

# Una herramienta de aprendizaje colaborativo orientada a la formación de grupos

Elena del Val  
Universitat Politècnica de  
València  
Camí de Vera s/n, 46022,  
Valencia, España  
edelval@dsic.upv.es

Victor Sanchez-Anguix  
Universitat Politècnica de  
València  
Camí de Vera s/n, 46022,  
Valencia, España  
sanguix@dsic.upv.es

Juan M. Alberola  
Universitat Politècnica de  
València  
Camí de Vera s/n, 46022,  
Valencia, España  
jalberola@dsic.upv.es

## RESUMEN

En este artículo introducimos una herramienta para la formación de equipos en el aula. La herramienta busca recomendar equipos de alumnos a los docentes. Más concretamente, la herramienta toma como ejes centrales de su funcionamiento la taxonomía de roles de Belbin, la evaluación/opinión de los alumnos sobre los roles predominantes de otros compañeros de equipo, y la generación automática de equipos. La herramienta funciona normalmente en un bucle de formación de equipos y posterior evaluación que permite formar equipos cada vez más diversos en base a los roles predominantes para cada uno de los alumnos.

## Categories and Subject Descriptors

K.3.1 [Computers and education]: Computer Uses in Education—*Collaborative learning*; K.3.2 [Computers and education]: Computer and Information Science Education—*Information systems education, Computer science education*

## General Terms

Applications

## Keywords

Formación de equipos, trabajo en equipo, herramienta enseñanza

## 1. INTRODUCCIÓN

Con la creación del espacio Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), las competencias tomaron un rol central en el sistema educativo de los estados miembros de la Unión Europea. Una competencia puede ser considerada como una puesta en marcha de un conjunto diverso y coordinado de recursos para la resolución exitosa de una determinada situación [13]. Dentro de las competencias podemos encontrar las competencias específicas y las competencias transversales, siendo las primeras aquellas propias de un

campo del saber específico y las segundas aquellas comunes a varios campos del saber.

Entre las competencias transversales, el trabajo en equipo ha tomado una especial relevancia en los últimos años [17]. Esto es debido a que hoy por hoy, el mundo de los equipos multidisciplinares tienen un especial protagonismo en los negocios y los proyectos de ingeniería [20, 7]. Por tanto, es de crucial importancia fomentar el trabajo en equipo desde los primeros cursos de educación superior. No obstante, el trabajo en equipo no es únicamente una necesidad, sino que además existen indicios que apuntan a que mediante el aprendizaje colaborativo los resultados de aprendizaje en el aula pueden ser mejorados [12]. Debido a esta razón, existe un interés doble en implantar el trabajo en equipo en el aula.

Con el fin de que los estudiantes estén positivamente predisuestos hacia el trabajo en equipo, es necesario que estos tengan experiencias positivas durante su etapa de educación superior. No obstante, el problema de la formación de equipos en el aula es complejo tanto por su exponencial combinatoria como por la dificultad de encontrar alumnos que generen una correcta dinámica de equipo. En este artículo presentamos una herramienta web iterativa para ayudar al docente a tomar decisiones a la hora de formar equipos en el aula. Más concretamente, su funcionamiento se basa en la conocida taxonomía de roles de Belbin [3], la opinión emergente de los alumnos sobre los roles predominantes de sus compañeros, y en herramientas de inteligencia artificial como el aprendizaje automático y la formación de coaliciones. El resto de este artículo se organiza de la siguiente forma. Primero introducimos al lector en la competencia transversal del trabajo en equipo. Tras ello pasamos a describir la arquitectura y diseño de la aplicación para la formación automática de equipos. Finalmente, mostramos el comportamiento de la herramienta con un ejemplo de simulación y comentamos las conclusiones de este trabajo y futuras líneas de trabajo.

## 2. APRENDIZAJE COLABORATIVO

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) promueve el uso de aprendizaje basado en entornos colaborativos que fomenten la interacción y participación de distintos alumnos dentro de un equipo de trabajo. En este sentido, es comúnmente aceptado que el aprendizaje colaborativo representa un tema de enorme interés para la comunidad educativa, generando una gran cantidad de estudios e investigaciones. Además, este interés se ha incrementado en los

últimos años debido al auge del uso de las tecnologías de la información y comunicación (TICs) como herramientas para apoyar y mejorar la eficacia de este tipo de aprendizaje [16].

En la literatura podemos encontrar diferentes trabajos que experimentan en las aulas las ventajas del trabajo en equipo [19, 6]. Además, con el auge del uso de las TICs, diversas propuestas han aparecido para dar soporte al aprendizaje colaborativo. Por ejemplo, en [1] se presenta una herramienta que ofrece diferentes funcionalidades que facilitan la interacción entre los alumnos, la compartición de documentos, gestión de calendario, etc. En [8] se promueve el uso de herramientas web para entornos colaborativos, en los que las distintas situaciones de cada alumno, dificulte la realización presencial del trabajo colectivo. En [10] se propone el uso del aula virtual como herramienta para compartir la información entre los alumnos, fomentando la resolución de problemas entre ellos (los cuales no requieran de la intervención del profesor) y la interacción y debate sobre distintos proyectos propuestos por el profesor. En [14] se propone el uso de una herramienta wiki para la construcción y edición de contenidos en entornos colaborativos. En otros trabajos como [2] podemos ver ejemplos donde se pone de manifiesto la dedicación que requiere la planificación de los trabajos que hay que realizar, la delimitación de las reglas de funcionamiento, la especificación de la distribución de funciones, la evaluación de los proyectos, etc.

A pesar de la creciente popularidad del uso de las TICs como soporte al aprendizaje colaborativo, los trabajos citados anteriormente son apropiados en diversos contextos, pero no analizan el problema de cómo los equipos se forman inicialmente. Relacionado con esto, hay una opinión bastante consensuada sobre la importancia de la formación de equipos para obtener unos resultados satisfactorios en el proceso de aprendizaje colaborativo [9]. Además, es importante que los equipos estén formados por estudiantes heterogéneos, con diferentes posibilidades sociales y de aprendizaje que garanticen una riqueza de distintos puntos de vista que propicie la discusión y negociación. Sin embargo, no han aparecido muchos trabajos que se centren en el proceso de formación de equipos, y sobretodo, de equipos heterogéneos.

En [5] se presenta una herramienta de formación de equipos heterogéneos y homogéneos basándose en diferentes criterios. La herramienta también permite al profesor modificar los equipos y a los alumnos negociar las agrupaciones. Sin embargo, esta negociación consiste en una interacción directa con el profesor. Graf et al. [9] presentan otra propuesta para formar equipos heterogéneos basándose en los rasgos de los estudiantes. El mecanismo que utilizan trata de maximizar la diversidad del equipo manteniendo un nivel similar de heterogeneidad en todos los equipos. Wang et al. [21] agrupan también estudiantes heterogéneos según su forma de pensar. Al final del proceso, los alumnos evalúan sus equipos mediante cuestionarios. Yannibelli and Amandi [22] también hacen una propuesta de balancear los distintos tipos de estudiantes que hay en cada equipo.

Aunque estos trabajos tratan el problema de la formación de equipos, utilizan distintas asunciones que pueden ser demasiado restrictivas en contextos educativos reales. En primer lugar, las anteriores propuestas requieren de cierta informa-

ción previa de los estudiantes, como sus habilidades, atributos o tipos diferentes de estudiantes que caracterizan a cada uno. Además, estos trabajos no utilizan ninguna realimentación de los estudiantes para mejorar la formación de equipos en posteriores iteraciones o proyectos.

El objetivo de nuestro trabajo es por lo tanto, abordar las limitaciones de las aproximaciones actuales. Nuestra propuesta es iterativa, de modo que la formación de los equipos se mejora según se ejecuten más iteraciones, mediante la realimentación obtenida después de cada interacción o proyecto por parte de los alumnos. Además, nuestra propuesta considera la opinión que tienen todos los miembros del equipo sobre un miembro particular, de modo que se emite una opinión consensuada que es más objetiva y realista. Finalmente, la única información previa que se requiere es los distintos tipos en los que se puede clasificar a cada estudiante, pero no cuál es tu tipo concreto ni cuáles son sus habilidades, su forma de trabajar o su forma de actuar.

## 2.1 Roles en un equipo de trabajo

Belbin [3] hace un profundo estudio sobre la influencia de los roles o tipos de comportamiento de las personas que forman un equipo de trabajo. En este trabajo se remarca la importancia de la composición de un equipo de trabajo para que el resultado sea satisfactorio. Entre las conclusiones se puede remarcar la de que equipos compuestos por roles poco heterogéneos tienden a producir resultados insatisfactorios. Belbin admite que posiblemente hay infinitos patrones de comportamientos asociados a las personas, pero que el rango de comportamientos útiles, que realmente tienen una influencia efectiva en el grado de rendimiento del equipo de trabajo, es limitado. Más concretamente propone patrones útiles (roles) en un equipo de trabajo:

- **Generador:** Solucionan problemas mediante pensamiento creativo y enfoques poco ortodoxos.
- **Investigador de recursos:** Comunicativos, extrovertidos e investigadores.
- **Coordinador:** Pensamiento maduro, seguro y generalmente ayudan a promover objetivos y toman parte en el proceso de toma de decisiones.
- **Moldeador:** Trabajan bien con presión y tienen la energía para superar obstáculos.
- **Monitor:** Tienden a evaluar todas las opciones con precisión.
- **Corporativo:** Tienden a ser cooperativos y diplomáticos dentro de un equipo.
- **Implementador:** Transforman ideas en acciones. Generalmente son disciplinados, eficientes y conservadores.
- **Finalizador:** Constantemente están buscando errores y descuidos.
- **Especialista:** Proporcionan habilidades específicas y conocimiento técnico.

Para que un equipo sea eficaz, es importante que haya una distribución heterogénea de ellos. Basándonos en este modelo de patrones de comportamiento en un equipo de trabajo, a continuación presentaremos una herramienta que está enfocada a formar equipos de trabajo heterogéneos. Como veremos en las siguientes secciones, esta herramienta ajusta los alumnos a los perfiles de comportamiento según las evaluaciones de los propios compañeros.

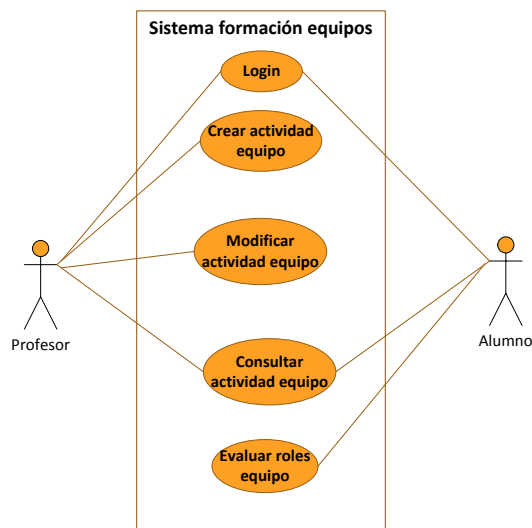


Figura 1: Casos de uso para el sistema de formación de equipos

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

La aplicación propuesta se emplea en una plataforma web donde los actores, tanto docentes como alumnos, pueden interactuar con el sistema. Las principales funcionalidades del sistema pueden ser observadas en el diagrama UML de casos de uso representado en la Figura 1. Tanto el docente como el alumno siempre empiezan a interactuar con la aplicación mediante la acción de *Login*. Esta autenticación permite mostrar una vista personalizada de las acciones disponibles para cada uno de los dos roles.

El ciclo de trabajo habitual para la aplicación suele comenzar con el docente creando una actividad de equipo para una asignatura (*Crear actividad equipo*). Esta actividad tiene como resultado una lista de equipos de estudiantes para la actividad, que es comunicado al docente una vez que los equipos han sido calculados tal y como podremos observar en la siguiente sección. En caso de que el docente no esté conforme con alguno de los datos introducidos sobre la actividad o los equipos propuestos, éste puede modificarlos mediante la acción *Modificar actividad equipo*. Cuando el docente cree conveniente, éste publica los equipos de la actividad, que son notificados mediante email a los alumnos participantes.

Una vez la actividad ha sido llevada a cabo en el aula, los alumnos pueden pasar a dar su opinión sobre sus compañeros de equipo para la actividad recién finalizada (*Evaluar roles equipo*). Básicamente, cada uno de los integrantes del equipo opina sobre cuál cree que es el rol de Belbin predominante



Figura 2: Diagrama de actividad en la creación de actividad de equipo.

de cada uno de sus compañeros. Este proceso será descrito en más detalle en la sección 3.2. El resultado es que la nueva información es almacenada en la base de datos para la formación de equipos en futuras actividades. Esta secuencia de acciones se repite para las distintas actividades durante el transcurso del curso. La idea detrás de esta secuencia de pasos iterativa, es que a medida que contemos con más información tendremos más evidencia sobre los roles de Belbin predominantes de cada estudiante. Esto debería permitirnos formar equipos más adecuados con cada iteración.

Tal y como hemos podido observar, en este sistema existen dos actividades principales, crear una actividad de equipo (profesor) y evaluar roles de equipo (alumno). A continuación describimos ambas en más detalle.

#### 3.1 Crear actividad de equipo

En la Figura 2 puede observarse un diagrama de actividad que describe las tareas que son llevadas a cabo tanto por el usuario como el sistema para crear una nueva actividad de equipo. Durante el curso, el docente lleva a cabo diversas actividades en equipo dentro del aula. Una captura de pantalla de parte de este proceso puede observarse en la Figura 3. El principal problema del docente es cómo crear equipos cuando el número de alumnos en el aula es elevado y no se tiene información sobre los perfiles de los alumnos. La herramienta web que presentamos facilita esta tarea al docente. Una vez que el profesor ha introducido sus datos de autenticación (*Login* en Figura 1), el docente puede escoger crear una nueva actividad desde el menú de operaciones. La creación de actividad comienza cuando el docente acciona la opción *Crear actividad*. Entonces, la página web muestra un menú desplegable con las asignaturas en las que el docente participa. Es en esta fase de la aplicación donde el docente debe *Seleccionar asignatura* para la creación de actividad

Figura 3: Formulario web para introducir los datos de la actividad de equipo.

de equipo. Una vez seleccionada la asignatura donde se va a realizar la actividad, automáticamente aparecen los grupos de clase en los que imparte docencia. Es en ese punto donde el docente debe *Seleccionar grupo* de clase que va a realizar la actividad en cuestión. Tras haber seleccionado el grupo de clase, el docente puede, opcionalmente, introducir información adicional sobre la actividad en equipo: *Introducir descripción actividad*, *Introducir fecha inicio*, *Introducir fecha entrega*, y *Subir material para actividad*. Una vez crea necesario, el docente puede pasar al siguiente paso, que consiste en determinar los tamaños mínimos y máximos para los equipos que se formarán para la actividad (*Seleccionar tamaños equipo*). Con estos parámetros, el sistema está listo para la propuesta automática de equipos de estudiante en la actividad. Es una vez el docente ha pulsado el botón de confirmación (*Confirmar creación actividad*) cuando el sistema se predispone a calcular los equipos a proponer.

Para el cálculo de los equipos que son formados, el sistema se basa en proceso de generación de estructuras coalicionales [15]. El problema de la generación de estructuras coalicionales consiste en dado un conjunto de individuos  $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ , generar la partición en conjuntos disjuntos de individuos conjuntos  $S = \{T_1, \dots, T_k\}$  tales que maximizan una función de utilidad del sistema  $v : S \rightarrow \mathbb{R}$ , o lo que es lo mismo  $\operatorname{argmax}_{S \in 2^A} v(S)$ . En este caso, para calcular la función de utilidad del sistema tenemos en cuenta algunas de las características de la teoría de roles de Belbin [3]. Más concretamente, tenemos en cuenta que teóricamente la diversidad de roles favorece el trabajo en equipo [11] por lo que valoramos mejor aquellos equipos que contienen roles variados. La función de utilidad del sistema consiste en este caso en la suma de las valoraciones de cada uno de los equipos. Por tanto, cuanto más variados sean los

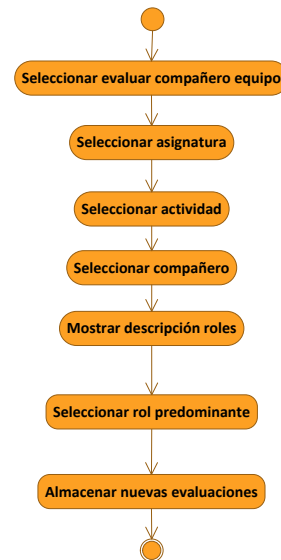


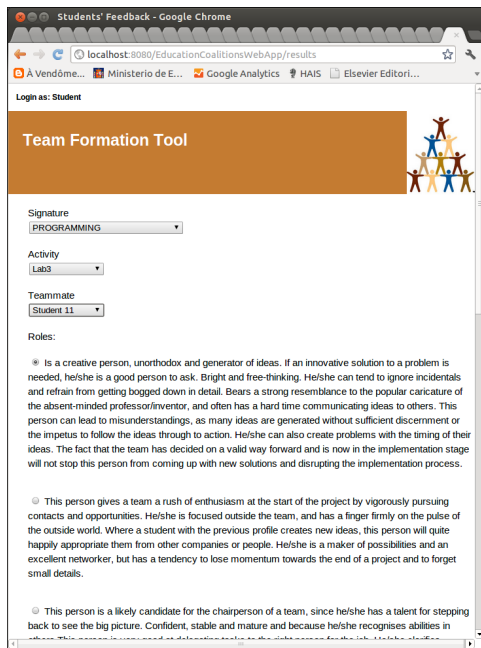
Figura 4: Diagrama de actividad para la evaluación de roles de equipo.

equipos propuestos, mayor será la función de utilidad del sistema (i.e., el resultado es que encontramos la composición de equipos más variada). Para determinar el rol de cada uno de los alumnos tenemos en cuenta el historial de evaluaciones sobre un alumno. El historial de evaluaciones consiste en la opinión que los compañeros de equipo del alumno en pasadas actividades han dado sobre el posible rol predominante del alumno de acuerdo a la taxonomía de Belbin. Más concretamente, empleamos aprendizaje Bayesiano [18] para estimar la probabilidad con la cual cada alumno juega cada rol de Belbin. El problema de la generación de estructuras coalicionales es un problema bien conocido en el ámbito de la Inteligencia Artificial, y para su resolución hemos empleado la herramienta *ILOG CPLEX 12.5*<sup>1</sup> (*Calcular equipos*). Más detalles sobre la parte técnica de esta propuesta pueden ser encontrados en [4]. Una vez que el algoritmo de generación automática de equipos termina, el sistema notifica mediante correo electrónico al docente que la propuesta de equipos ha sido generada (*Notificar usuario equipos creados*).

### 3.2 Evaluar roles de equipo

En la Figura 4 puede observarse un diagrama de actividad que describe las tareas que son llevadas a cabo tanto por el alumno como el sistema para evaluar a los compañeros tras una actividad. Una captura de pantalla de parte de este proceso puede observarse en la Figura 5. Una vez finalizada una actividad de equipo, los alumnos reciben una notificación por parte del sistema para que den evaluaciones sobre los posibles roles de Belbin de cada uno de sus compañeros de equipo en la actividad. El alumno, que previamente se ha autenticado en el sistema, puede *Seleccionar evaluar compañero equipo* en el menú de acciones. Esto lleva a la aplicación a un formulario web donde los alumnos primero seleccionan una asignatura (*Seleccionar asignatura*), luego seleccionan una actividad dentro de la asignatura (*Seleccionar*

<sup>1</sup><http://www.ibm.com/software/commerce/optimization/cplex-optimizer/>



**Figura 5:** Formulario web para la evaluación de los compañeros de equipo.





















actividad) y finalmente seleccionan un compañero (*Seleccionar compañero*). Entonces, la aplicación web muestra las descripciones de roles de la taxonomía de Belbin (*Mostrar descripción roles*). En ningún momento aparece el nombre del rol, tan solo las descripciones de las características principales del rol, intentando evitar así posibles sesgos en las opiniones de los estudiantes. Tras ello, el estudiante selecciona un rol predominante para el compañero (*Seleccionar rol predominante*) y puede confirmar su opinión, almacenándose entonces en la base de datos la nueva evaluación correspondiente para el compañero (*Almacenar nuevas evaluaciones*). Una vez el periodo de evaluación de compañeros ha terminado, la aplicación lanza el proceso de aprendizaje Bayesiano mencionado en la sección 3.1 para actualizar la información estadística sobre el rol predominante de cada alumno.

#### 4. EVALUACIÓN

Con el fin de validar el modelo propuesto, en esta sección mostramos una simulación mediante perfiles virtuales de alumnos. Para ello, realizaremos equipos de trabajo de alumnos, donde cada alumno responde predominantemente a uno de roles definidos por Belbin (Sección 2.1). Esto lo hacemos para simplificar la simulación, aunque como ya hemos dicho anteriormente, un mismo alumno podría responder a más de un rol simultáneamente. El objetivo de la herramienta es definir los equipos de trabajo para cada tarea, con la finalidad de obtener una mayor eficacia global. Como hemos comentado anteriormente, una de las aportaciones de la propuesta es que los roles predominantes de los alumnos son desconocidos, por lo que se utilizará el feedback proporcionado por los alumnos después de la ejecución de cada tarea, para orientar la agrupación de los alumnos.

Según Belbin, un equipo de trabajo formado por perfiles

**Tabla 1:** Medida de la eficacia para distintos equipos de trabajo. Cada color responde a un rol diferente.

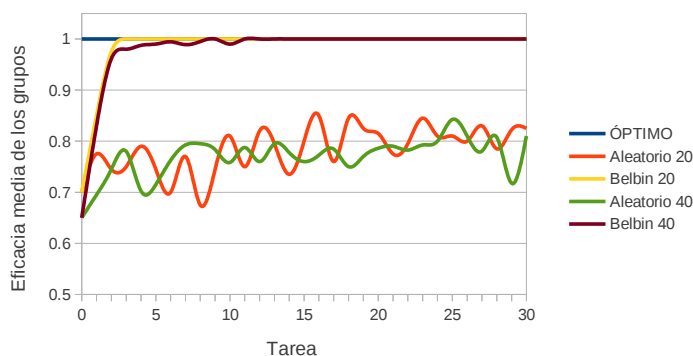
				Eficacia	
				1	
				0.5	
				0.25	
				0.125	

heterogéneos de alumnos será más eficaz y producirá resultados más satisfactorios que un equipo formado por perfiles homogéneos. De este modo, la eficacia global de cada equipo de trabajo la mediremos numéricamente dependiendo de la distribución de roles en el equipo (Tabla 4). Así, un equipo de trabajo formado por un conjunto de roles heterogéneos tendrá una eficacia máxima de 1 (el equipo ha funcionado perfectamente); un equipo de trabajo donde haya dos alumnos con el mismo rol, tendrá una eficacia de 0.5 (han surgido pequeños roces en el equipo); un equipo de trabajo donde haya tres alumnos con el mismo rol, tendrá una eficacia de 0.25 (han surgido bastantes problemas en el equipo); y finalmente, un equipo de trabajo donde los cuatro alumnos tengan el mismo rol predominante, tendrá una eficacia de 0.125 (el equipo ha sido un completo desastre para trabajar). Esta eficacia representa la satisfacción real de los componentes del equipo así como el funcionamiento del mismo para la ejecución de la tarea.

Para ver un ejemplo de ejecución, en la Figura 6 mostramos una simulación de 30 tareas, donde los alumnos son agrupados en equipos de 4, de un total de 20 y 40 alumnos por clase. En esta figura comparamos la eficacia media de todos los equipos de la clase cuando son agrupados según el modelo de Belbin y cuando son agrupados siguiendo un criterio aleatorio. Como podemos observar, el modelo propuesto tiende rápidamente a la eficacia óptima, y en tan solo tres iteraciones se llega a formar unos equipos completamente heterogéneos para una clase de 20 alumnos. Para una clase de 40 alumnos, se requieren más iteraciones para converger al óptimo, debido a que hay más posibles combinaciones. Sin embargo, ya en las primeras iteraciones se consigue una eficacia superior al 0.95. Por el contrario, una agrupación aleatoria de los alumnos, tiene una eficacia media que oscila entre 0.7 y 0.8, no llegando a mejorar ni durante 30 tareas.

#### 5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este artículo hemos presentado una herramienta cuyo objetivo es ayudar al docente a formar equipos de trabajo en el aula. Para su funcionamiento, esta herramienta emplea la taxonomía de roles de Belbin con el fin de buscar, siempre que sea posible, equipos con diversidad de roles. El funcionamiento de la herramienta es normalmente cíclico, con una primera fase donde el docente crea una actividad de



**Figura 6: Eficacia media de los equipos de trabajo para las distintas tareas**

equipo y la herramienta le recomienda equipos mediante un algoritmo de generación de estructuras coalicionales, y una segunda fase donde los alumnos proporcionan su opinión sobre el rol de Belbin predominante del resto de compañeros de equipo. Esta información sirve para refinar el proceso de formación de grupos mediante aprendizaje Bayesiano. Adicionalmente, hemos mostrado el comportamiento de la herramienta en diversos escenarios simulados. Nuestro trabajo futuro incluye la aplicación de esta herramienta para diversas asignaturas de grado y estudiar la aplicación de otras taxonomías de roles.

## Acknowledgments

This work has been partially supported by projects TIN2012-36586-C03-01 and TIN2011-27652-C03-01.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Alcina Caudet. Tutorizar trabajos terminológicos en un entorno virtual de trabajo colaborativo. *Sendebarr*, 13:169–181, 2002.
- [2] A. Ariza and S. Oliva. Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación y una propuesta para el trabajo colaborativo. In *V Congreso Iberoamericano de Informática Educativa*, 2000.
- [3] R. M. Belbin. *Team roles at work*. Routledge, 2010.
- [4] Blind\_Review. xxxx. In *8th International Conference on Hybrid Artificial Intelligence Systems (HAIS 2013)*, page In Press. 2013.
- [5] C. E. Christodoulopoulos and K. A. Papanikolaou. A group formation tool in an e-learning context. *2012 IEEE 24th International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, 2:117–123, 2007.
- [6] A. Cruz, A. Benito, I. Cáceres, and E. Alba. Hacia la convergencia europea: relato de una experiencia de innovación docente en la uem. *Revista Iberoamericana de Educación*, 43(1):6, 2007.
- [7] M. F. De Vries. High-performance teams: Lessons from the pygmies. *Organizational Dynamics*, 27(3):66–77, 2000.
- [8] D. García-Almiñana and B. Amante García. Algunas reflexiones en torno a la enseñanza de proyectos basada en entornos colaborativos. 2007.
- [9] S. Graf and R. Bekele. R.: Forming heterogeneous groups for intelligent collaborative learning systems with ant colony optimization. In *Berlin / Heidelberg*, pages 217–226. Springer, 2006.
- [10] M. Guitert and F. Giménez. Trabajo cooperativo en entornos virtuales de aprendizaje. *Aprender en la virtualidad*, pages 113–134, 2000.
- [11] M. Higgs, U. Pewina, and J. Ploch. Influence of team composition and task complexity on team performance. *Team Performance Management*, 11(7/8):227–250, 2005.
- [12] D. W. Johnson and R. T. Johnson. An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational researcher*, 38(5):365–379, 2009.
- [13] P. Jonnaert, J. Barrette, D. Masciotra, and M. Yaya. La competencia como organizadora de los programas de formación: hacia un desempeño competente. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, 12(3):4, 2008.
- [14] M. Montenegro and J. Pujol. Evaluación de la wiki como herramienta de trabajo colaborativo en la docencia universitaria. *Revista de Educación a Distancia*. <http://redaberta.usc.es/redu/index.php/REDU/article/view/104> (13-5-2011), 2009.
- [15] N. Ohta, V. Conitzer, R. Ichimura, Y. Sakurai, A. Iwasaki, and M. Yokoo. Coalition structure generation utilizing compact characteristic function representations. In I. Gent, editor, *Principles and Practice of Constraint Programming - CP 2009*, volume 5732 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 623–638. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [16] J. Onrubia, R. Colomina, and A. Engel. Los entornos virtuales de aprendizaje basados en el trabajo en grupo y el aprendizaje colaborativo. *Coll. C. & Monereo, C.(Coords.). Psicología de la Educación Virtual*, pages 233–252, 2008.
- [17] S. Pajares, V. Sanchez-Anguix, A. Torreño, and S. Esparcia. A novel teaching-learning strategy for teamwork based on agreement technologies. *IJCA Proceedings on Design and Evaluation of Digital Content for Education (DEDCE)*, (1):21–30, 2011. Published by Foundation of Computer Science.
- [18] S. J. Russell and P. Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall, 2010.
- [19] M. S. I. Sáiz and G. R. Gómez. El trabajo colaborativo en las aulas universitarias: reflexiones desde la autoevaluación. *Revista de Educación*, (344):229–230, 2007.
- [20] P. Tarricone and J. Luca. Employees, teamwork and social interdependence—a formula for successful business? *Team Performance Management*, 8(3/4):54–59, 2002.
- [21] D.-Y. Wang, S. S. Lin, and C.-T. Sun. Diana: A computer-supported heterogeneous grouping system for teachers to conduct successful small learning groups. *Computers in Human Behavior*, 23(4):1997–2010, 2007.
- [22] V. Yannibelli and A. Amandi. A deterministic crowding evolutionary algorithm to form learning teams in a collaborative learning context. *Expert Systems with Applications*, 39(10):8584–8592, 2012.