uso en otros contextos. Para más detalles, se puede consultar el Anexo O.1 donde se muestra el diagrama físico de la base de datos.

### 1.3. Descripción del problema del béisbol

El 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 [34]. Dado el auge de este deporte, resulta de gran interés popular la formación 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 *pícher*<sup>5</sup> y el bateador designado, tiene que desempeñar dos tipos de roles, uno a la defensiva y otro a la ofensiva (ver Tabla 1.16). En el caso particular del *pícher*, solo está presente 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.

Tabla 1.16: Tipos de roles

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

<sup>5</sup>anglicismo aceptado por la RAE para la voz inglés *pitcher*

Para cada tipo de rol, existe 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.

Las competencias técnicas requeridas en una alineación, según [35, 36] son:

- Promedio de bateo.
- Fuerza de bateo.
- Precisión de tiro.
- Fildeo.
- Velocidad.

- Versatilidad.

En la literatura existen diversas investigaciones relacionadas con la formación 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 formación 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. Descripción del problema de formación 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 [37] recomienda que las conferencias sean impartidas por un profesor de experiencia, entre otros aspectos.

Del claustro de profesores se conocen sus competencias (categoría docente y científica), preferencias (interés por impartir las asignaturas y roles a desempeñar) y disponibilidad (fondo de tiempo disponible para la docencia). Las categorías docentes que puede alcanzar un profesor están definidas en [37], 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 [38]:

- **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, entre otros.
- **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 formación 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 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 formación de equipos de software que se basa en elementos como personas, roles a cubrir por los miembros y competencias requeridas para desempeñar los roles, los cuales son generales ya que están presentes en diferentes tipos de equipos.
2. Existe una herramienta que le da soporte al modelo de formación de equipos de software denominada TEAMSOF<sup>T+</sup>.
3. TEAMSOF<sup>T+</sup> es configurable, ya que permite establecer los roles, competencias, funciones objetivo y restricciones que se desean tomar en cuenta en el proceso de formación de los equipo lo que facilita su aplicación en diferentes contextos.
4. Para los problemas de formación 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 y las preferencias por los roles.
5. Tanto el modelo como la herramienta TEAMSOF<sup>T+</sup> podrían ser aplicados para formar equipos docentes y de béisbol, ya que toman en cuenta los factores que son necesarios para formar equipos en cada uno de estos contextos.

## Capítulo 2

# **Análisis de la factibilidad de aplicar la herramienta TEAMSOF<sup>T</sup> y el modelo al cual le brinda soporte en la formación de equipos de docencia y de béisbol**

En el presente capítulo se describe cómo pueden definirse los problema de formación de equipos de béisbol y docentes empleando como base el modelo para la formación de equipos de proyectos de software soportado por la herramienta TEAMSOF<sup>T</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 formación de equipos de béisbol**

Partiendo del modelo de formación de equipos de software, descrito en la Sección 1.2.1, se ejemplificará con una instancia, una aproximación del problema de formación 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 9 jugadores (excluyendo al pítcher) que tienen que jugar 18 roles. Además, los mismos jugadores asignados a roles defensivos tienen que estar asignados a roles ofensivos. 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 formar.

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 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 a la defensiva y a la ofensiva, respectivamente. 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
$g_4 = \text{afrentar la adversidad}$	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
$g_4 = \text{afrentar la adversidad}$	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



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). Sucede lo mismo con los roles defensivos: son incompatibles entre ellos y compatibles con los ofensivos. Debido a la número tan alto de incompatibilidades (144<sup>1</sup>), 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,  $p = 1...|P|$ ,  $|P| = 15$ .
- $Y = Industriales$ : Equipo a formar.

En la Tabla 2.8 se muestra un posible ejemplo de las incompatibilidades entre los jugadores del equipo Industriales (generado de forma aleatoria sin ninguna base real). Es

<sup>1</sup>Son 18 roles, 9 por cada tipo, cada uno es incompatible con los 8 del mismo, por tanto  $8 * 18 = 144$

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 desempeñar cada rol. Por ejemplo, en la Tabla 2.9 se puede decir que la persona  $p_3$  tiene poca preferencia por el rol  $3B$ , mientras que en la Tabla 2.10 un valor de preferencia alto por el rol  $B1$ .

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: Nivel 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
$g_4 = \text{enfrentar la adversidad}$	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: Nivel 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 TEAMSOF<sup>T+</sup> no se utiliza, debido a que los jugadores de béisbol 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 béisbol como en otros deportes existen indicadores para medir el desempeño de los jugadores. En Cuba, el sitio web de la Serie Nacional registra los indicadores más utilizados en este deporte para cuantificar el desempeño de los jugadores cubanos. Los datos utilizados en este trabajo fueron descargados de este sitio. Los indicadores son utilizados para determinar el nivel de un jugador en las competencias técnicas definidas por cada posición en este deporte. A continuación se describe brevemente cada indicador agrupado en dos categorías: bateo y fildeo.

##### 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<sup>da</sup> base y 3<sup>ra</sup> 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.

En la Figura 2.1 se muestran los datos de estos indicadores descargados del sitio web para los peloteros del equipo de Industriales.





## 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				
AROCHÉ 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	2	0	1	1	4	0	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	.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 [11]

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 Ligue 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
$t_1 = \text{batear con hombres en base}$	CI SH SF CIPA/CPA
$t_2 = \text{fuerza de bateo}$	2B 3B HR SLU
$t_3 = \text{precisión de tiro}$	AVG (fildeo)
$t_4 = \text{velocidad}$	BR CR 2B 3B
$t_5 = \text{versatilidad}$	POS
$t_6 = \text{capacidad de embase}$	OBP BR SH AVG (ataque)

En el caso particular de  $t_5 = \text{velocidad}$  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 peso 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 [11] para la temporada clasificatoria de la 60 Serie Nacional. La última fila de las Tablas 2.14 y 2.15 se corresponde con 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. A partir de una revisión de la información histórica manejada en el sitio, se obtuvieron los años de experiencia totales de cada jugador.

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 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:

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

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

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

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

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

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

La Tabla 2.16 muestra cómo queda la normalización a partir de la información de las Tablas 2.14 y 2.15.

Tabla 2.16: Nivel de las competencias técnicas de los jugadores calculado a partir de los indicadores

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
$t_6 = \text{capacidad de embase}$	0.23	0.37	0.58

La información utilizada en las Tablas 2.17 y 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 2.17: 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	2	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 formación de equipos docentes

Con el objetivo de adaptar el problema de formación 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 la Sección 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 “José Antonio Echeverría” (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,  $t = 1 \dots |T|$ ,  $|T| = 6$ .
- $G = \{g_1 = \text{liderazgo}, g_2 = \text{habilidades comunicativas}, g_3 = \text{pensamiento conceptual}^2, g_4 = \text{responsabilidad}\}$ : 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>2</sup>Según [1] 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

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

En las Tablas 2.22 y 2.23 se muestra 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 pueden variar.

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

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



Tabla 2.23: Nivel mínimo requerido 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,  $y = 1 \dots |Y|$ ,  $|Y| = 2$

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 profesor 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 entre 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, la carga 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, es necesario que tenga una carga menor o igual a 0.7.

Tabla 2.28: Carga que implica desempeñar 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

Un ejemplo ficticio de incompatibilidades entre las personas, se muestra 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: Nivel que poseen las personas en 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: Nivel que poseen las personas en 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 2.2. 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.Científica
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 BARDAJI 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 de los profesores ofrecida por el sistema PANDORA

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 Ciencia (Dr. C.)	1.0
	Máster en Ciencia (MSc.)	0.5
	Ninguna	0.0
<b>Evaluación</b>	Excelente	1.0
	Bien	0.8
	Regular	0.6
	Mal	0.4
	No Evaluado	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:

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

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

$$t_4 = e_d \quad (2.8)$$

$$t_5 = e_m \quad (2.9)$$

$$t_6 = e_i \quad (2.10)$$

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)  $e_d$  es el valor normalizado de la evaluación docente.

(2.9)  $e_m$  es el valor normalizado de la evaluación metodológica.

(2.10)  $e_i$  es el valor normalizado de la evaluación investigativa.

Además, se propone para calcular la experiencia de los profesores en los roles la Fórmula 2.11, mientras que para calcular la preferencia de los profesores por los roles la Fórmula 2.12. Es importante resaltar que el valor de  $X$  en la Fórmula 2.12 es un valor configurable por el usuario, al cual se le llamará punto de corte.

$$C_i = \begin{cases} \frac{E_i}{T_i} & \text{si } E_i < T_i \\ 1,0 & \text{si } E_i \geq 10 \end{cases} \quad (2.11)$$

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

Donde:

- $C_i$  el valor de experiencia del profesor en el rol  $i$ .
- $P_i$  el valor de preferencia del profesor por el rol  $i$ .
- $E_i$  años de experiencia del profesor en el rol  $i$ .
- $T$  años de experiencia del profesor.
- $X$  valor definido por el usuario.

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 los 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 (cuyos datos están resaltados en gris en las 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. Diseño de la solución propuesta

Esta sección tiene como objetivo, describir la propuesta para la importación de los datos provenientes de un fichero, en datos que gestiona 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 y diagrama de paquetes.

### 2.3.1. Proceso propuesto para importar datos desde la herramienta TEAMSOFT<sup>+</sup>

Esta sección se comprueba el correcto funcionamiento de las nuevas funcionalidades incorporadas a la herramienta TEAMSOFT<sup>+</sup> vinculadas con el proceso de importación de personas. En la Figura 2.4 se presenta el diagrama de flujo asociado a este proceso.

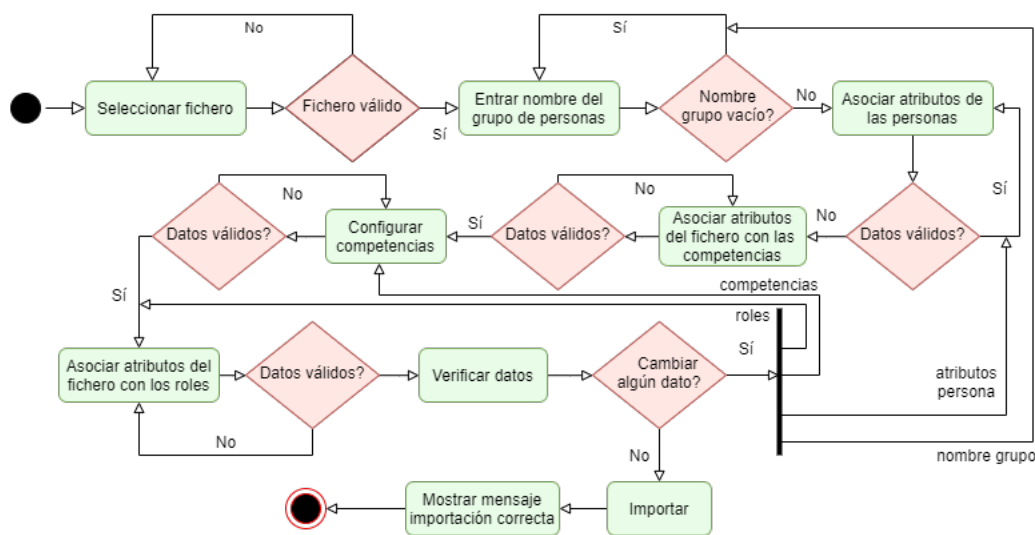


Figura 2.4: Diagrama de flujo para representar la importación de datos

El proceso comienza cuando el usuario **selecciona un fichero** a importar. Este fichero tiene que cumplir las características que se listan en la Tabla 2.40. Este formato permite que la información almacenada en el fichero se adapte a diferentes tipos de problemas.

Tabla 2.40: Especificaciones del fichero a importar

Formato	Valores separados por comas o <i>CSV</i> , por sus siglas en inglés ( <i>.csv</i> )
Composición	Cada columna representa un atributo de las personas. Mientras que cada fila representa los valores de las personas en cada atributo.
Campos obligatorios	La experiencia y el nombre de las personas
Campos adicionales	Todos los atributos relacionados con el problema en cuestión
Restricciones	El tipo de dato de cada columna tiene que ser homogéneo

En el paso entrar nombre del grupo de personas, el usuario selecciona de los grupos disponibles, a cuál de ellos incorporar las personas a importar. En caso de no existir el grupo deseado, este se crea al finalizar el proceso, justo antes de insertar a las personas. A continuación es necesario asociar las características de las personas disponibles en el

fichero de entrada a los atributos de las personas definidos, para esto deben coincidir los tipos de datos. De forma similar, se definen los atributos del fichero a partir de los cuáles se calculan los valores de las competencias utilizando las ecuaciones definidas en las secciones 2.1.4 y 2.2.4. En el siguiente paso es necesario establecer los pesos asociados a cada una de las categorías de las competencias. Existen diferentes criterios para determinar estos pesos, en función del tipo de dato de los atributos en el fichero de entrada que influyen en las competencias definidas en el paso anterior. Antes de finalizar el proceso, se mapean los atributos del fichero con los roles correspondientes. En este momento es posible comprobar las configuraciones realizadas, y decidir entonces finalizar el proceso de importación o modificar alguno de los pasos anteriores.

Durante todo el proceso es posible además, establecer una configuración que se tiene en cuenta a la hora de importar. En esta, se le permite al usuario decidir qué acción realizar ante la existencia en el sistema de personas que ya fueron importadas. Para esta opción, el usuario debe decidir si desea ignorar las personas existentes (no las inserta) o actualizar sus valores (dígase niveles en las competencias y preferencias por los roles). En adición, si se marca la opción de actualización de los datos, aparece una nueva opción. Esta nueva opción permite decidir entre mantener los valores viejos que no se actualizan y añadir los nuevos o, simplemente, borrar los viejos y añadir los nuevos. Otros parámetros configurables son: el número de años de experiencia de una persona para considerar que tiene el máximo y, el punto de corte para determinar la preferencia de la persona por un rol.

En función de las configuraciones establecidas, durante el proceso de importación se realizan las operaciones de inserción, eliminación o actualización de los datos. Estas operaciones se realizan en las siguientes tablas de la base de datos:

**worker:** se almacenan los datos de las personas como el nombre, la experiencia y el grupo al que pertenecen.

**person\_group:** guarda la información relativa a los grupos que pertenecen las personas.

**competence\_value:** almacena los niveles de las personas en las competencias.

**personal\_interest** guarda la información relacionada con los intereses de las personas por los roles

**role\_experience:** almacena la experiencia de la persona en los roles.

### 2.3.2. Descripción del diseño de la solución propuesta

En esta sección se muestran los artefactos de ingeniería de software necesarios para entender y explicar el funcionamiento de la funcionalidad de importar el fichero.

#### Diagrama de casos de uso

La funcionalidad a implementar se relaciona con la incorporación de personas, roles y competencias. Es por este motivo que se decide que el responsable de llevarlas a cabo sea el rol **Gestor de recursos humanos**. Debido a la gran número de CU que posee el sistema, se decide mostrar solamente aquellos que fueron modificados o creados por el autor. En la Figura 2.5 se muestra el diagrama el diagrama de CU correspondiente. El color verde corresponde a los CU no modificados, el amarillo a los modificados y el color rojo corresponde a los CU incorporados.

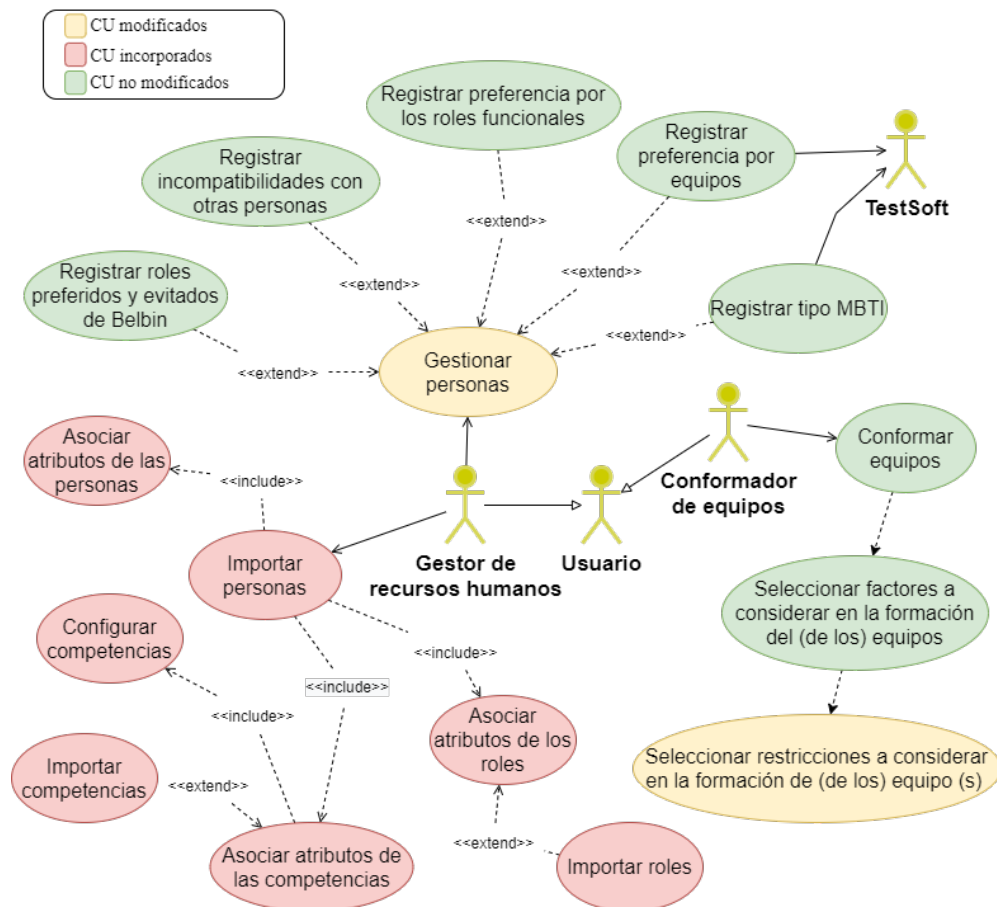


Figura 2.5: Ampliación de diagrama de CU

## Descripción de alto nivel de los casos de uso

En esta sección se describen cada uno de los casos de uso relacionadas con la funcionalidad a implementar. En cada uno se explican elementos tales como: el nombre, la descripción y los casos de uso relacionados.

La Tabla 2.41 muestra la descripción de alto nivel del CU Importar Personas.

Tabla 2.41: Descripción de alto nivel del CU Importar Persona

Nombre	Importar Personas
Descripción	Este es el CU principal de la funcionalidad propuesta. Para importar las personas el usuario debe seleccionar la opción de importar, luego el sistema le muestra una ventana donde debe localizar el archivo que desea importar. Si el fichero posee las características correctas se procede a leer el fichero. Además debe seleccionar (o crear) un grupo al cual asociar las personas a importar.
CU relacionados	Asociar atributos de las personas, Asociar atributos de las competencias, Asociar atributos de los roles.

La Tabla 2.42 muestra la descripción de alto nivel del CU Asociar atributos de las personas.

Tabla 2.42: Descripción de alto nivel del CU Asociar atributos de las personas

Nombre	Asociar atributos de las personas
Descripción	En este CU el usuario debe asociar de los atributos del fichero seleccionado, qué elementos corresponden con la experiencia y el nombre de las personas.
CU relacionados	

La Tabla 2.43 muestra la descripción de alto nivel del CU Asociar atributos de las competencias.

Tabla 2.43: Descripción de alto nivel del CU Asociar atributos de las competencias

Nombre	Asociar atributos de las competencias
Descripción	En este CU el usuario debe asociar a los atributos del fichero que tengan relación con las competencias. Debe especificar todas las competencias que se pueden calcular utilizando este atributo.
CU relacionados	Configurar competencias, Importar competencias

La Tabla 2.44 muestra la descripción de alto nivel del CU Configurar competencias.

Tabla 2.44: Descripción de alto nivel del CU Configurar competencias

Nombre	Configurar competencias
Descripción	En este CU el usuario debe configurar los valores de los atributos relacionados con las competencias. Para esto el usuario debe establecerle a aquellos atributos que contienen campos de texto un valor entre 0 y 1. Un proceso similar debe realizar con aquellos atributos que tienen relación con las mismas competencias. Mientras que para aquellos atributos que almacenan valores numéricos, debe seleccionar el mayor valor presente en el fichero.
CU relacionados	

La Tabla 2.45 muestra la descripción de alto nivel del CU Importar competencias.

Tabla 2.45: Descripción de alto nivel del CU Configurar competencias

Nombre	Importar competencias
Descripción	Para importar las competencias el usuario debe seleccionar la opción de importar, luego el sistema le muestra una ventana donde debe localizar el archivo que desea importar. Si el fichero posee las características correctas, se procede a leer el fichero.
CU relacionados	

La Tabla 2.46 muestra la descripción de alto nivel del CU Asociar atributos de los roles.

Tabla 2.46: Descripción de alto nivel del CU Asociar atributos de los roles

Nombre	Asociar atributos de los roles
Descripción	En este CU el usuario debe asociar aquellos atributos del fichero que tengan relación con los roles. Debe especificar para cada atributo seleccionado, el rol que le corresponde.
CU relacionados	Importar roles

La Tabla 2.47 muestra la descripción de alto nivel del CU Importar roles.

Tabla 2.47: Descripción de alto nivel del CU Importar roles

Nombre	Importar competencias
Descripción	Para importar los roles el usuario debe seleccionar la opción de importar, luego el sistema le muestra una ventana donde debe localizar el archivo que desea importar. Si el fichero posee las características correctas se procede a leer el fichero.
CU relacionados	

La Tabla 2.48 muestra la descripción de alto nivel del CU Gestionar personas. Este CU como muestra la Figura 2.5 fue modificado por el autor. La modificación viene dada a partir de una de las limitaciones detectadas en el modelo para el problema de la docencia. El autor añade un nuevo campo a las personas. Este campo consiste en la experiencia profesional de los trabajadores.

Tabla 2.48: Descripción de alto nivel del CU Gestionar personas

Nombre	Gestionar personas
Descripción	En este CU el usuario se encarga de crear, modificar, eliminar personas
CU relacionados	

La Tabla 2.49 muestra la descripción de alto nivel del CU Seleccionar restricciones a considerar en la formación de (de los) equipo (s). Este CU fue modificado por el autor. El autor añade nuevas restricciones al problema, y su configuración desde la interfaz de la herramienta.

Tabla 2.49: Descripción de alto nivel del CU Seleccionar restricciones a considerar en la formación de (de los) equipo (s).

Nombre	Seleccionar restricciones a considerar en la formación de (de los) equipo (s).
Descripción	El usuario selecciona en función de las características del problema el conjunto de restricciones asociadas.
CU relacionados	Seleccionar factores a considerar en la formación del (de los) equipos

En la Figura 2.6 se muestra una ampliación del diagrama de estructuración en capas de TEAMSOFT<sup>+</sup>, mostrando solamente los paquetes que fueron modificados por el autor.

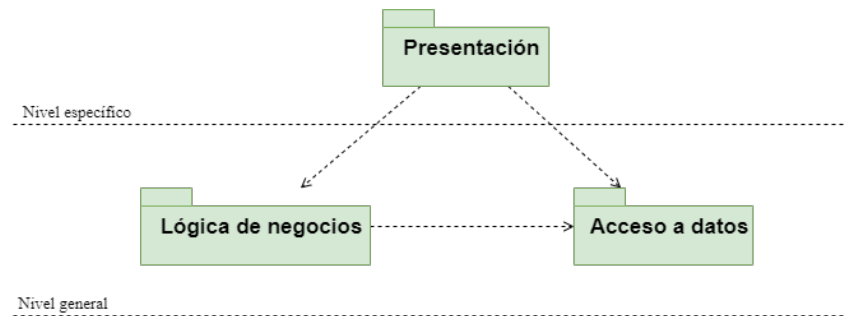


Figura 2.6: Diagrama de estructuración en capas basado en reutilización

En el paquete de **Presentación** se incorporan todas las páginas *XHTML* (*Facelets*) insertadas para la incorporación de la funcionalidad. Además, en el paquete **Lógica de negocio** se añaden las clases controladoras, útiles y, las clases relacionadas con la solución al modelo de formación de múltiples equipos con la biblioteca BiCIAM. Mientras que en el paquete **Acceso a datos** se insertaron algunas clases y métodos relacionadas con el acceso a los datos (creación/modificación/eliminación) relacionados con el proceso de importación.



Las modificaciones realizadas al CU descrito en la Tabla 2.49, implicó añadir nuevas restricciones al modelo de formación de equipos múltiples. Estas modificaciones se relacionan con las características propias de cada problema y las limitaciones detectadas cuando se trataba de adaptar cada uno de ellos. Se añadieron dos clases: *BossNeedToBeAssignedToAnotherRole* y *MinimumRoles*. La Figura 2.7 muestra un fragmento del diagrama de clases de TEAMSOF<sup>T+</sup> al cual se le incorporan dos nuevas clases. La clase *BossNeedToBeAssignedToAnotherRole* modela que la persona que ocupa el rol de Líder tiene que desempeñar al menos otro rol. Mientras que *MinimumRoles* se encarga de que todos los miembros del equipo juegue una cantidad mínima obligatoria de roles.

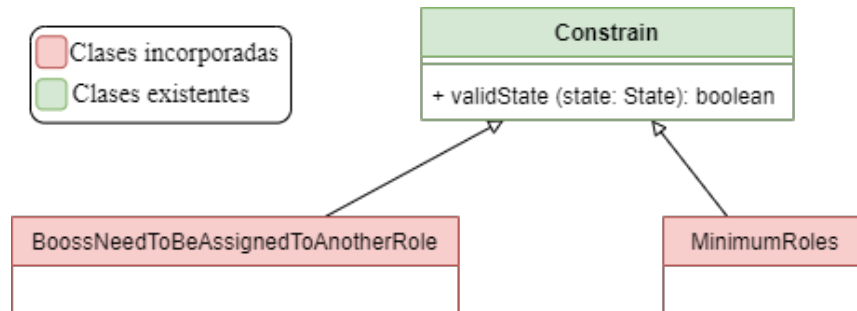


Figura 2.7: Fragmento del Diagrama de clase de TEAMSOF<sup>T+</sup> para incorporar nuevas restricciones

Se plantea añadir la restricción *MinimumRoles* ya que en el béisbol, los jugadores tienen obligatoriamente un rol a la ofensiva y otro a la defensiva. El Algoritmo 1 muestra el pseudocódigo utilizado para la construcción de esta restricción. En cada equipo se verifica que una persona asignada a un rol, también esté asignada a otro rol compatible con este. Se exceptúa de esta restricción al Capitán del equipo (Líder) ya que este puede no formar parte de la alineación inicial.

En los equipos docentes es común que el Jefe de asignatura (Líder) forme parte del claustro que la imparte. La restricción *BossNeedToBeAssignedToAnotherRole* verifica que se cumpla esta condición. El Algoritmo 2 muestra el pseudocódigo utilizado para implementar esta restricción. En este caso para cada equipo se verifica que el Líder esté presente en al menos otro rol.

---

**Algoritmo 1:** Restricción que verifica que una persona no pueda desempeñar menos roles que los definidos

---

```

Entrada: state ; // estado que contiene los proyectos a verificar
           minRoles ; // Número obligatorio de roles a desempeñar
Salida: isRight ; // si todos los proyectos cumplen con la restricción
projects = state.getCode();
isRight = true;
para cada project ∈ projects hacer
    projectRoles = project.getRoles() ; // roles del proyecto
    projectRoles.remove(projectRoles.getBoss()) ; // se elimina al jefe
    para cada rol ∈ projectRoles hacer
        roleWorkers = rol.getWorkers() ; // personas asociadas al rol
        para cada worker ∈ roleWorkers hacer
            si project.getCantOccurenceWorker(worker) < minRoles entonces
                isRight = false ; // no cumple con la restricción
                finalizar ciclo;
            si !isRight entonces
                finalizar ciclo;
        si !isRight entonces
            finalizar ciclo;
devolver isRight

```

---

En la Sección 1.2.3 se mencionó que TEAMSOF<sup>T</sup> utiliza los algoritmos metaheurísticos implementados en la biblioteca de BiCIAM para dar solución al problema de formación de equipos. Para que estos algoritmos trabajen, deben partir de una solución inicial del problema. La construcción de la solución inicial es la forma en que la herramienta accede al espacio de búsqueda y selecciona las personas para asignarlas a los equipos. Es importante recordar que se parte de la solución inicial creada, lo que implica formar los equipos requeridos, para después buscar mejorarlos aplicando operadores. Así, la calidad de la solución de un problema heurístico depende en gran parte de la construcción de la solución inicial y de qué tan buenos sean los operadores empleados.

---

**Algoritmo 2:** Restricción que verifica que el Líder del equipo ocupa otro rol como mínimo en el mismo equipo

---

```

Entrada: state ; // estado que contiene los proyectos a verificar
Salida: isRight ; // si todos los proyectos cumplen con la restricción
projects = state.getCode();
isBossAssignedMoreThanOnce = false;
para cada project ∈ projects hacer
    isBossAssignedMoreThanOnce = false;
    projectRoles = project.getRols() ; // roles del proyecto
    roleBoss = project.getProjectBoss();
    projectRoles.remove(roleBoss);
    para cada rol ∈ projectRoles hacer
        roleWorkers = rol.getWorkers() ; // personas asociadas al rol
        para cada worker ∈ roleWorkers hacer
            si worker.equals(roleBoss.getWorkers().get(0)) entonces
                ; // si el worker actual es igual al líder
                isBossAssignedMoreThanOnce = true ; // si cumple la
                    restricción
            finalizar ciclo;
        si isBossAssignedMoreThanOnce entonces
            finalizar ciclo;
    si !isBossAssignedMoreThanOnce entonces
        finalizar ciclo;
devolver isBossAssignedMoreThanOnce

```

---

En sus inicios, la herramienta construía la solución inicial de forma aleatoria y utilizaba la estrategia de rechazo para dar tratamiento a las restricciones. Teniendo en cuenta que la formación de equipos puede incluir muchas restricciones, una gran cantidad de soluciones se rechazaban porque resultaban no factibles (incumplir al menos una restricción). Esto implicaba pérdida de tiempo en la construcción de una solución inicial. En [4] se incorporan a la herramienta dos formas de construcción de la solución inicial tomando en cuenta las restricciones más incumplidas hasta ese momento: las competencias y los roles de Belbin.

En la formación de equipos docentes, al utilizar las construcciones iniciales incorporadas, se generan una gran cantidad de soluciones no factibles si se tienen en cuenta la restricción de que el jefe de la asignatura debe formar parte del claustro. Ante esta situación, se agrega una nueva construcción inicial que tenga en cuenta esta restricción. El Algoritmo 3 se presenta el pseudocódigo propuesto, donde después de realizada la asignación de las personas a los roles de forma aleatoria, se selecciona una persona entre las ya asignadas para ocupar el rol de Líder.

---

**Algoritmo 3:** Asignar personas de forma aleatoria a los roles, estableciendo que el líder juega más de un rol en los equipos

---

**Entrada:** *projects* ; // Lista de proyectos sin asignación inicial  
*limitPersonTries* ; // Número de intentos de poner una persona en un rol

**Salida:** *projects* ; // Lista de proyectos con asignación inicial

**para cada** *project*  $\in$  *projects* **hacer**

*rols* = *project*.getRoles() ; // roles del proyecto

*rols*.remove(*boss* = *project*.getProjectBoss());

**para cada** *rol*  $\in$  *rols* **hacer**

*needs* = *rol*.getNeedWorked(); // trabajadores necesarios en el rol

*count* = 0;

**mientras** (*needs* > 0) & (*count* < *limitPersonTries*) **hacer**

*chosenPerson* = randomPersons(); // seleccionar aleatoriamente una persona

**si** *checkIndividualRestrictions*(*chosedPerson*, *rol*) **entonces**

*rol* = *rol*.getWorkers().add(*chosenPerson*); // se añade si cumple las restricciones

*needs* --;

**en otro caso**

*count* ++;

*rol* = getRandomRol(*rols*); // selecciona un Rol aleatoriamente

*worker* = getRandomWorker(*rol*.getWorkers()); // selecciona aleatoriamente un trabajador asignado a ese Rol

*boss*.getWorkers().add(*worker*); // A ese trabajador se asigna el rol de Líder

*rols*.add(*boss*);

---

En el caso del béisbol las soluciones iniciales generadas aún utilizando las soluciones

iniciales incorporadas por [4] generan un gran número de soluciones no factibles, ya que no tienen en cuenta las incompatibilidades entre los roles ni la restricción *MinimumRoles*. En este trabajo se propone la construcción de una solución inicial como la descrita en el Algoritmo 4. En este algoritmo se asignan todas las personas hasta satisfacer las demandas de los roles teniendo en cuenta las incompatibilidades entre estos. Una vez cubiertos los roles, se elige una persona aleatoria y se establece como Líder.

En TEAMSOF<sup>T</sup>, con vistas a mejorar las soluciones generadas se utilizan dos operadores de mutación: *performMutation* y *performPermutation*. En el primer caso se realiza un intercambio entre una persona asignada a un rol seleccionado de forma aleatoria y otra persona no asignada. Mientras que en *performPermutation* se realiza la permutación entre dos personas asignadas a dos roles diferentes dentro del equipo, estos roles son seleccionados de forma aleatoria.

En los problemas de formación de equipos docentes y de béisbol, el uso de ambos operadores de mutación generan muchas soluciones no factibles. Esto sucede porque no tienen en cuenta las restricciones *MinimumRoles* y *BossNeedToBeAssignedToAnotherRole*. Se incorpora un nuevo operador de mutación *performExternalSubstitution* en el cual se selecciona un rol de forma aleatoria, del cual se sustituye aleatoriamente una persona A por otra B que aún no ha sido asignada. Esta sustitución se realiza además en todos los roles en que ha sido asignada la persona A. En el Algoritmo 5 se muestra el pseudocódigo para este operador.

---

**Algoritmo 4:** Asignar personas aleatoriamente a roles con la restricción de 2 roles mínimos.

---

```

Entrada: projects ; // Lista de proyectos sin asignación inicial
          limitPersonTries ; // Intentos de poner una persona en un rol
Salida: projects ; // Lista de proyectos con asignación inicial
allWorkers =getWorkerAvailable(); // Obtener trabajadores disponibles
para cada project ∈ projects hacer
    rols = project.GetRols() ; // roles del proyecto
    assignedWorkers = ; // workers asignados con el número mínimo de roles
    assignedRoleWorkers = ; // roles con todos los trabajadores asignados
    existWorkers = true ; // existen trabajadores disponibles
    existCompatibleRole = true ; // existen roles compatibles disponibles
    /* mientras existan disponibilidades */
    mientras existAvailableRoles(allProjectRoles, assignedRoleWorkers) & existWorkers
    hacer
        /* selecciona aleatoriamente un trabajador disponible */
        workerToAssign = getRandomNotAssignedWorker(allWorkers, assignedWorkers);
        si workerToAssign ≠ null entonces
            /* existe un trabajador disponible */
            roleToAssign =getRandomAvailableRole(allProjectRoles, assignedRoleWorkers;
            // rol con trabajadores por asignar
            compatibleRole = getRandomCompatibleRole(rols, roleToAssign,
            assignedRoleWorkers); // roles compatibles con roleToAssign no
            asignados
            si compatibleRole ≠ null entonces
                /* si hay rol compatible asigna el worker a los roles */
                roleToAssign.getWorkers().add(workerToAssign);
                compatibleRole.getWorkers().add(workerToAssign);
                assignedWorkers.add(workerToAssign); // worker asignado
                ; // los roles satisfacen su demanda de trabajadores */
            ) si roleToAssign.getWorkers().size() =roleToAssign.getNeededWorkers()
            entonces
                assignedRoleWorkers.add(roleToAssign);
            si compatibleRole.getWorkers().size() == compatibleRole.getNeededWorkers()
            entonces
                assignedRoleWorkers.add(compatibleRole);
            en otro caso
                existCompatibleRole = false;
            en otro caso
                existWorkers = false;
        si existWorkers & existCompatibleRole entonces
            projectBoss = rol.getProjectBoss();
            boss =getRandomPerson(allWorkers);
            projectBoss.getWorkers().add(boss);

```

---

---

**Algoritmo 5:** Operador de sustitución

---

```

Entrada: projects ; // listado de equipos
           codificacion ; // configuración del problema
Salida: lista de proyectos actualizada
randomProject = getRandomProject(projects) ; // obtener equipo
aleatorio
allProjectRoles = randomProject.getRoleWorkers() ; // escoger un rol
aleatorio
allWorkers = codification.getSearchArea() ; // workers disponibles
si !allProjectRoles.isEmpty() entonces
    randomRole = getRandomRole(allProjectRoles) ;
    randomWorkerOfSelectedRole = getRandomWorkerByRole(randomRole);
    workerToSwap = getRandomWorker(allWorkers) ;
    para cada roleWorker ∈ allProjectRoles hacer
        para cada worker ∈ roleWorker.getWorkers() hacer
            si worker.equals(randomWorkerOfSelectedRole) entonces
                roleWorker.getWorkers().replace(worker,
                    randomWorkerOfSelectedRole) ;

```

---

## 2.4. Conclusiones parciales

Asignar personas de forma aleatoria a los roles, estableciendo que el líder juega más de un rol en los equipos

Asignar personas aleatoriamente a roles con la restricción de 2 roles mínimos

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

1. Al incorporar a la herramienta la funcionalidad de importación de datos facilita incorporar de forma rápida los datos almacenados en ficheros externos para dar solución al problemas de formación de equipos.
2. La herramienta TEAMSOF<sup>T</sup> presenta algunas limitaciones para adaptar los problemas de béisbol y docencia. En el caso del béisbol no se tiene en cuenta que un jugador tiene que jugar dos posiciones compatibles entre sí (una ofensiva y otra defensiva). Mientras que para el caso de la docencia no se tiene en cuenta que en algunas ocasiones el Líder debe formar parte del claustro de la asignatura.

3. Al incorporar la restricción *BossNeedToBeAssignedToAnotherRole* y la construcción de la solución inicial que asegura que el Líder del equipo ocupe otro rol, es posible aplicar el modelo de formación de equipos múltiples para formar equipos docentes.
4. Al incorporar la restricción *MinimumRoles* y la construcción de la solución inicial que asegura que todos los jugadores (excepto el Líder) jueguen dos roles dentro del equipo, es posible aplicar el modelo de formación de equipos múltiples para formar equipos de béisbol.



# Capítulo 3

## Validación de la solución

En este capítulo se valida el correcto funcionamiento de la funcionalidad implementada. Además, a partir de los datos importados y transformados, se demuestra que es posible formar equipos en ambos contextos utilizando la herramienta TEAMSOF<sup>T+</sup>.

### 3.1. Importación de los datos de los docentes

A continuación se describe el proceso de importación para el caso específico del problema de la docencia. Para iniciar este proceso se seleccionó el fichero que se muestra en el Anexo A.1. La Tabla 3.1 describe brevemente su contenido.

En este ejemplo el fichero contiene 16 profesores pertenecientes a la disciplina docente: Inteligencia Computacional de la Facultad de Ingeniería Informática. Estos profesores se insertan en un nuevo grupo: **profesores IC**. En el Anexo B.1 se presenta el resultado de este paso. A continuación se mapean los atributos del fichero y las características de las personas. En el ejemplo se seleccionan los atributos del fichero: **nombre**, **exp** y se asocian con las características de las personas: **Nombre** y **Experiencia** (ver Anexo C.1). En la Tabla 3.2 se ejemplifica la variante utilizada para realizar el mapeo de los atributos del fichero con las competencias. A partir de este mapeo es necesario definir el peso correspondiente a cada una de las categorías establecidas para las competencias.

Tabla 3.1: Descripción de los atributos que se manejan en el fichero docencia

Atributo	Descripción
nombre	Nombre de los profesores
exp	Años de experiencia laboral de los profesores
cd	Categoría docente
cc	Categoría científica
trabdoc	Evaluación del profesor en el trabajo docente
trabmet	Evaluación del profesor en el trabajo metodológico
trabinv	Evaluación del profesor en el trabajo investigativo
conf	Experiencia del profesor trabajando en el rol de conferencia
cpractica	Experiencia del profesor trabajando en el rol de clase práctica
seminario	Experiencia del profesor trabajando en el rol de seminario
lab	Experiencia del profesor trabajando en el rol de Laboratorio
tall	Experiencia del profesor trabajando en el rol de taller
jefeasig	Experiencia del profesor trabajando en el rol de Líder

Tabla 3.2: Mapeo atributos del fichero con las competencias

Atributo fichero	Competencia
cd	Categoría Docente
cc	Grado científico
trabdoc	Trabajo docente
trabmet	Trabajo metodológico
trabinv	Trabajo investigativo

En este caso, el formato de los atributos asociados es de tipo texto, por lo que hay que se asignar directamente el valor del peso de cada uno de ellos, teniendo que cumplir la condición de que la suma de todos ellos sea igual a uno. En la Tabla 3.3 se muestra la

asignación de los pesos para el atributo **cd**; las configuraciones para el resto de los atributos se pueden consultar en los Anexos D.1, D.2 y D.3. Para asociar los atributos del fichero a los roles, se siguieron las configuraciones establecidas en la Tabla 3.4.

Tabla 3.3: Configuración del atributo **cd**

Valor del atributo	Peso
Titular	0.4
Auxiliar	0.3
Instructor	0.1
Asistente	0.15
Instructor recién graduado	0.05
<b>Suma</b>	<b>1</b>

Tabla 3.4: Mapeo de atributos con los roles

Valor del atributo	Rol
jefeasig	Líder
tall	Taller
lab	Laboratorio
sem	Seminario
cpractica	Clase Práctica
conf	Conferencia

El sistema permite que las configuraciones anteriores puedan ser editadas en el último paso justo antes de realizar la importación de las personas (ver Anexo E.1). Al finalizar el proceso, se muestra un mensaje informando al usuario el resultado de la importación (ver Anexo F.1). El resultado final de la importación se puede consultar en el Anexo G.1. Los datos de un profesor en particular, en este caso el profesor Milton, pueden ser consultados en los Anexos H.1, I.1, J.1.

## 3.2. Importación de los datos de béisbol

A continuación se describe el proceso de importación para el caso específico del problema del béisbol. Para iniciar este proceso se seleccionó el fichero que se muestra en el Anexo A.2. Este fichero almacena los atributos obligatorios de las personas como son la experiencia y el nombre de cada uno. En adición se almacenan las estadísticas de las personas para los indicadores definidos en la Tabla 2.13, así como los años de experiencia en cada rol.

En este ejemplo el fichero contiene 24 jugadores pertenecientes al equipo de la Serie Nacional de Matanzas. Estos jugadores se insertan en un nuevo grupo: **staff matanzas**. En el Anexo B.1 se presenta el resultado de este paso. A continuación se mapean los atributos del fichero y las características de los jugadores. En el ejemplo se seleccionan los atributos del fichero: **nombre**, **exp** y se asocian con las características de las personas: **Nombre** y **Experiencia** (ver Anexo C.1). En la Tabla 3.5 se ejemplifica la variante utilizada para realizar el mapeo de los atributos del fichero con las competencias. A partir de este mapeo

se logra definir a partir de qué atributos se van a calcular las competencias.

Tabla 3.5: Mapeo de atributos del fichero con las competencias

Atributo fichero	Competencia
ci	batear con hombres en base
sh	batear con hombres en base, capacidad de embase
sf	batear con hombres en base
cipa	batear con hombres en base
dobles	fuerza de bateo, velocidad
triples	fuerza de bateo, velocidad
hr	fuerza de bateo
slu	fuerza de bateo
obp	capacidad de embase
avgO	capacidad de embase
avgD	precisión de tiro
br	velocidad, capacidad de embase
cr	velocidad

En este caso, existen más de un atributo que tiene relación con una competencia, por lo que hay que asignar directamente el valor del peso de cada uno de ellos, teniendo que cumplir la condición de que la suma de todos ellos sea igual a uno. En la Tabla 3.6 se muestra la asignación de los pesos para la competencia **batear con hombres en base**; las configuraciones para el resto de las competencias se pueden consultar en los Anexos D.4, D.5 y D.6. Además, todos los atributos seleccionados que tienen relación con las competencias son de tipo numérico. Por lo que hay que definir el máximo valor a tener en cuenta para cada uno de ellos. Por defecto, el sistema busca en el fichero de entrada, el máximo valor para cada atributo.

Tabla 3.6: Configuración de la competencia **batear con hombres en base**

Atributo	Peso
ci	0.4
sh	0.2
sf	0.1
cipa	0.3
<b>Suma</b>	<b>1</b>

Para asociar los atributos del fichero a los roles, se siguieron las configuraciones establecidas en la Tabla 3.7. Como casos especiales (porque no son roles ofensivos o defensivos), los atributos *banco* y *capitan* se mapean con sus correspondientes *Banco* y *Líder*.

Tabla 3.7: Mapeo de los atributos por tipo de rol

Atributo	Roles defensivos	Atributo	Roles Ofensivos
C	catcher	B1	primer bate
1B	primera base	B2	segundo bate
2B	segunda base	B3	tercer bate
SS	campo corto	B4	cuarto bate
3B	tercera base	B5	quinto bate
LF	jardinero izquierdo	B6	sexto bate
CF	jardinero central	B7	séptimo bate
RF	jardinero derecho	B8	octavo bate
BD	bateador designado	B9	noveno bate

El sistema permite que las configuraciones anteriores puedan ser editadas en el último paso justo antes de realizar la importación de las personas (ver Anexo E.2). Al finalizar el proceso, se muestra un mensaje informando al usuario el resultado de la importación (ver Anexo F.2). El resultado final de la importación se puede consultar en el Anexo G.2. Los datos de un jugador en particular, en este caso el jugador Santoya, pueden ser consultados en los Anexos H.2, I.2, J.2.

### 3.3. Limitaciones de la herramienta TEAMSOFT<sup>+</sup> para la solución de los problemas de formación de equipos de béisbol y docentes

Es necesario comprobar que la herramienta TEAMSOFT<sup>+</sup> permite la formación 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. Para llevar a cabo los Casos de Pruebas (CP) se vaciaron las tablas (de la base de datos) correspondientes a las competencias y roles. Esto persigue como objetivo simular la creación desde cero en ambos problemas. Como se ob-

serva en la Tabla 3.8, en los primeros cuatro CP se cumple lo esperado. Mientras que en el CP5, al momento que se intenta crear una nueva estructura, se presenta un error.

Tabla 3.8: Prueba de humo crear equipo sin rol Jefe de equipo

ID	Escenario	Pasos	Información de entrada	Resultado esperado	Resultado actual
CP1	Introducir roles sin que el nombre de ninguno sea Jefe de equipo	<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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Primera Base</li> <li>2. Jugador de cuadro</li> <li>3. 0.0</li> <li>4. Trabajo bajo presión (nivel: en partida, importancia: alguna medida)</li> <li>5. Ninguna</li> </ol>	El rol debe insertarse sin problemas	Se cumple lo esperado
CP2	Introducir roles sin que el nombre de ninguno sea Jefe de equipo	<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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Segunda Base</li> <li>2. Jugador de cuadro</li> <li>3. 0.0</li> <li>4. Trabajo bajo presión (nivel: en partida, importancia: alguna medida)</li> <li>5. Ninguna</li> </ol>	El rol debe insertarse sin problemas	Se cumple lo esperado
CP3	Introducir roles sin que el nombre de ninguno sea Jefe de equipo	<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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capitán</li> <li>2. Líder del equipo</li> <li>3. 0.0</li> <li>4. Trabajo bajo presión (nivel: en partida, importancia: alguna medida)</li> <li>5. Ninguna</li> </ol>	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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nuevo Problema</li> <li>2. 12/10/2021</li> <li>3. Inder</li> <li>4. La Habana</li> </ol>	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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nueva estructura</li> <li>2. Primera base, Segunda Base, Capitán</li> <li>3. uno por cada rol</li> </ol>	Mostrar mensaje creación de la estructura	Se muestra mensaje de error, informando que no hay un <b>Jefe de Proyecto</b> entre los roles seleccionados

Reproduciendo los dos primeros CP de la Tabla 3.8, se lleva a cabo los mostrados en la Tabla 3.9. En este caso queda claro que resulta necesario para crear una nueva estructura, la existencia de un rol con el nombre *Jefe de Proyecto* (ver Figura 3.1).

Tabla 3.9: 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	<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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jefe de Proyecto</li> <li>2. Líder del equipo</li> <li>3. 0.0</li> <li>4. Trabajo bajo presión (nivel: en partida, importancia: alguna medida)</li> <li>5. Ninguna</li> </ol>	El rol debe insertarse sin problemas	Se cumple lo esperado
CP7	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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nuevo Problema</li> <li>2. 12/10/2021</li> <li>3. Inder</li> <li>4. La Habana</li> </ol>	Debe continuar con el proceso de creación	Se cumple lo esperado
CP8	Crear estructura del proyecto con el rol Jefe de Proyecto incluido	<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. <i>Click</i> en: Siguiente</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nueva estructura</li> <li>2. Primera base, Segunda Base, Jefe de Proyecto</li> <li>3. uno por cada rol</li> </ol>	La estructura se debe crear correctamente	Se cumple lo esperado

Figura 3.1: Error al crear estructura sin Jefe de Proyecto

Confirmando los CP realizados, la Figura 3.2 muestra alguna de las apariciones de la cadena *Jefe de Proyecto* en el código fuente de la herramienta.

```

Find in Path 53 matches in 16 files
Q- Jefe de Proyecto
In Project Module Directory Scope
private boolean canBeProjectBoss = false; //Permitir o no que ya este asignado como jefe de proyecto TeamFormationParameters.java 91
private final TypeSolutionMethod solutionMethodOptionBoss = TypeSolutionMethod.FactoresPonderados; // Factor TeamFormationParameters.java 101
if (!selected.getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto")) { //no se puede eliminar el jefe de proyecto RoleController.java 94
MyJSF_Util.addErrorMessage("El rol jefe de proyecto no debe ser eliminado"); RoleController.java 97
//es E y J para jefe de proyecto IsEJ.java 11
if (roleWorker.getRole().getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto")) { // si el rol actual es jefe de proyecto IsEJ.java 40
//es IS o CO ; para jefe de proyecto IsISCO.java 12
if (roleWorker.getRole().getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto")) { //si el rol actual es jefe de proyecto IsISCO.java 38
* RESTRICCIÓN PARA LA SELECCIÓN DEL JEFE DE PROYECTO Verificar que la persona IsProjectBoss.java 14
* fin si el rol es jefe de proyecto IsProjectBoss.java 16
if (rolePerson.getRole().getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto")) { //si el rol actual es jefe de Proyecto IsProjectBoss.java 40
if (rol.getRolesFk().getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto")) { //si desempeña el rol jefe de Proyecto IsProjectBoss.java 57
* Que si ya es jefe de proyecto no pueda jugar ningun otro rol en la solucion IsWorkerAssigned.java 15
if (!roleWorker.getRole().getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto")) { // si el rol actual no es jefe de proyecto IsWorkerAssigned.java 47
while (l < people.size() && meet) { //para cada persona en un rol DISTINTO del rol jefe de Proyecto IsWorkerAssigned.java 66
if (roles.get(m).getRolesFk().getRoleName().equalsIgnoreCase("Jefe de Proyecto") && roles.get(m).getStatus().equalsIgnoreCaseCa IsWorkerAssigned.java 73

```

Figura 3.2: Apariciones del texto *Jefe de Proyecto*

Específicamente, a la hora de validar una estructura, se verifica que en esta exista un rol con el nombre: *Jefe de Proyecto*. La Figura 3.3 muestra lo planteado.



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

Figura 3.3: Código utilizado para validar la presencia del rol Jefe de Proyecto

Las personas tienen generalmente cierta experiencia trabajando. Por ejemplo, un recién graduado tiene menos experiencia como profesional que una persona que lleva trabajando 10 años en la industria. Esta última, se ha enfrentado a múltiples problemas, y debe saber cómo solucionarlos debido a su experiencia. Este atributo no se encuentra modelado actualmente en TEAMSOF<sup>T+</sup>.

La internacionalización de un sitio web consiste en identificar toda la información cambiante en función del idioma de preferencia del usuario. TEAMSOF<sup>T+</sup> tiene presente esta característica. Sin embargo, no está funcional. Esto no afecta al proceso de formación de equipos, pero sigue siendo una limitación.

### 3.4. Generación de soluciones en los problemas de docencia y béisbol

En esta sección se realizan los experimentos asociados a ambos problemas con los datos de la importación de las personas mencionados en las secciones 3.1 y 3.2. Para comprobar la efectividad de las soluciones propuestas con TEAMSOF<sup>T+</sup> a ambos modelos se realizan un conjunto de experimentos teniendo en cuenta las características propias de cada problema, el uso de diferentes FO y algoritmos de solución. Para ambos problemas se utilizaron los siguientes algoritmos disponibles en la herramienta:

- Escalador de colinas (EC)
- Escalador de colinas con reinicio (ECR)

- Búsqueda aleatoria (BA)

Se realizaron 20 ejecuciones por cada algoritmo y 3000 iteraciones. En el caso del algoritmo ECR, se establece 100 como máximo número de iteraciones para que el algoritmo se reinicie. Para definir el valor de cumplimiento de las competencias, se definen cuatro niveles. En la Tabla 3.10 se muestra cada nivel definido y su significado. Mientras más grande sea el valor del nivel mayor es su significado.

Tabla 3.10: Niveles definidos para el cumplimiento de las competencias

Nivel	Significado
1	En partida
2	En desarrollo
3	En avance
4	Experto

### 3.4.1. Solución al problema de docencia

El problema de la docencia tiene algunos aspectos particulares:

- No existen incompatibilidades definidas entre los roles.
- Los profesores pueden estar asignados a más de una asignatura, siempre y cuando la carga de trabajo no sobrepase el valor límite.
- En ocasiones, se necesita que la persona que desempeña el rol Líder ocupe otro rol dentro de la misma asignatura.

Es importante volver a recalcar que en este problema, las asignaturas a impartir, se consideran como equipos a formar. Además, a decisión del autor, se decide utilizar los datos de los profesores asociados a la disciplina Inteligencia Computacional. La Tabla 3.11 refleja los niveles de los profesores en cada competencia, calculados a partir de la importación. Solo se presentan los primeros cinco, el resto puede ser consultado en el Anexo M.1.

Tabla 3.11: Nivel de los profesores por competencias: Trabajo docente (TD), Trabajo metodológico (TM), Trabajo investigativo (TI), Categoría docente (CD) y Grado científico (GC)

Profesor	Competencias				
	TD	TM	TI	CD	GC
Raisa Socorro	Experto	Experto	En desarrollo	Experto	Experto
Alejandro Rosete	Experto	Experto	Experto	Experto	Experto
Maylin	Experto	Experto	Experto	Experto	Experto
Luis	En desarrollo	En desarrollo	En desarrollo	En partida	En desarrollo
Camila	En desarrollo	En desarrollo	En desarrollo	En partida	En desarrollo
...	...	...	...	...	...

También calculado a partir de los datos del fichero, se obtiene la experiencia de las personas por los roles. La Tabla 3.12 refleja con una  $X$  la preferencia de la persona  $p_i$  por el rol  $r_i$ . Se deben formar los equipos de profesores para impartir las asignaturas Matemática Discreta (MD), Inteligencia Artificial (IA) y Metodología de la Investigación (MI). Se escogen estas asignaturas debido a que todas se imparten en el mismo semestre. Para configurar un equipo es necesario primero definir los roles que se deben cubrir, la cantidad de personas que se necesitan para desempeñar cada rol y, la carga que le conlleva al trabajador desempeñar cada rol. Las Tabla 3.13 muestra las configuraciones establecidas para cada una de las asignaturas seleccionadas.

Tabla 3.12: Preferencia de las personas por los roles: Líder (L), Conferencia (C), Clase práctica (CP), Seminario (S), Laboratorio (LB) y Taller (T)

Profesor	Roles					
	L	C	CP	S	LB	T
Raisa Socorro	X	X	X			
Alejandro Rosete	X	X	X	X		
Maylin	X	X	X	X		
Luis						
Camila						
...	...	...	...	...	...	...

Tabla 3.13: Configuración de los roles para cada una de las asignaturas

Rol	Asignatura					
	MD		IA		MI	
	No. personas	Carga	No. personas	Carga	No. personas	Carga
Líder	1	media	1	media	1	media
Conferencia	1	media	1	media	1	baja
Seminario	3	baja	–	–	1	baja
Clase Práctica	–	–	2	media	–	–

Una vez establecidos los roles, la cantidad de personas y la carga para cada rol, es necesario definir las competencias necesarias para que una persona pueda desempeñar cada rol. En este caso, para cada asignatura se decidió establecer a los roles de Líder y Conferencia, todas las competencias con el máximo nivel: Experto. Un ejemplo de esta configuración se puede consultar en el Anexo L.1.

TEAMSOF<sup>+</sup> permite diferentes configuraciones a tener en cuenta para formar los equipos. Las soluciones que se presentan en esta sección se obtienen utilizando múltiples equipos (tres asignaturas), con el método de que conforma los equipos de forma simultánea, asignando primero a los jefe de asignaturas (Líder). Se utiliza la nueva restricción incorporada a la herramienta, la cual establece que el Líder del proyecto tiene que desempeñar otro rol dentro del mismo equipo (el jefe de asignatura tiene que impartir esta asignatura).

Para resolver el problema se utiliza una función multiobjetivo que tiene en cuenta los siguientes criterios:

1. Maximizar competencias (C)
2. Balancear la carga de trabajo entre equipos (BCT)
3. Maximizar intereses de las personas por los roles (P)

En relación con la función objetivo BTC, se establece 1.0 como límite de carga máxima que puede tener un profesor. La solución inicial se construye utilizando el método propuesto en el Capítulo 2 que garantiza una solución inicial que cumpla la restricción de que el jefe de asignatura imparta la asignatura en cualquiera de sus roles. Además, se emplea un operador de mutación que sustituye a un profesor en una asignatura por otro cualquiera, en todos

los roles que desempeña en esa asignatura. En la Tabla 3.14 se muestran los resultados obtenidos después de diez corridas utilizando los algoritmos disponibles en TEAMSOF<sup>+</sup>. La mejor solución se señala en gris. Como se puede observar, la mejor solución teniendo en cuenta las tres FO se obtiene a partir de la aplicación del algoritmo EC.

Tabla 3.14: Resultado de la evaluación de los algoritmos: Escalador de colinas (EC), Escalador de colinas con reinicio (ECR), Búsqueda aleatoria (BA) y Búsqueda Tabú (BT) en las FO

No.	EC			ECR			BA		
	C	P	BCT	C	P	BCT	C	P	BCT
1	0.97	0.83	1.00	0.97	0.83	1.00	0.97	0.83	0.62
2	0.98	0.83	0.83	0.98	0.91	1.00	0.96	0.83	0.58
3	0.95	1.00	1.00	0.97	0.91	1.00	0.97	0.83	0.79
4	0.96	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	0.95	0.91	1.00
5	0.97	1.00	1.00	0.97	0.75	1.00	0.96	0.91	1.00
6	0.98	0.91	1.00	0.95	1.00	1.00	0.96	0.75	1.00
7	0.95	0.83	1.00	0.98	0.83	0.83	0.97	0.83	0.79
8	0.97	0.93	1.00	0.98	0.75	0.83	0.95	1.00	1.00
9	0.96	1.00	1.00	0.95	0.75	1.00	0.98	0.83	1.00
10	0.97	0.91	0.8333	0.97	0.91	1.00	0.98	0.83	1.00

La Tabla 3.15 muestra los resultados de la mejor solución encontrada al realizar el proceso de asignación de los profesores a los roles en las asignaturas. En el Anexo P.1 se muestra una captura de pantalla de esta solución desde la herramienta.

Tabla 3.15: Asignación con mejor puntuación por el algoritmo EC

Rol	MD	IA	MI
Líder	Alejandro Rosete	Maylin	Raisa Socorro
Conferencia	Maylin	Maylin	Raisa Socorro
Clase Práctica	–	Milton Raisa Socorro	–
Seminario	Alejandro Rosete Alfredo Ernesto	–	Alfredo

La Tabla 3.16 muestra la asignación de los profesores a las asignaturas realizada por el jefe de departamento.

Tabla 3.16: Asignación realizada por el jefe de departamento

Rol	MD	IA	MI
Líder	Alejandro Rosete	Maylin	Maylin
Conferencia	Alejandro Rosete	Maylin	Maylin
Clase Práctica	–	Eduardo Anabel	–
Seminario	Wenny David Alejandro Rosete	–	Vilma

En ambas soluciones se cumplen los niveles mínimos requeridos en las competencias para desempeñar los roles. También se cumple que el Líder tiene que formar parte del claustro de profesores de la asignatura. Por último, la carga docente en cada caso no excede el límite. Aunque si se desea evitar que el profesor esté muy cargado, este valor es configurable. Es importante resaltar que en el caso de la solución realizada por el jefe de departamento, se tienen en cuenta las preferencias de las personas por las asignaturas, lo cual no se tuvo en cuenta en la solución propuesta en los algoritmos debido a que está en proceso de implementación por otro equipo de desarrollo.

### 3.4.2. Solución al problema de béisbol

El contexto de formación de un equipo de béisbol, tiene características que se diferencia tanto del problema formación de equipos de profesores para impartir docencia, como en la formación de equipos de proyectos de software. Estas particularidades consisten en:

- 144 incompatibilidades entre los roles a desempeñar por los jugadores.
- Los jugadores tienen que ocupar como mínimo dos roles.
- Los jugadores pueden ocupar como máximo tres roles.

Además, a decisión del autor, se decide utilizar como ejemplo los datos de los jugadores del equipo de Matanzas de la Serie Nacional. La Tabla 3.17 refleja los niveles de los

jugadores en cada competencia, calculados a partir de la importación. Solo se presentan los primeros cinco, el resto puede ser consultado en el Anexo M.2.

Tabla 3.17: Nivel de los jugadores en las competencias: Batear con hombres en base (B), Fuerza de bateo (F), Precisión de tiro (P), Capacidad de embase (E) y Velocidad (V)

Jugador	Competencias				
	B	F	P	E	V
Yurisbel Gracial	En partida	En desarrollo	Experto	En desarrollo	En partida
Jefferson Delgado	En avance	En desarrollo	Experto	En avance	En desarrollo
Ariel Sánchez	En avance	En desarrollo	Experto	En avance	En partida
Yasiel Santoya	En desarrollo	En desarrollo	Experto	En desarrollo	En partida
Andrys Pérez	En desarrollo	En partida	Experto	En desarrollo	En partida
...	...	...	...	...	...

En la Tabla 3.18 se muestran las preferencias de los jugadores por los roles. Estos datos son el resultado de la importación del fichero de entrada. Como se puede observar, los jugadores solo tienen algunos roles asociados. La ausencia de un rol significa que no es de su preferencia. Teniendo en cuenta el número de jugadores del equipo solo se muestran los cinco primeros, el resto puede ser consultado en el Anexo N.2.

Tabla 3.18: Preferencia de los jugadores por los roles

Jugador	Roles
Yurisbel Gracial	B3, B4, 3B
Jefferson Delgado	3B
Ariel Sánchez	B3, LF
Yasiel Santoya	B3, B4, 1B, Líder
Andrys Pérez	B8, B9, C
...	...

En el béisbol, en algunas posiciones resulta más importantes tener en cuenta, durante el proceso de asignación, las competencias de los jugadores para ocupar estas posiciones. Para modelar esta situación TEAMSOF<sup>+</sup> define la importancia de los roles en un equipo. Utilizando esta funcionalidad, se definen para el béisbol nueve niveles de importancia, donde un mayor nivel implica mayor importancia. Entre los roles defensivos, el Receptor,

el Campo corto y el Jardín central cumplen una función defensiva muy importante, es por esto que se les asigna los mayores niveles de importancia. Los primeros cinco roles a la ofensiva también juegan un gran papel en el equipo. A ellos les corresponde entonces altos niveles de importancia. En el Anexo L.3 se presenta los niveles utilizados para cada uno de los roles. Estos niveles pueden ser configurados a criterio del especialista a cargo de la selección del equipo.

Para configurar un equipo es necesario primero definir los roles que lo conforman, la cantidad de personas que se necesitan para desempeñar cada rol y, la carga que implica al jugador su desempeño. Los roles asociados a este problema fueron definidos en el Capítulo 2, así como la cantidad de jugadores necesarios para desempeñar cada uno. La carga de trabajo asociada a un rol no es relevante, debido a que solo se va a formar un equipo. Una vez establecidos los roles y la cantidad de jugadores por rol, es necesario definir las competencias necesarias para que un jugador pueda desempeñar cada rol. Todas estas configuraciones se pueden consultar en los Anexos Ñ.1, Ñ.2, Ñ.3, Ñ.4.

TEAMSOF<sup>+</sup> permite diferentes configuraciones a tener en cuenta para formar los equipos. Las soluciones que se presentan en esta sección se obtienen utilizando un solo equipo, con el método: Formar equipos de uno en uno, con la variante de no asignar primero al Líder. Se utiliza una nueva restricción incorporada a la herramienta, la cual establece que todos los miembros del equipo tienen que ocupar todos al menos  $n$  roles, siendo en este caso  $n = 2$ , ocupando un rol a la ofensiva y otro a la defensiva. Esto último se garantiza por las incompatibilidades establecidas entre los roles. Además, se establece tres roles como cantidad máxima a ocupar por una persona. Esto se debe a que el Líder además de ocupar su rol, puede ocupar también un rol a la defensiva y uno a la ofensiva.

Las funciones objetivos seleccionadas fueron:

1. Maximizar competencias (C)
2. Maximizar preferencias de las personas por los roles (P)

Además, se establece la restricción de que no pueden existir incompatibilidades entre los roles ocupados por los jugadores. La solución inicial se construye utilizando el método propuesto en el Capítulo 2 que garantiza una solución inicial que cumpla la restricción de que una persona tiene que estar asignada como mínimo a dos roles. Se emplea un operador



de mutación que sustituye a un jugador por otro cualquiera en todos los roles que desempeña en el equipo.

En la Tabla 3.19 se muestran los resultados obtenidos después de diez corridas utilizando los algoritmos disponibles en TEAMSOFT<sup>+</sup>. La mejor solución se señala en gris. Puede consultar para más detalles el Anexo P.2. Como se puede observar, la mejor solución teniendo en cuenta las tres FO se obtiene a partir de la aplicación del algoritmo Escalador de Colinas con Reinicio.

Las Tablas 3.20 y 3.21 muestran las asignaciones realizadas por el *Manager* (tomado del sitio web beisbolcubano [39]) y la mejor solución encontrada para los roles defensivos y ofensivos respectivamente. Las propuestas coincidentes son resaltadas en gris. Se puede observar que existen cinco coincidencias en total, dos de ellas en la alineación defensiva, y tres en la alineación ofensiva. A pesar de esto, los jugadores asignados cumplen las competencias, definidas en la configuración utilizada, para desempeñar el rol asignado. Entre las no coincidencias se encuentra, la asignación realizada al jugador Yurisbel Gracial, este se encontraba en esos momentos contratado en la liga japonesa de béisbol en el equipo *Halcones de Softbank*, y además de cumplir las competencias para los roles asignados, históricamente ha jugado estas posiciones. Para el caso de Yasiel Santoya, ha sido polémica su ausencia en la alineación del equipo de Matanzas. A lo largo de su carrera ha desempeñado el rol de antesalista (1B) y ha alternado entre los puestos B3, B4, B5 tanto en el equipo de Sancti Spiritus, como en el propio Matanzas.

A pesar de lo antes mencionado, la asignación de los jugadores realizada por el algoritmo que no coinciden con la alineación del *manager* pueden jugar ese rol sin ningún problema debido a que poseen las competencias para hacerlo. Este es el caso de Brian Rodríguez, joven promesa del equipo matancero, que en su debut en esta serie ha jugado como B4 y 1B. Por sus pocas apariciones al bate y buenos resultados presenta un **OBP** y un **AVE** ofensivo que lo califican para ocupar el rol BD y B2. En el caso de Yariel Duque, a pesar que el *manager* lo asigna como 1B, en este caso esa posición ha sido asignada a Yasiel Santoya, quien cumple también con las competencias e históricamente, ocupante de esa posición. Yariel Duque entonces es asignado como LF, posición para la cual tiene condiciones [40]. Un caso curioso es el de Erisbel Arruebarruena, en la alineación del *manager* mostrada no coincide como B7, sin embargo en las restantes alineaciones de la final, sí ocupó este orden al bate. Todos los jugadores cumplen con las competencias configuradas para los roles que

fueron asignados. Los niveles de los jugadores en las competencias se pueden consultar en el Anexo M.2 y los niveles necesarios para ocupar una posición se pueden consultar en el Anexo L.1.

Tabla 3.19: Resultado de la evaluación de los algoritmos: Escalador de colinas (EC), Escalador de colinas con reinicio (ECR) y Búsqueda aleatoria (BA) en las FO

No.	EC		ECR		BA	
	C	P	C	P	C	P
1	0.56	0.31	0.57	0.42	0.6	0.47
2	0.55	0.47	0.56	0.57	0.55	0.21
3	0.6	0.31	0.55	0.42	0.58	0.21
4	0.54	0.57	0.55	0.57	0.59	0.21
5	0.48	0.63	0.6	0.26	0.56	0.36
6	0.59	0.52	0.56	0.31	0.53	0.52
7	0.59	0.41	0.54	0.57	0.58	0.21
8	0.53	0.57	0.58	0.42	0.53	0.52
9	0.56	0.52	0.58	0.31	0.55	0.1
10	0.57	0.52	0.56	0.68	0.57	0.26

Tabla 3.20: Resultado de la asignación de la mejor solución encontrada para los roles defensivos

Rol	Alineación del <i>Manager</i>	Alineación del algoritmo
C	Andrys Pérez	Andrys Pérez
1B	Yariel Duque	Yasiel Santoya
2B	Aníbal Medina	Aníbal Medina
SS	Erisbel Arruebaruena	Erisbel Arruebaruena
3B	Yadil Mujica	Yurisbel Gracial
LF	Ariel Sánchez	Yariel Duque
CF	Eduardo Blanco	Yadil Mujica
RF	Willian Luis	Willian Luis
BD	Jefferson Delgado	Brian Rodríguez

Tabla 3.21: Resultados de la asignación de la mejor solución encontrada para los roles ofensivos y la alineación realizada por el *manager* en la final con mayor coincidencia

Rol	Alineación del <i>manager</i>	Alineación del algoritmo
B1	Aníbal Medina	Yadil Mujica
B2	Yadil Mujica	Brian Rodríguez
B3	Ariel Sánchez	Yurisbel Gracial
B4	Erisbel Arruebaruena	Yasiel Santoya
B5	Yariel Duque	Willian Luis
B6	Jefferson Delgado	Yariel Duque
B7	Willian Luis	Erisbel Arruebaruena
B8	Andrys Pérez	Andrys Pérez
B9	Eduardo Blanco	Aníbal Medina

### 3.5. Conclusiones

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

1. Se verifica que el proceso de importación de los datos se realice de manera correcta, en tanto, se logran importar los datos para formar equipo en ambos contextos analizados.
2. Tanto las competencias como los indicadores empleados para determinar el cumplimiento de las mismas, deben ser refinadas por un experto en cada tema, de modo que se refleje mejor los aspectos a tener en cuenta al formar estos equipos. La herramienta permite establecer esta configuración.
3. Se lograron obtener propuestas de equipos utilizando la herramienta TEAMSOFT<sup>+</sup> en ambos contextos (béisbol y profesores para impartir docencia).
4. Las propuestas obtenidas para los equipos docentes cumplen con todas las restricciones establecidas que exige el problema. Sin embargo, los equipos difieren de los formados por el jefe de departamento (de forma manual) ya que no se modeló el factor de preferencia de los profesores por las asignaturas.
5. A pesar del gran número de restricciones y roles a cubrir presentes en la formación de equipos de béisbol, se generaron soluciones factibles. Aunque no hubo coincidencia

total con las alineaciones registradas por el *manager* del equipo, todos los asignados cumplen con las competencias para ocupar estas posiciones, y algunos se han desempeñado en estas posiciones con anterioridad.

# Conclusiones

Al finalizar este trabajo se arriban a las siguientes conclusiones:

1. A través del análisis del estado del arte sobre la formación de equipos se identificó que los modelos relacionados con los temas de béisbol y docencia no se toman en cuenta algunos factores que resultan importantes en este contextos como son: las competencias necesarias para cumplir los roles, las preferencias de las personas por los roles, las incompatibilidades entre las personas, entre otros.
2. Al incorporar a la herramienta la funcionalidad de importación de datos facilita incorporar de forma rápida los datos almacenados en ficheros externos para dar solución al problemas de formación de equipos.
3. La herramienta TEAMSOF<sup>T+</sup> presenta algunas limitaciones para adaptar los problemas de béisbol y docencia. En el caso del béisbol no se tiene en cuenta que un jugador tiene que jugar dos posiciones compatibles entre sí (una ofensiva y otra defensiva). Mientras que para el caso de la docencia no se tiene en cuenta que en algunas ocasiones el Líder debe formar parte del claustro de la asignatura.
4. La restricción *BossNeedToBeAssignedToAnotherRole* y la construcción de la solución inicial que asegura que el Líder del equipo ocupe otro rol, permite obtener soluciones factibles usando el modelo de formación de equipos múltiples para formar equipos docentes.
5. La restricción *MinimumRoles* y la construcción de la solución inicial que asegura que todos los jugadores (excepto el Líder) jueguen dos roles dentro del equipo, permite obtener soluciones factibles usando el modelo de formación de equipos múltiples para formar equipos de béisbol.
6. Las propuestas obtenidas para los equipos docentes cumplen con todas las restricciones establecidas que exige el problema. Sin embargo, los equipos difieren de los

formados por el jefe de departamento (de forma manual) ya que no se modeló el factor de preferencia de los profesores por las asignaturas.

7. A pesar del gran número de restricciones y roles a cubrir presentes en la formación de equipos de béisbol, se generaron soluciones factibles. Aunque no hubo coincidencia total con las alineaciones registradas por el *manager* del equipo, todos los asignados cumplen con las competencias para ocupar estas posiciones, y algunos se han desempeñado en estas posiciones con anterioridad.
8. Tanto las competencias como los indicadores empleados para determinar el cumplimiento de las mismas, deben ser refinadas por un experto en cada tema, de modo que se refleje mejor los aspectos a tener en cuenta al formar estos equipos. La herramienta permite establecer esta configuración.

# Recomendaciones

Con vistas a darle continuidad a este trabajo se recomienda:

1. Realizar nuevamente los experimentos para el caso del problema de la docencia una vez implementada la funcionalidad de las preferencias de las personas por los equipos.
2. Valorar la posibilidad de extender el modelo a otros problemas.
3. Incorporar al pícher como rol a tener en cuenta en el problema del béisbol.
4. Evaluar aplicar para otros contextos la funcionalidad de importación de datos.
5. Flexibilizar el cálculo de las competencias, permitiendo al usuario elegir distintos tipos de métodos.
6. Realizar un cambio en el diseño de la base de datos que permita manejar el nombre que debe adoptar el jefe de equipo en cada contexto.
7. Tanto las competencias como los indicadores empleados para determinar el cumplimiento de las mismas, deben ser refinadas por un experto en cada tema, de modo que se refleje mejor los aspectos a tener en cuenta al formar estos equipos.

# Referencias bibliográficas

- [1] M. André Ampuero, “Un modelo para la asignación de recursos humanos a equipos de proyectos de software,” Tesis Doctoral, Universidad Tecnológica de La Habana, José Antonio Echeverría, 2009.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] A. Durán Enríquez, “Nueva versión de la herramienta teamsoft+ para la formación de múltiples equipos de desarrollo de software,” Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica de La Habana, Jun. 2019.
- [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. Chávez Bosquez, J. Hernández Torruco, B. Hernández Ocana, and J. Canul Reich, “Modeling and solving a latin american university course timetabling problem instance,” *MDPI*, 2020.
- [10] B. Domenech and A. Lusa 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] INDER, “Sitio oficial de la serie nacional de béisbol,” <http://www.beisbolcubano.cu>, 2020.
- [12] 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.
- [13] W. Humphrey, “Introduction to the team software proccess,” in *SEI Series in Software Engineering*. Addison-Wesley, 2000.
- [14] I. Jacobson, G. Booch, and J. Rumbaugh, *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. Addison Wesley Iberoamericana, 2000.
- [15] R. Boyatzis, *The Competent Manager: A Model for Effective Performance*. Wileyand Sons, 1982.
- [16] A. Argüelles and N. Editors, *Competencia Laboral y Educación basada en normas de Competencia*. Limusa, 2000.
- [17] 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.
- [18] 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.

- [19] L. Carpetz, “Personality type in software engineering,” *International Journal of Computer Studies*, vol. 58, no. 2, pp. 207–214, 2003.
- [20] Standish Group, “Chaos report worse project failure in decade,” Standish Group, Tech. Rep., 2020.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] R. Álvares-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.
- [25] 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.
- [26] J. Kittur and M. Salunke, “Mixed learning styles: A strategy for team formation,” *Journal of Engineering Education Transformations*, vol. 33, pp. 434–441, 2020.
- [27] R. M. Felder and B. A. Soloman, “Index of learning styles questionnaire,” 2020. [Online]. Available: <https://www.webtools.ncsu.edu/learningstyles/>
- [28] WBSC, “Wbsc rankings,” Oct. 2021, [Online; accessed 11. Oct. 2021]. [Online]. Available: <https://rankings.wbsc.org/es/list/baseball/men/europe>
- [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 basketball players 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] T. González Chaveco, C. Porras Nodarse, and A. Rosete Suárez, "Nodos knime para ajustar modelos usando la biblioteca de clases biciam," *Revista cubana de transformación digital*, 2021.
- [34] INEFI, "Béisbol," <https://inefi.gob.do/beisbol>, Dec. 2020, [Online; accessed 23. Dic. 2020].
- [35] 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].
- [36] S. Silverman, "Basic fundamentals of baseball," <https://www.sportsrec.com/272178-basic-fundamentals-of-baseball.html>, Jul. 2011.
- [37] MES, "Resolución no. 85 reglamento de categorías docentes," 2016, <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/resolucion-85-de-2016-de-ministerio-de-educacion-superior>.
- [38] E. Sánchez Ansola, "Entrevista sobre el sistema de gestión pandora," Nov. 2020.
- [39] "Snb scoreboard," Oct. 2021, [Online; accessed 16. Oct. 2021]. [Online]. Available: <http://www.beisbolcubano.cu/general/ScoreBoard?fecha=2021-04-04>
- [40] R. Rofes Pérez, "Reaparecerán lázaro herrera y yariel duque con otro equipo," May 2016, [Online; accessed 16. Oct. 2021]. [Online]. Available: <https://martindihigoelmejor2013.cubava.cu/2016/06/05/reapareceran-lazaro-herrera-y-yariel-duque-con-otro-equipo/>

# Anexos A

## Ejemplo de fichero para la importación de datos

1	nombre	cd	cc	exp	trabdoc	trabmet	trabinv	conf	cpractica	sem	lab	tall	jefeasig
2	Raisa Socorro	Auxiliar	Doctor	25	Excelente	Excelente	Bien	20	10	2	0	2	4
3	Alejandro Rosete	Titular	Doctor	25	Excelente	Excelente	Excelente	19	14	7	0	1	10
4	Wenny	Instructor	Máster	9	Excelente	Excelente	Bien	6	4	3	2	1	0
5	Nayma	Asistente	Máster	5	Excelente	Excelente	Excelente	4	5	3	2	2	0
6	Maylin	Titular	Doctor	23	Excelente	Excelente	Excelente	22	23	7	2	4	10
7	Garay	Titular	Doctor	30	Bien	Excelente	Excelente	19	14	7	0	1	10
8	Milton	Auxiliar	Doctor	14	Excelente	Excelente	Bien	12	10	2	0	2	4
9	Luis	Instructor recién graduado	Ninguna	1	Bien	Bien	Bien	0	1	1	1	1	0
10	Camila	Instructor recién graduado	Ninguna	1	Excelente	Excelente	Excelente	0	1	1	1	1	0
11	Alfredo	Auxiliar	Doctor	18	Excelente	Excelente	Excelente	15	14	7	0	1	10
12	Eduardo	Asistente	Máster	9	Excelente	Excelente	Excelente	7	9	2	3	2	4
13	David	Asistente	Máster	8	Bien	Bien	Bien	7	6	2	2	1	0
14	Ernesto	Auxiliar	Máster	11	Excelente	Bien	Bien	4	7	7	7	3	2
15	Diana	Instructor recién graduado	Ninguna	2	Excelente	Bien	Bien	0	2	1	1	1	0
16	Anabel	Instructor recién graduado	Ninguna	1	Excelente	Excelente	Excelente	0	1	1	1	1	0
17	Vilma	Instructor	Máster	12	No Eval	Excelente	Excelente	19	14	7	0	1	10

Figura A.1: Fichero a importar para el contexto Formación de equipos de profesores para impartir docencia

nombre	exp	cl	sh	sf	cipa	dobles	triples	hr	slu	obp	avgO	avgD	br	cr	pos	c	primeraB	segundaB	ss	terceraB	lf	cf	rf	bd	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8
MARTÍNEZ MARRERO Ariel	6	9	0	1	7	1	0	2	463	483	293	1000	0	0C		6	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	1	0	0	0	0	0
PÉREZ GARCÍA Andriys	2	18	5	2	15	5	0	3	308	318	225	993	0	0C		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
LOREDO SARRIA Roberto	6	1	0	0	1	1	0	0	267	200	200	1000	0	0C		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2
HERNÁNDEZ MARTÍNEZ Evelio Yoel	3	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	1000	0	0C		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
GRACIAL GARCÍA Yurisbel	11	8	0	1	7	4	0	1	630	438	370	1000	0	03B		0	0	0	0	0	11	0	0	0	7	2	4	9	8	6	4	3
SANTOYA ZULUETA Yasiel	17	32	0	0	26	10	0	6	408	364	272	989	0	21B		0	17	0	0	0	0	0	0	8	0	3	12	14	11	8	4	
ARRUEBARUENA ESCALANTE Bárbaro Erisbel	8	2	0	0	2	1	0	0	130	192	870	1000	0	0SS		0	0	3	8	2	0	0	0	3	6	3	5	2	2	0	0	
DELGADO CASTAÑEDA Jefferson	14	57	0	3	52	11	1	5	459	453	354	957	2	03B		0	0	0	0	0	14	0	0	0	4	4	0	8	7	6	2	0
MEDINA PÉREZ Aníbal	12	34	11	1	32	15	3	2	414	432	317	978	6	32B		0	0	12	0	0	0	0	0	2	10	4	8	6	7	3	0	
DUQUE SALGADO Yariel	15	48	2	6	40	7	0	8	534	469	358	988	0	01B,3B		0	12	0	0	8	0	0	0	7	0	3	7	10	0	0	0	
ESQUERRES VALDÉS Moisés	4	9	1	0	7	1	0	2	433	385	200	967	1	02B,SS		0	0	3	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	1	
MENOCAL Sandy	4	7	6	1	7	3	0	0	231	339	202	964	3	02B,3B,SS		0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	
MARTÍNEZ MESA Juan Manuel	5	0	1	0	0	0	0	0	133	235	133	857	1	02B,SS		0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TAMAYO ROMÁN Edel	12	2	1	0	2	0	0	0	214	267	214	941	3	02B,3B,SS,RF		0	0	12	6	8	0	0	7	2	5	4	5	6	0	0	0	
BLANCO DÍAZ Eduardo	9	30	7	2	29	11	3	1	380	340	306	990	6	7CF		0	0	0	0	0	0	0	9	0	1	4	5	4	5	3	1	1
CAMERO RODRÍGUEZ Javier	8	42	0	1	37	14	0	5	464	421	306	958	0	01B,LF		0	4	0	0	0	4	0	0	3	0	3	2	3	5	0	0	
SÁNCHEZ SÁNCHEZ Ariel	16	38	9	5	32	13	0	6	433	391	314	1000	1	21B,LF,RF		0	10	0	0	0	12	0	8	5	10	8	9	8	4	3	2	
LUIS CAMPILLO William	20	46	0	1	33	5	0	13	522	376	283	975	1	0RF		0	0	0	0	0	0	0	20	7	3	6	8	7	8	5	5	
VÁZQUEZ TRUJILLO Juan Miguel	18	16	0	2	15	3	0	1	453	431	340	1000	0	01B,LF,RF		0	15	0	0	0	13	0	14	4	0	3	2	1	0	0	4	
CAMEJO DELGADO Yoelsiel	3	2	0	0	2	1	0	0	250	235	188	1000	2	01F,CF,RF		0	0	0	0	0	3	2	3	2	1	1	0	0	0	0	1	
ÁLVAREZ CÁRDENAS Roberto	4	0	0	0	0	0	0	0	286	444	286	1000	0	01F,CF,RF		0	0	0	0	0	4	2	4	1	2	2	3	0	0	0	0	
POLLEDO ABALLÍ Daríel	4	1	0	0	1	1	0	0	222	385	111	1000	0	01F,RF		0	0	0	0	0	3	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	
RODRÍGUEZ NARANJO Brian	1	0	0	0	0	1	0	0	750	500	500	0	0	01B		0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
MUJICA DÍAZ Yadir	7	3	1	0	3	1	0	0	220	283	195	962	3	0SS		0	0	0	7	0	0	0	0	2	0	3	0	2	0	1	0	

Figura A.2: Fichero a importar para el contexto Formación de un equipo de béisbol

# Anexos B

## Pantalla de seleccionar el fichero y establecer grupo

Seleccionar fichero

Seleccionar personas

Seleccionar competencias

Configurar competencias

Seleccionar roles

Verificar datos

Fichero a importar:

+ Buscar

Nombre del grupo

profesores IC

Contenido del fichero

<

>

1

2

3

4

>

>|

5

nombre	cd	cc	exp	trabdoc	trabmet	trabinv	conf	cpractica	sem	lab	tall	jefeasig
Raisa Socorro	Auxiliar	Doctor	25	Excelente	Excelente	Bien	20	10	2	0	2	4
Alejandro Rosete	Titular	Doctor	25	Excelente	Excelente	Excelente	19	14	7	0	1	10
Wenny	Instructor	Máster	9	Excelente	Excelente	Bien	6	4	3	2	1	0
Nayma	Asistente	Máster	5	Excelente	Excelente	Excelente	4	5	3	2	2	0
Maylin	Titular	Doctor	23	Excelente	Excelente	Excelente	22	23	7	2	4	10

<

>

1

2

3

4

>

>|

5

In total there are 16 persons.

Figura B.1: Pantalla cargar después de seleccionado el fichero y establecido el grupo (docencia)

Fichero a importar:

+ Buscar

Nombre del grupo

staff matanzas

Contenido del fichero

I<< < 1 2 3 4 5 > >I 5

non	exp	ci	sh	sf	cip	dob	trip	hr	slu	obp	avg	avg	br	cr	pos	c	prir	seg	ss	terc	lf	cf	rf	bd	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8	b9	ban	cap
ESC VAL Moi	4	9	1	0	7	1	0	2	433	385	200	967	1	0	2B	0	0	3	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	1	2	2	1	0
ME San	4	7	6	1	7	3	0	0	231	339	202	964	3	0	2B	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	2	2	1	0
MA ME Jua Mai	5	0	1	0	0	0	0	0	133	235	133	857	1	0	2B	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	1	0
TAN RO Ede	12	2	1	0	2	0	0	0	214	267	214	941	3	0	2B	0	0	12	6	8	0	0	7	2	5	4	5	6	0	0	0	2	3	1	4
BLA DIA Edu	9	30	7	2	29	11	3	1	380	340	306	990	6	7	CF	0	0	0	0	0	0	9	0	1	4	5	4	5	3	1	1	1	1	0	

Figura B.2: Pantalla cargar después de seleccionado el fichero y establecido el grupo (béisbol)

# Anexos C

## Pantalla mapeo datos de las personas

Seleccionar fichero

Seleccionar personas

Seleccionar competencias

Configurar competencias

Seleccionar roles

Verificar datos

Seleccione de los campos del fichero qué elementos pertenecen a las personas:

Campos disponibles

Atributos a seleccionar

< > 1 2 3 > > 5

	Atributos	Tipo
	cd	Texto
	cc	Texto
	trabdoc	Texto
	trabmet	Texto
	trabinv	Texto

< > 1 2 3 > > 5

Atributos asignados

Atributos relacionados con las personas

Atributos relacionados con las personas				
Atributo		Campo persona		
nombre	Texto	Nombre	Texto	
exp	Número	Experiencia	Número	

Back

Next

Figura C.1: Asociar atributos del fichero a las personas (común para los dos problemas)



## Anexos D

### Pantalla configuración competencias

The screenshot shows a web application interface with a blue navigation bar at the top containing the following tabs: 'Seleccionar fichero', 'Seleccionar personas', 'Seleccionar competencias', 'Configurar competencias' (which is highlighted), 'Seleccionar roles', and 'Verificar datos'. Below the navigation bar, there is a section titled 'Valores a configurar'. Inside this section, a label 'Atributo del fichero asignado con valor Texto:' is followed by a dropdown menu showing 'cc'. Below this, there is a table titled 'Valores de los atributos' with two columns: 'Atributo' and 'Peso'. The table contains the following data:

Atributo	Peso
Doctor	0.6
Máster	0.4
Ninguna	0.0
Suma total:	1.0

Figura D.1: Asociar peso a los valores del atributo cc (docencia)

The screenshot shows the same web application interface as Figure D.1, but with the dropdown menu set to 'trabdoc'. The table titled 'Valores de los atributos' now contains the following data:

Atributo	Peso
Excelente	0.6
Bien	0.4
No Eval	0.0
Suma total:	1.0

Figura D.2: Asociar peso a los valores del atributo trabdoc (docencia)



Figura D.3: Asociar peso a los valores del atributo trabinv (docencia)



Figura D.4: Asociar peso a los valores del atributo cc (béisbol)

Competencias asignadas con más de un atributo asignado: fuerza de bateo ▾

Valores de los atributos	
Atributo	Peso
dobles	0.1
triples	0.3
hr	0.35
slu	0.25
Suma total:	1.0

Figura D.5: Asociar peso a los valores del atributo trabdoc (béisbol)

Competencias asignadas con más de un atributo asignado: velocidad ▾

Valores de los atributos	
Atributo	Peso
dobles	0.1
triples	0.3
br	0.5
cr	0.1
Suma total:	1.0

Figura D.6: Asociar peso a los valores del atributo trabinv (béisbol)

# Anexos E

## Pantalla verificar datos

Seleccionar fichero

Seleccionar personas

Seleccionar competencias

Configurar competencias

Seleccionar roles

Verificar datos

Grupo seleccionado: profesores IC

Editar

— Datos de las personas

Atributos relacionados con las personas

Atributo		Campo persona	
nombre	Texto	Nombre	Texto
exp	Número	Experiencia	Número

Editar

— Datos de los roles

Atributos relacionados con los roles

Atributo		Rol
jefeasig	Número	Líder
tall	Número	Taller
lab	Número	Laboratorio
sem	Número	Seminario

Figura E.1: Pantalla verificación de los datos (docencia)

Seleccionar fichero

Seleccionar personas

Seleccionar competencias

Configurar competencias

Seleccionar roles

Verificar datos

Grupo seleccionado: staff matanzas

Editar

—

Datos de las personas

Atributos relacionados con las personas

Atributo		Campo persona	
nombre	Texto	Nombre	Texto
exp	Número	Experiencia	Número

Editar

—

Datos de los roles

Atributos relacionados con los roles

Atributo		Rol
capitan	Número	Lider
banco	Número	Banco
b9	Número	Noveno bate
b8	Número	Octavo bate
b7	Número	Séptimo bate
b6	Número	Sexto bate
b5	Número	Quinto bate

Figura E.2: Pantalla verificación de los datos (béisbol)

## Anexos F

### Pantalla mensaje información

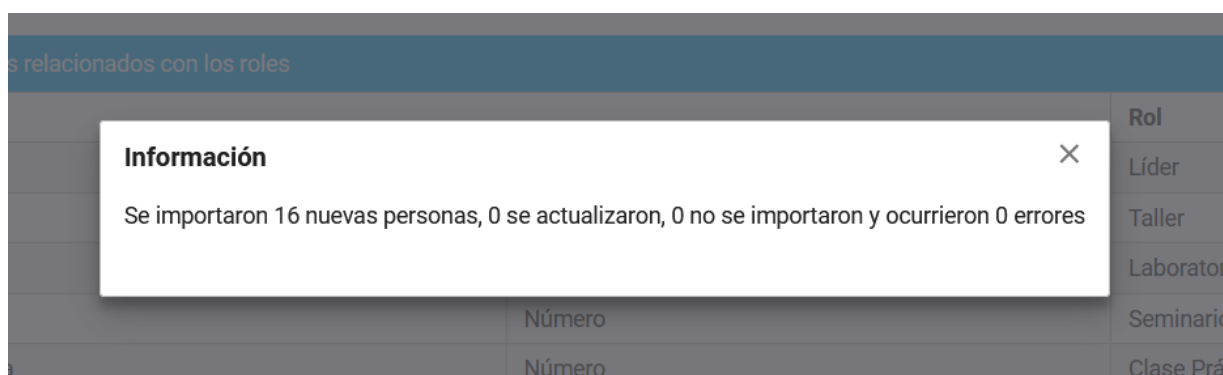


Figura F.1: Mensaje de información después de importar (docencia)

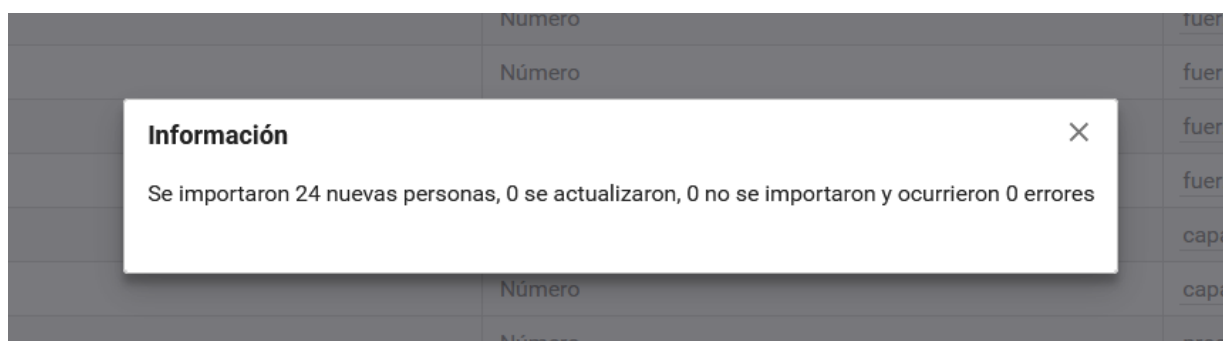


Figura F.2: Mensaje de información después de importar (béisbol)

# Anexos G

## Pantalla lista de personas importadas

Lista de personas												
1 2 > >  10												
Nombre	Apellidos	DNI	Dirección	Teléfono	Email	Sexo	Fecha de Ingreso	Carga de Trabajo	Experiencia	Estado	Provincia	Grupo
Raisa Socorro		8702115806		51774306	raisasocorro	M	06/10/2021	0.0	25	Active	Holguín	profesores IC
Alejandro Rosete		1611036581		57646115	alejandrorose	F	06/10/2021	0.0	25	Active	Isla de la Juventud	profesores IC
Wenny		2107303158		57433705	wenny@ceis.	M	06/10/2021	0.0	9	Active	Ciudad de la Habana	profesores IC
Nayma		0810182496		58585790	nayma@ceis.	M	06/10/2021	0.0	5	Active	Sancti Spiritus	profesores IC
Maylin		0405139372		54714079	maylin@ceis.	M	06/10/2021	0.0	23	Active	Camaguey	profesores IC
Garay		0901081657		51490174	garay@ceis.c	F	06/10/2021	0.0	30	Active	Guantánamo	profesores IC
Milton		1205151810		57013486	milton@ceis.	M	06/10/2021	0.0	14	Active	Matanzas	profesores IC
Luis		8606065915		59617398	luis@ceis.cuj	F	06/10/2021	0.0	1	Active	Camaguey	profesores IC
Camila		1303290570		52953016	camila@ceis.	M	06/10/2021	0.0	1	Active	Ciego de Ávila	profesores IC
Alfredo		0504173537		54596258	alfredo@ceis	F	06/10/2021	0.0	18	Active	Sancti Spiritus	profesores IC

Figura G.1: Listado de personas importadas (docencia)

Lista de personas												
1 2 3 > >  10												
Nombre	Apellidos	DNI	Dirección	Teléfono	Email	Sexo	Fecha de Ingreso	Carga de Trabajo	Experiencia	Estado	Provincia	Grupo
GRACIAL GARCÍA Yurisbel		21040188336		54823272	gracialgarciayu	F	06/10/2021	0.0	11	Active	Holguín	staff matanzas
SANTOYA ZULUETA Yasiel		94010750847		51798451	santoyazulueta	M	06/10/2021	0.0	17	Active	Isla de la Juventud	staff matanzas
ARRUEBARUEN ESCALANTE Bárbaro Erisbel		21041622500		56293790	arruebaruenaes	M	06/10/2021	0.0	8	Active	Sancti Spiritus	staff matanzas
DELGADO CASTAÑEDA Jefferson		09100208390		54596841	delgadocastañe	F	06/10/2021	0.0	14	Active	Isla de la Juventud	staff matanzas
MEDINA PÉREZ Anibal		80042386404		53568949	medinaperezan	M	06/10/2021	0.0	12	Active	Matanzas	staff matanzas
DUQUE SALGADO Yariel		01031075880		55731203	duquesalgadoy	M	06/10/2021	0.0	15	Active	Ciego de Ávila	staff matanzas
ESQUERRES VALDÉS Moisés		97122498466		52597429	esquerresvalde	M	06/10/2021	0.0	4	Active	Camaguey	staff matanzas
MENOCAL Sandy		80102387872		57517307	menocalsandy	F	06/10/2021	0.0	4	Active	Ciego de Ávila	staff matanzas

Figura G.2: Listado de personas importadas (béisbol)



# Anexos H

## Pantalla competencias genéricas de una persona

Datos específicos de la persona

Competencias Genéricas

Competencias Técnicas

Preferencia por rol

Interés por el proyecto

MBTI

Competencia

Nivel de Competencia

-Seleccione-

+ Agregar Competencia

Conductas observables del nivel seleccionado

No records found.

Competencias genéricas agregadas

<input type="checkbox"/>	Nombre	Nivel
<input type="checkbox"/>	Liderazgo	1.en partida
<input type="checkbox"/>	Responsabilidad	1.en partida
<input type="checkbox"/>	Pensamiento conceptual	1.en partida
<input type="checkbox"/>	Habilidades comunicativas	1.en partida

☒ Quitar seleccionado

Figura H.1: Competencias genéricas de Milton (docencia)

Datos específicos de la persona

Competencias Genéricas

Competencias Técnicas

Preferencia por rol

Interés por el proyecto

MBTI

Competencia

Nivel de Competencia

-Seleccione-

+ Agregar Competencia

Competencias genéricas agregadas

<input type="checkbox"/>	Nombre	Nivel
<input type="checkbox"/>	trabajo bajo presión	1.en partida
<input type="checkbox"/>	libre de preocupaciones	1.en partida
<input type="checkbox"/>	concentración	1.en partida
<input type="checkbox"/>	afrontar la adversidad	1.en partida
<input type="checkbox"/>	preparación mental	1.en partida
<input type="checkbox"/>	entrenabilidad	1.en partida
<input type="checkbox"/>	motivación para el logro	1.en partida

Quitar seleccionado

Figura H.2: Competencias genéricas de Santoya (béisbol)

# Anexos I

## Pantalla competencias técnicas de una persona

Datos específicos de la persona

Competencias Genéricas

Competencias Técnicas

Preferencia por rol

Interés por el proyecto

MBTI

Competencia

- Años experiencia

Nivel de Competencia

-Seleccione-

+ Agregar Competencia

Conductas observables del nivel seleccionado

No records found.

Competencias técnicas agregadas

<input type="checkbox"/>	Nombre	Nivel
<input type="checkbox"/>	Trabajo metodológico	2.en desarrollo
<input type="checkbox"/>	Trabajo investigativo	2.en desarrollo
<input type="checkbox"/>	Categoría docente	2.en desarrollo
<input type="checkbox"/>	Trabajo docente	3.en avance
<input type="checkbox"/>	Grado científico	3.en avance

Quitar seleccionado

Figura I.1: Competencias técnicas de Milton (docencia)

Datos específicos de la persona

Competencias Genéricas

Competencias Técnicas

Preferencia por rol

Interés por el proyecto

MBTI

Competencia

- Años experiencia

Nivel de Competencia

-Seleccione-

+ Agregar Competencia

Conductas observables del nivel seleccionado

No records found.

Competencias técnicas agregadas

<input type="checkbox"/>	Nombre	Nivel
<input type="checkbox"/>	Trabajo metodológico	2.en desarrollo
<input type="checkbox"/>	Trabajo investigativo	2.en desarrollo
<input type="checkbox"/>	Categoría docente	2.en desarrollo
<input type="checkbox"/>	Trabajo docente	3.en avance
<input type="checkbox"/>	Grado científico	3.en avance

Quitar seleccionado

Figura I.2: Competencias técnicas de Santoya (béisbol)

## Anexos J

# Pantalla preferencia por los roles de una persona

— Datos específicos de la persona

Competencias Genéricas Competencias Técnicas **Preferencia por rol** Interés por el proyecto MBTI

Roles -Selecione-

Preferido

+ Agregar preferencia

Interés por desempeñar un rol

<input type="checkbox"/> Roles	Preferencia por el rol
<input type="checkbox"/> Líder	<input type="button" value="X Evitado"/>
<input type="checkbox"/> Taller	<input type="button" value="X Evitado"/>
<input type="checkbox"/> Laboratorio	<input type="button" value="X Evitado"/>
<input type="checkbox"/> Seminario	<input type="button" value="X Evitado"/>
<input type="checkbox"/> Clase Práctica	<input type="button" value="✓ Preferido"/>
<input type="checkbox"/> Conferencia	<input type="button" value="✓ Preferido"/>

Figura J.1: Preferencia de Milton por los roles (docencia)

Interés por desempeñar un rol		
<input type="checkbox"/>	Roles	Preferencia por el rol
<input type="checkbox"/>	Lider	✓ Preferido
<input type="checkbox"/>	Banco	✗ Evitado
<input type="checkbox"/>	Noveno bate	✗ Evitado
<input type="checkbox"/>	Octavo bate	✗ Evitado
<input type="checkbox"/>	Séptimo bate	✗ Evitado
<input type="checkbox"/>	Sexto bate	✓ Preferido
<input type="checkbox"/>	Quinto bate	✓ Preferido
<input type="checkbox"/>	Cuarto bate	✓ Preferido
<input type="checkbox"/>	Tercer bate	✓ Preferido
<input type="checkbox"/>	Segundo bate	✗ Evitado
<input type="checkbox"/>	Primer bate	✗ Evitado
<input type="checkbox"/>	Bateador designado	✓ Preferido
<input type="checkbox"/>	Jardín derecho	✗ Evitado

Figura J.2: Preferencia de Santoya por los roles (béisbol)

## Anexos K

### Pantalla de configuración de la importación

Configuración

Punto de corte para la preferencia de los roles:

Número de años a considerar como máximo:

Si existen personas ya importadas: ☐ Ignorar ☒ Actualizar valores

Si hay valores nuevos: ☐ Mantener los valores anteriores y añadir los nuevos ☒ Reemplazarlos por los nuevos

Salvar Cancelar

Figura K.1: Configuración de la importación

# Anexos L

## Configuración de las competencias requeridas en los proyectos

Competencias Técnicas				
< < 1 > >				
<input type="checkbox"/>	Roles	Nombre	Nivel mínimo	Nivel de Importancia
<input type="checkbox"/>	Conferencia	Categoría docente	4.experto	1.Alguna medida
<input type="checkbox"/>	Conferencia	Años experiencia	4.experto	1.Alguna medida
<input type="checkbox"/>	Conferencia	Trabajo docente	4.experto	1.Alguna medida
<input type="checkbox"/>	Conferencia	Trabajo metodológico	4.experto	1.Alguna medida
<input type="checkbox"/>	Conferencia	Trabajo investigativo	4.experto	1.Alguna medida
<input type="checkbox"/>	Líder	Categoría docente	4.experto	1.Alguna medida
<input type="checkbox"/>	Líder	Grado científico	4.experto	1.Alguna medida
<input type="checkbox"/>	Líder	Trabajo docente	4.experto	1.Alguna medida
<input type="checkbox"/>	Líder	Trabajo metodológico	4.experto	1.Alguna medida
<input type="checkbox"/>	Líder	Trabajo investigativo	4.experto	1.Alguna medida
< < 1 > >				

Figura L.1: Configuración de las competencias para todas las asignaturas



Competencias Técnicas			
1 2 3 4 >			
<input type="checkbox"/> Roles	Nombre	Nivel mínimo	Nivel de Importancia
<input type="checkbox"/> Catcher	precisión de tiro	4.experto	9.9
<input type="checkbox"/> Campo corto	precisión de tiro	4.experto	8.8
<input type="checkbox"/> Jardín central	precisión de tiro	4.experto	8.8
<input type="checkbox"/> Jardín central	velocidad	2.en desarrollo	8.8
<input type="checkbox"/> Tercer bate	batear con hombres en base	3.en avance	9.9
<input type="checkbox"/> Tercer bate	fuerza de bateo	3.en avance	9.9
<input type="checkbox"/> Tercer bate	capacidad de embase	3.en avance	9.9
<input type="checkbox"/> Cuarto bate	batear con hombres en base	4.experto	8.8
<input type="checkbox"/> Cuarto bate	fuerza de bateo	4.experto	8.8
<input type="checkbox"/> Cuarto bate	capacidad de embase	4.experto	8.8
1 2 3 4 >			
Quitar seleccionado			

Figura L.2: Configuración de las competencias en los roles 1ra parte (béisbol)

Competencias Técnicas			
1 2 3 4 >			
<input type="checkbox"/> Roles	Nombre	Nivel mínimo	Nivel de Importancia
<input type="checkbox"/> Primer bate	velocidad	4.experto	7.7
<input type="checkbox"/> Primer bate	capacidad de embase	4.experto	7.7
<input type="checkbox"/> Segundo bate	batear con hombres en base	4.experto	6.6
<input type="checkbox"/> Segundo bate	capacidad de embase	4.experto	6.6
<input type="checkbox"/> Quinto bate	batear con hombres en base	3.en avance	5.5
<input type="checkbox"/> Quinto bate	fuerza de bateo	3.en avance	5.5
<input type="checkbox"/> Quinto bate	capacidad de embase	3.en avance	5.5
<input type="checkbox"/> Sexto bate	batear con hombres en base	3.en avance	4.4
<input type="checkbox"/> Sexto bate	fuerza de bateo	3.en avance	4.4
<input type="checkbox"/> Sexto bate	capacidad de embase	3.en avance	4.4
1 2 3 4 >			
Quitar seleccionado			

Figura L.3: Configuración de las competencias en los roles 2da parte (béisbol)

Competencias Técnicas			
1 2 3 4 >			
<input type="checkbox"/> Roles	Nombre	Nivel mínimo	Nivel de Importancia
<input type="checkbox"/> Noveno bate	batear con hombres en base	4.experto	3.3
<input type="checkbox"/> Noveno bate	capacidad de embase	4.experto	3.3
<input type="checkbox"/> Octavo bate	batear con hombres en base	4.experto	2.2
<input type="checkbox"/> Octavo bate	fuerza de bateo	4.experto	2.2
<input type="checkbox"/> Octavo bate	capacidad de embase	4.experto	2.2
<input type="checkbox"/> Noveno bate	fuerza de bateo	4.experto	1.1
<input type="checkbox"/> Primera base	precisión de tiro	4.experto	5.5
<input type="checkbox"/> Segunda base	precisión de tiro	4.experto	5.5
<input type="checkbox"/> Tercera base	precisión de tiro	4.experto	5.5
<input type="checkbox"/> Jardín izquierdo	velocidad	4.experto	5.5
1 2 3 4 >			
Quitar seleccionado			

Figura L.4: Configuración de las competencias en los roles 3ra parte (béisbol)

## Anexos M

### Nivel de las personas en las competencias

Tabla M.1: Nivel de los profesores por competencias: Trabajo docente (TD), Trabajo metodológico (TM), Trabajo investigativo (TI), Categoría docente (CD) y Grado científico (GC)

Profesor	Competencias				
	TD	TM	TI	CD	GC
Wenny	Experto	Experto	En desarrollo	En desarrollo	En avance
Nayma	Experto	Experto	Experto	En avance	En avance
Garay	En avance	Experto	Experto	Experto	Experto
Milton	Experto	Experto	En desarrollo	Experto	Experto
Alfredo	Experto	Experto	Experto	Experto	Experto
Eduardo	Experto	Experto	Experto	En avance	En avance
David	En avance	En desarrollo	En desarrollo	En avance	En avance
Ernesto	Experto	En desarrollo	En desarrollo	Experto	En avance
Diana	Experto	En desarrollo	En desarrollo	En partida	En desarrollo
Anabel	Experto	Experto	Experto	En partida	En desarrollo
Vilma	En desarrollo	Experto	Experto	En desarrollo	En avance

Tabla M.2: Nivel de los jugadores en las competencias: Batear con hombres en base (B), Fuerza de bateo (F), Precisión de tiro (P), Capacidad de embase (E) y Velocidad (V)

Jugador	Competencias				
	B	P	F	V	E
Ariel Martínez	En partida	Experto	En partida	En partida	En desarrollo
Roberto Loredo	En partida	Experto	En partida	En partida	En partida
Aníbal Medina	En avance	Experto	En avance	Experto	Experto
Evelio Hernández	En partida	Experto	En partida	En partida	En partida
Moisés Esquerrres	En partida	Experto	En partida	En partida	En desarrollo
Sandy Menocal	En partida	Experto	En partida	En desarrollo	En desarrollo
Juan Manuel Mesa	En partida	Experto	En partida	En partida	En desarrollo
Edel Tamayo	En partida	Experto	En partida	En partida	En desarrollo
Willian Luis	En desarrollo	Experto	En avance	En partida	En desarrollo
Juan Miguel	En desarrollo	Experto	En partida	En partida	En desarrollo
Yoisnel Camejo	En partida	Experto	En partida	En partida	En desarrollo
Roberto Álvarez	En partida	Experto	En partida	En partida	En desarrollo
Dariel Polledo	En partida	Experto	En partida	En partida	En desarrollo
Brian Rodríguez	En partida	En partida	En desarrollo	En partida	En avance
Yadil Mujica	En partida	Experto	En partida	En desarrollo	En desarrollo
Yariel Duque	Experto	Experto	En desarrollo	En partida	En desarrollo
Javier Camero	En desarrollo	Experto	En desarrollo	En partida	En desarrollo
Erisbel Arruebaruena	En partida	Experto	En partida	En partida	En desarrollo
Eduardo Blanco	En desarrollo	Experto	En desarrollo	Experto	En desarrollo

## Anexos N

# Preferencia de las personas por los roles

Tabla N.1: Preferencia de las personas por los roles: Líder (L), Conferencia (C), Clase práctica (CP), Seminario (S), Laboratorio (LB) y Taller (T)

Profesor	Roles					
	L	C	CP	S	LB	T
Ernesto			X	X	X	
Vilma		X	X			
Garay		X	X			
Diana						
Anabel						
Nayma		X	X	X		
Milton		X	X			
Alfredo	X	X	X			
Eduardo	X	X	X	X		
David			X	X		
Wenny			X	X		

Tabla N.2: Preferencia de los jugadores por los roles

<b>Jugador</b>	<b>Roles</b>	<b>Jugador</b>	<b>Roles</b>
Juan Miguel	1B, LF, RF	Eduardo Blanco	B9, CF
Ariel Martínez	C	Yoisnel Camejo	LF, RF
Roberto Loredo	C	Roberto Álvarez	B3, LF, RF
Evelio Hernández	C	Dariel Polledo	LF
Aníbal Medina	B1, 2B	Brian Rodríguez	BD, 1B
Moisés Esquerres	2B	Yadil Mujica	B2, 2B, 3B
Sandy Menocal	2B, SS, 3B	Yariel Duque	B6, 1B
Juan Manuel	B8	Javier Camero	BD, B4
Edel Tamayo	2B	Erisbel Arruebaruena	B7, SS
Willian Luis	RF		

# Anexos Ñ

## Configuración de un proyecto de béisbol

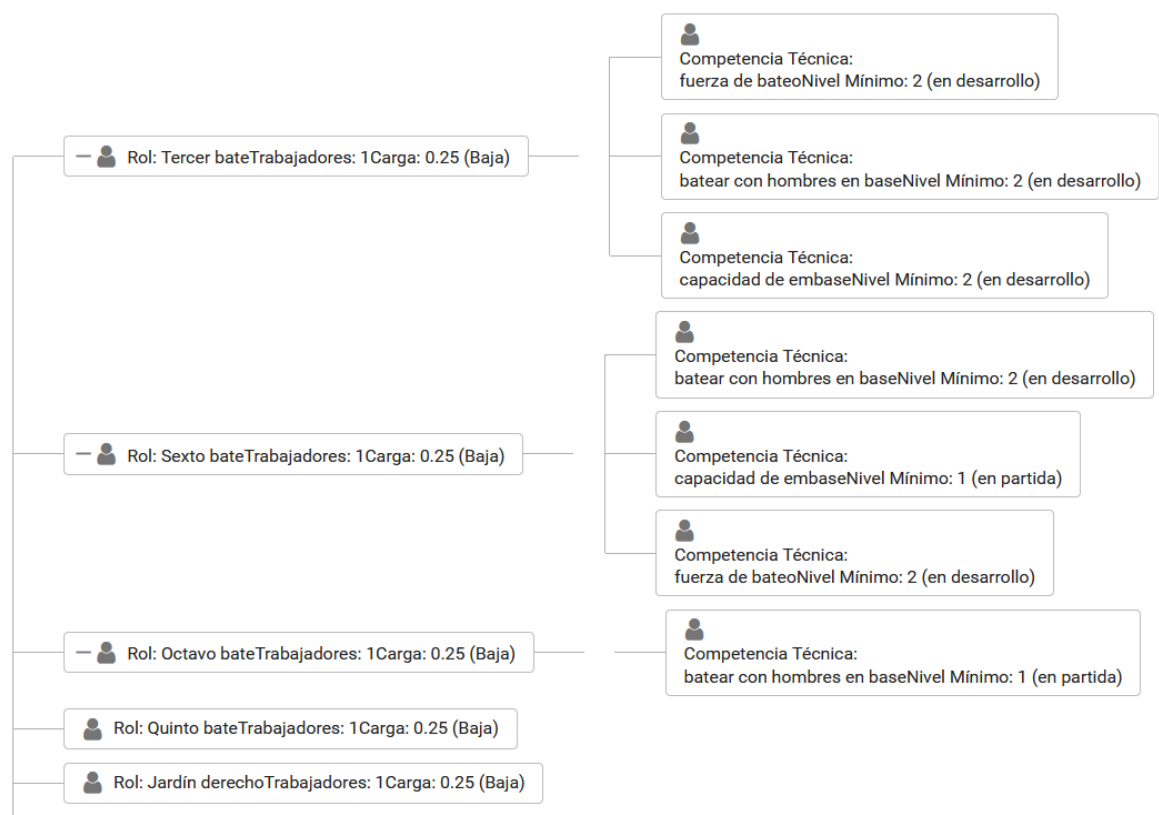


Figura Ñ.1: Trabajadores por rol y mínimo de competencias para desempeñar el rol

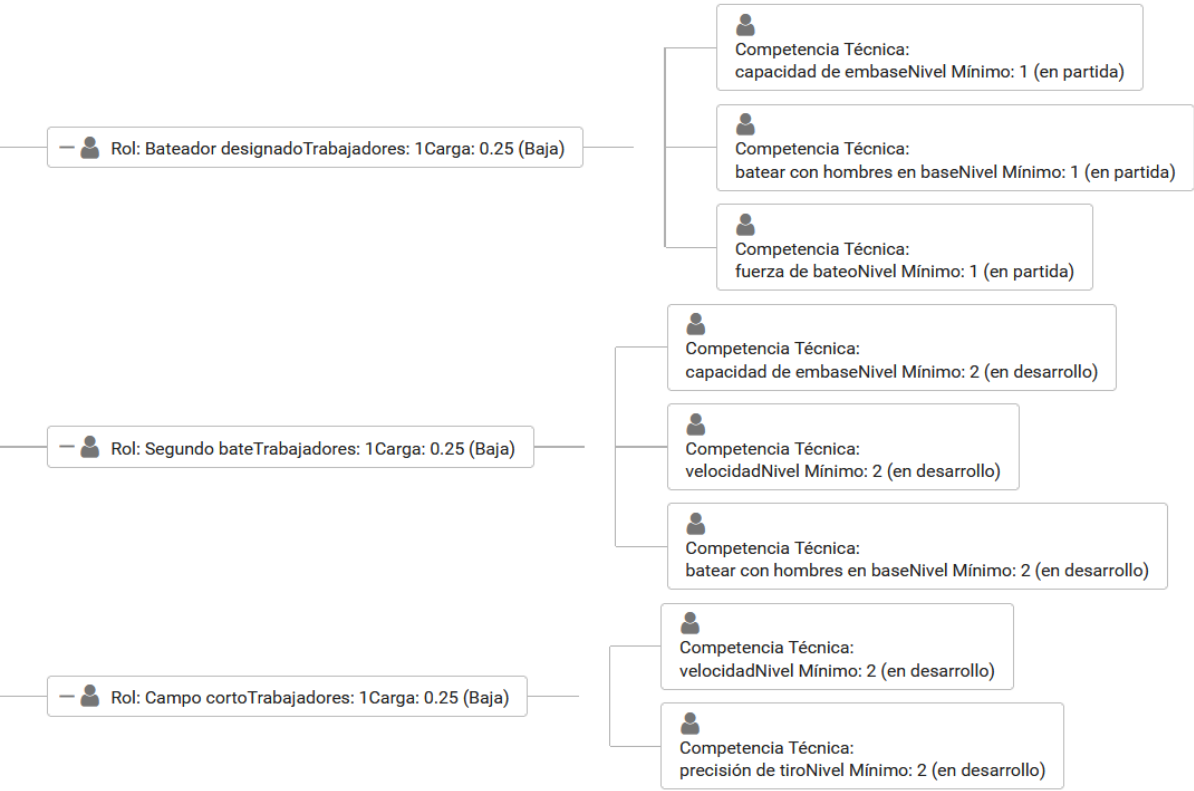


Figura Ñ.2: Trabajadores por rol y mínimo de competencias para desempeñar el rol

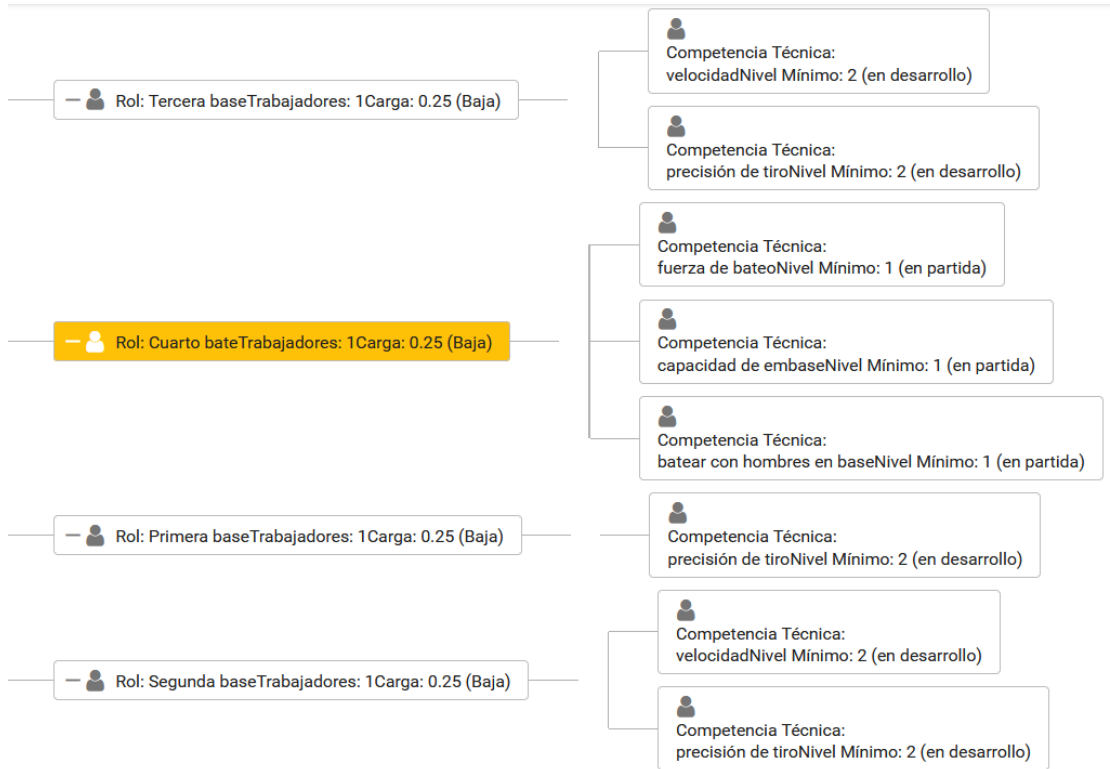


Figura Ñ.3: Trabajadores por rol y mínimo de competencias para desempeñar el rol



Figura Ñ.4: Trabajadores por rol y mínimo de competencias para desempeñar el rol



# Anexos O

## Diagrama físico de la base de datos

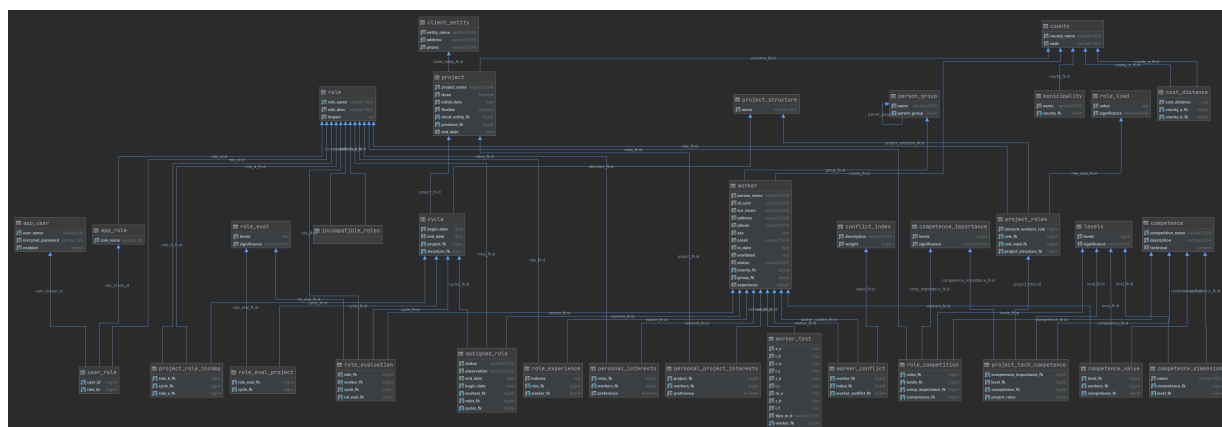


Figura O.1: Diagrama físico de la base de datos de TEAMSOFT<sup>+</sup>

# Anexos P

## Solución de los problemas

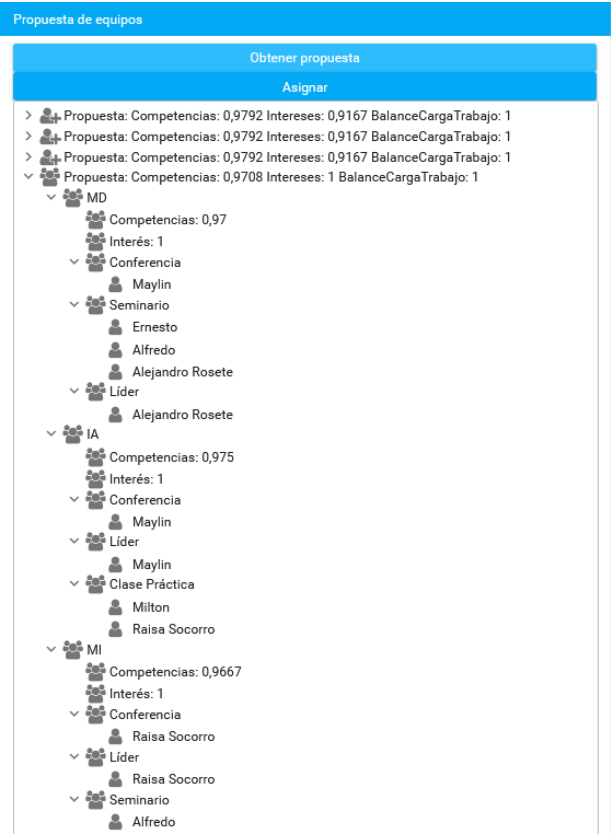


Figura P.1: Captura de pantalla que muestra la solución al problema de la docencia



Figura P.2: Captura de pantalla que muestra la solución al problema de béisbol