

Uso de competencias y sistemas de clasificación como metodología de evaluación de una asignatura*

Guillermo Jimenez Díaz
gjimenez@fdi.ucm.es

Juan A. Recio García
jareciog@fdi.ucm.es

Belén Díaz Agudo
belend@sip.ucm.es

Gonzalo Flórez Puga
gflorez@fdi.ucm.es

Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial
Universidad Complutense de Madrid

Resumen

En este artículo describimos nuestra experiencia en el uso de una metodología de enseñanza activa y participativa orientada al aprendizaje de técnicas de Inteligencia Artificial entre los estudiantes de Informática. En concreto describimos una aproximación basada en competencias para evaluar las prácticas de los alumnos y un conjunto de herramientas desarrollado para el apoyo de esta metodología. Esta experiencia nos muestra que las competencias como parte del método de evaluación incrementan la motivación de los alumnos y proporcionan un mecanismo para que el alumno demuestre sus habilidades, sus proyectos, comparta sus intereses y pueda compararse con otros. Así mismo, presentamos los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a los alumnos sobre el uso de las competencias, así como un experimento que analiza la correlación entre las notas reales obtenidas por los alumnos en las prácticas y la posición alcanzada en la competición.

Palabras clave

Competiciones, Sistemas de clasificación, Evaluación, SoccerBots

1. Introducción

Las competencias son uno de los medios más poderosos para incrementar la motivación de los alumnos. Desde niños buscamos espontáneamente la competición con el deseo innato de compararnos con otros. Debido a esta naturalidad, se ha estudiado ampliamente el rol de la competitividad en el proceso de aprendizaje [1] aunque las competencias formales son un fenómeno relativamente reciente en la larga historia de la educación. La competición hace

el proceso de aprendizaje más atractivo ya que es un cambio dentro del proceso curricular tradicional. Así mismo, las competencias son el lugar perfecto para que el alumno demuestre sus habilidades, sus proyectos, comparta sus intereses y pueda compararse con otros.

Los sistemas de clasificación son también un medio de motivar a los alumnos una vez celebrada una competición. Las clasificaciones o “salones de la fama” son medios sociales que influyen el comportamiento de los estudiantes. Por un lado, una vez celebrada una competición, los alumnos quieren ver cuál ha sido su resultado con respecto al del resto de sus compañeros. Por otro lado, los nuevos alumnos tienen referencias de los logros a batir, comparándose con las clasificaciones obtenidas por antiguos participantes, incluso de cursos anteriores.

El uso de torneos y competencias con fines pedagógicos está ampliamente extendido en distintas disciplinas, tanto a nivel nacional como internacional. Por ejemplo, en el ámbito de la programación la asociación ACM se celebra todos los años el ACM ICPC (ACM International Collegiate Programming Contest)¹, un concurso de programación a nivel mundial, con sedes regionales en el sudoeste europeo (SWERC). Universidades de gran prestigio como el MIT tienen asignaturas que se centran exclusivamente en la elaboración de equipos que participan en torneos de batallas de robots, como la Robocraft Programming Competition². Javacup³ es un torneo español de fútbol entre equipos programados en Java.

Así mismo, la celebración de torneos no se limita exclusivamente al ámbito de la programación ni de la Informática. Son comúnmente conocidas, por ejemplo, las competencias de matemáticas, tanto a nivel local, nacional como internacional [2]. En paí-

¹ACMI CIPC: <http://icpc.baylor.edu/>

²Accesible en <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/>

³Accesible en <http://javacup.javahispano.org/>

*Financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación TIN2009-13692-C03-03 y la Universidad Complutense de Madrid PIMCD-179.

ses anglosajones son también comunes las competiciones de deletreo de palabras o las competiciones de argumentación, generalmente utilizadas en las facultades de Derecho [3].

Siguiendo esta línea, desde hace 6 años se ha venido utilizando un entorno de simulación llamado SoccerBots para que los alumnos experimenten con distintas técnicas de Inteligencia Artificial, que aprendieron de forma teórica en cursos anteriores, y que se amplían en la asignatura titulada Ingeniería de Sistemas Basados en Conocimiento (ISBC) que se imparte el último curso de Ingeniería Informática en la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Para aumentar la motivación de los alumnos, en cada curso se impulsa la celebración de un torneo entre los equipos de SoccerBots desarrollados por los alumnos. La celebración de estos torneos se inició hace varios años como forma de incentivar el trabajo de los alumnos en esta asignatura, ya que parte de su calificación depende de la posición en la que queda su equipo en el campeonato. Para la creación y ejecución de estos torneos se usa SBTournament⁴ una herramienta desarrollada por los autores, que está siendo usada tanto con fines pedagógicos como con objetivos investigadores ya que permite la evaluación de distintas técnicas de Inteligencia Artificial. Esta herramienta ha sido ampliada para poder ejecutar no solo el torneo sino para dar soporte a distintos sistemas de clasificación.

En este artículo se muestra el estudio realizado sobre el impacto del uso de distintos sistemas de competición y clasificación como parte de la metodología de evaluación de una asignatura, relacionando la calidad de las prácticas realizadas y su posición final en las competiciones. Desde el punto de vista del alumno, se ha evaluado su impacto en la motivación y evolución de los estudiantes. Desde el punto de vista de los docentes, se ha estudiado la correlación real entre los resultados dentro de la competición y la calidad de las técnicas de IA utilizadas para afrontar los problemas planteados en los distintos dominios de la competición.

2. Sistemas de competición

Dividiremos los sistemas de competición en dos tipos: los torneos y los sistemas de clasificación. Un

torneo es una competición en la que se enfrentan un número relativamente grande de participantes. Generalmente suponen la celebración de múltiples enfrentamientos entre grupos de participantes. El ganador final del torneo se determina a partir de los resultados de dichos enfrentamientos. Los tipos de torneos más comunes son los siguientes:

Torneos de grupo o ligas. Son uno de los tipos de torneo más usuales y con más variantes. Consisten en el desarrollo de un número determinado de enfrentamientos entre todos los participantes que forman el grupo. Cada enfrentamiento proporciona un determinado número de puntos a cada participante y todos los participantes se ordenan de acuerdo al total de puntos acumulados. Uno de los más comunes es el torneo de round-robin, en el que cada participante juega exactamente el mismo número de veces contra el resto de participantes del torneo. Generalmente, en este tipo de torneos es necesario establecer reglas que rompan los posibles empates a puntos entre los equipos.

Torneos eliminatorios o de knockout. Son torneos divididos en múltiples rondas. En cada ronda se producen una serie de enfrentamientos y solo los mejores clasificados de dichos enfrentamientos pasan a la siguiente ronda. En el caso de enfrentamientos de dos participantes, solo el vencedor pasa a la siguiente ronda. A medida que se van pasando rondas el número de participantes decrece hasta que solo quede un único enfrentamiento en el que se decide el ganador del torneo. Este torneo tiene otras variantes de doble eliminación en las que los perdedores de las distintas rondas juegan un nuevo torneo en el que el ganador se enfrenta al ganador del torneo principal.

Retos. Son torneos en los que el campeón se mantiene mientras que no haya ningún otro participante que lo derrote.

Torneo en escalera. Es un tipo de torneo basado en retos en el que dos participantes intercambian sus posiciones de acuerdo al resultado de su enfrentamiento. Si un participante E_1 que se encuentra en la posición p_1 reta y derrota a otro participante E_2 que está en la posición p_2 , de modo que $p_2 > p_1$ entonces ambos participantes intercambian sus posiciones, es decir, E_1 pasará a la posición p_2 mientras que E_2 pasa a la posición p_1 . Solo se puede retar a participantes que estén clasificados por encima del retador. Este tipo de torneo se puede jugar indefini-

⁴<http://gaia.fdi.ucm.es/research/sbtournament>

damente.

Generalmente los torneos se juegan en varias fases que pueden mezclar distintos tipos de torneos. Por ejemplo, es muy común la celebración de competiciones en las que primeramente se celebra una fase de grupos y en la que los mejor clasificados de cada grupo pasan a una fase de torneo eliminatorio.

Los sistemas de clasificación son medios utilizados para medir el nivel de habilidad alcanzado. Estos sistemas de clasificación no solo se usan como un medio con el que demostrar la habilidad de un participante frente a otros sino que también se utilizan para realizar emparejamientos justos en torneos o como sistema de selección previo a un torneo.

Uno de los sistemas de clasificación más conocido es el sistema de clasificación Elo [4], llamado así por fundador, Arpad Elo. Este sistema de clasificación se ha usado tradicionalmente para la clasificación de jugadores de ajedrez, aunque hoy en día también es usado en otros deportes y en videojuegos multijugador en línea. Los jugadores se ordenan de acuerdo a un nivel de habilidad. Este sistema de clasificación usa el nivel actual de cada jugador, la probabilidad de ganar de cada uno de los jugadores antes del enfrentamiento y el resultado final de dicho enfrentamiento para actualizar el nivel de habilidad de cada uno de los jugadores. De manera general, el sistema de clasificación Elo usa la siguiente fórmula para actualizar los niveles de habilidad de un participante A:

$$R_{post_A} = R_{prev_A} + k \cdot (S_A - E_A) \quad (1)$$

R representa el nivel de habilidad del participante, siendo R_{post_A} el nivel actualizado tras el enfrentamiento y R_{prev_A} el nivel del participante antes del enfrentamiento. S_A es el valor real del enfrentamiento y suele ser un valor discretizado perteneciente al conjunto $\{1, 0, 5, 0\}$, que representa la victoria de A, un empate o la derrota de A, respectivamente. k es un factor de atenuación del resultado y E_A es el resultado esperado del enfrentamiento para el participante A teniendo en cuenta los niveles de habilidad de los participantes antes de celebrarse el enfrentamiento. Una manera común de calcular E es mediante la siguiente ecuación:

$$E_A = \frac{1}{1 + 10^{\frac{R_B - R_A}{Rango}}} \quad (2)$$

R_A y R_B son los niveles de habilidad de los parti-

cipantes. $Rango$ es un valor de diferencia entre valores de los niveles de habilidad de los participantes que magnifica el resultado esperado. Por ejemplo, si $Rango = 400$ entonces significa que la probabilidad de ganar de B sobre A es 10 veces mayor por cada 400 puntos de diferencia que haya entre B y A.

Con el tiempo se han desarrollado otras variantes del sistema Elo. Por ejemplo, el sistema Glicko [5] extiende el anterior añadiendo un cierto grado de incertidumbre al nivel de habilidad del participante ya que el nivel de habilidad se almacena como un valor de habilidad más una desviación que mide la precisión de dicho valor de habilidad. Esto se emplea para tener en cuenta que el valor de habilidad de un participante que ha jugado frecuentemente y hace poco tiempo es más fiable que el de un participante que lleva mucho tiempo sin jugar o que no ha jugado con frecuencia.

Otra variante de este sistema es clasificación es TrueSkill [6], que usa un algoritmo bayesiano para predecir el resultado final de un enfrentamiento. El nivel de habilidad se representa como una distribución normal de parámetros (μ, σ) . Este sistema garantiza que el nivel de habilidad de un jugador es el correcto tras haber disputado 20 enfrentamientos. Esta fiabilidad es necesaria ya que TrueSkill se usa como método para realizar emparejamientos de jugadores de similar habilidad en partidas multijugador como parte de los servicios que proporciona Xbox 360 Live.

3. Dominio y herramientas

La asignatura optativa de 9 créditos Ingeniería de Sistemas Basados en el Conocimiento (ISBC) se lleva impartiendo desde hace más de 10 años en la Facultad de Informática de la UCM. Su objetivo es servir como ampliación práctica de la asignatura troncal Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento. En las clases teóricas se repasan algunas de las técnicas de Inteligencia Artificial y durante las sesiones de laboratorio se realizan prácticas que se orientan hacia la resolución de problemas reales. Desde hace 6 años una de las prácticas a realizar consiste en el desarrollo de varios equipos de robots que juegan al fútbol usando estrategias de juego basadas en las técnicas de IA vistas a lo largo del curso.

Nuestra metodología de aprendizaje y evaluación ha sido aplicada al dominio de la simulación de tor-

neos de fútbol de robots. SoccerBots⁵ es un entorno de simulación basado en JavaSoccer [7] que simula la dinámica y las dimensiones de un partido reglamentario de la Robocup, la copa mundial de fútbol para robots de pequeño tamaño. Las reglas son sencillas: dos equipos de cinco robots compiten en un campo de juego del tamaño de una mesa de ping-pong, delimitado por una pared. El objetivo es empujar una pelota de golf para introducirla en la portería contraria. Cuando alguno de los equipos mete un gol, tanto la pelota como los jugadores vuelven a sus posiciones iniciales antes de reanudarse el juego.

SoccerBots proporciona una API de programación muy simple con la que construir diferentes comportamientos para los robots que forman un equipo. Nosotros hemos construido una nueva API que recubre la anterior y que amplía y mejora su funcionalidad. Haciendo uso de esta nueva API se pueden realizar tanto las acciones básicas de la API original, como cambiar la velocidad o dirección de los robots, como nuevas acciones de más alto nivel como comprobar si un jugador está bloqueado, hacer que pase la pelota hacia un punto concreto, situarse de cara a la portería o comunicarse mediante el envío de mensajes con otro jugador. Esta nueva interfaz aporta también la figura del “entrenador”, que permite modificar a lo largo del partido la alineación del equipo dependiendo de diversos criterios, como el tiempo restante de partido o el marcador actual. La figura del entrenador, junto con el sistema de paso de mensajes antes mencionado, facilita en gran medida la creación de estrategias de equipo.

Para el desarrollo de los robots en la asignatura de ISBC, así como de los torneos, se utiliza SBTournament [8], una herramienta desarrollada en el seno del grupo de investigación GAIA⁶, de la Universidad Complutense de Madrid, al que pertenecen los autores. Esta herramienta está siendo usada tanto con fines pedagógicos como con objetivos investigadores ya que ha servido de banco de pruebas de distintas técnicas de Inteligencia Artificial. La Figura 1 muestra una captura de la interfaz de SBTournament.

SBTournament permite a nuestros alumnos ejecutar simulaciones repetibles de partidos de SoccerBots. De esta manera pueden analizar los comportamientos implementados y les ayuda a entender por

⁵<http://www.cs.cmu.edu/~trb/TeamBots/Domains/SoccerBots>

⁶<http://gaia.fdi.ucm.es>

Métodos de aprendizaje y evaluación



Figura 1: Aspecto de la interfaz de SBTournament

qué se comportan de una determinada manera. Así mismo, el sistema permite almacenar periódicamente información acerca de los robots y la pelota (como su posición o su dirección), así como otros eventos del partido, generando al final varios ficheros de log. Los alumnos utilizan la información en los logs para implementar diferentes técnicas de *data mining* e inteligencia artificial. Además, SBTournament dispone de un visor de mapas de calor que utiliza los logs para mostrar esta información de un solo vistazo.

SBTournament también permite automatizar la ejecución secuencial de múltiples partidos para realizar entrenamiento de los robots, por ejemplo, para el uso de técnicas de aprendizaje automático. La generación de logs de los partidos y la posibilidad ejecutar estos partidos hasta 100 veces más rápido permiten obtener grandes cantidades de datos acerca de los comportamientos de los robots de manera sencilla y rápida.

Por último, SBTournament ofrece una interfaz de torneos que elabora y ejecuta los torneos de manera muy sencilla, tan solo utilizando un simple fichero de configuración en texto plano en el que se proporciona información sobre los participantes en el torneo. Los torneos generados en SBTournament se componen de dos fases:

- Fase clasificatoria o Round-Robin. Los equipos del fichero de configuración del torneo son divididos en dos grupos. Cada equipo juega una vez con el resto de equipos de su grupo. Cada partido ganado proporciona 3 puntos al ganador, mientras que los empates proporcionan un punto a cada uno de los equipos. Éstos se ordenan de acuerdo a los puntos conseguidos, rompiendo los empates mediante la siguiente variación del sistema de puntuación FIFA : (1) mayor nú-

mero de puntos, (2) mejor diferencia personal de goles, (3) mayor número de goles a favor y (4) mayor número de partidos ganados.

- Fase eliminatoria o Knockout. Los cuatro primeros equipos de cada uno de los dos grupos se clasifican para la fase eliminatoria. Los equipos clasificados se emparejan y disputan dos partidos (jugando cada equipo en ambos lados del terreno de juego), pasando a la siguiente ronda el que mayor número de goles consiga. En caso de empate es posible volver a jugar un nuevo partido de desempate, distinto a los anteriormente jugados. En caso de que se mantenga el empate, la aplicación selecciona aleatoriamente un ganador, lo que equivaldría a la suerte de los penaltis. La fase de Knockout se compone de tres fases: cuartos de final, semifinal y final. El ganador de esta última fase será el ganador del torneo.

SBTournament está siendo ampliada para incluir nuevos sistemas de competición. Actualmente se pueden disputar torneos en escalera y se pueden generar clasificaciones Elo. Así mismo se pueden simular todas estas competiciones de manera muy sencilla, utilizando los resultados de los partidos previamente guardados mediante la interfaz de entrenamiento, descrita anteriormente.

4. Experimentos

Este trabajo tiene como principal objetivo estudiar el impacto que tiene la inclusión de torneos y de sistemas de clasificación dentro del desarrollo de una asignatura práctica. Más concretamente, esta asignatura práctica consiste en el desarrollo de un equipo de robots software que juega contra otros equipos un partido de fútbol usando SBTournament. Este impacto pretende ser medido de acuerdo a dos dimensiones:

1. O1. La motivación de los alumnos. Se analizará el impacto en la motivación de los alumnos a la hora de realizar las prácticas teniendo en cuenta que los robots desarrollados serán utilizados en la celebración de torneos y en la creación de clasificaciones públicas.
2. O2. El uso de los resultados de estos torneos y sistemas de clasificación como parte de la evaluación de la asignatura. En este caso se estu-

diará si existe una correlación entre el comportamiento de los equipos dentro de estas competiciones con su adecuación a los objetivos pedagógicos de la práctica. Es decir, se revisará la correlación existente entre la posición en la que ha quedado el equipo con la nota que el profesor da al equipo de acuerdo a los criterios de corrección de dicha práctica.

4.1. Preparación

Para la realización de O1 se ha realizado una encuesta entre los alumnos de la asignatura de ISBC durante el curso actual. La encuesta ha sido completada por un total de 25 alumnos, que han respondido a 6 preguntas de escala de Likert sobre afirmaciones relacionadas con el uso de torneos y sistemas de clasificación como parte del desarrollo de la asignatura. Estas preguntas están destinadas a conocer si los alumnos se sienten cómodos ante la celebración de los torneos y de los sistemas de clasificación y de si les afecta, tanto positiva como negativamente, en el desarrollo de la práctica. También se les pregunta sobre su opinión en el uso del resultado de su equipo dentro de estos torneos y clasificaciones como parte de la evaluación de la práctica.

Para el estudio de O2 se han usado los 97 equipos desarrollados durante las cinco últimas ediciones de la asignatura –21, 20, 17, 21 y 18 equipos, para cada una de las ediciones. Inicialmente se han recopilado las notas conseguidas por los alumnos que desarrollaron estos robots.

Para evaluar las prácticas se han utilizado los siguientes criterios:

1. Número de estrategias distintas (roles) desarrolladas.
2. Originalidad de las técnicas de IA utilizadas. Se valora si los estudiantes han hecho esfuerzo extra de aprendizaje de técnicas novedosas no estudiadas en profundidad en las clases teóricas.
3. Nivel de dificultad de las estrategias.
4. Existencia o no de estrategias de equipo:
 - La estrategia permite a los equipos aprender durante el entrenamiento y mejorar su comportamiento con el tiempo.
 - Si los jugadores tienen el mismo rol todo el partido o se ajusta la estrategia del equipo utilizando un entrenador que valora la

situación global del partido.

5. Memoria de la práctica. Claridad de la descripción de estrategias incluyendo evaluación de equipos realizada para el entrenamiento, resultados parciales, evolución y justificación de las estrategias.
6. Calidad del código.

Cada criterio es evaluado por separado asignando una puntuación entre 0 y 5 y luego se computa la media de todos ellos.

Estas notas serán comparadas con las posiciones de los robots en tres tipos de competiciones:

- Torneo en dos fases (fase clasificatoria y fase eliminatoria), tal y como aparece descrita en la Sección 3.
- Torneo en escalera.
- Sistema de clasificación ELO. Se ha usado una variación empleada para la clasificación de selecciones de fútbol⁷, que tiene en cuenta la diferencia de goles del enfrentamiento.

Para obtener la información relacionada con la posición de los equipos de acuerdo a las competiciones propuestas se han usado distintos medios. Por un lado, se han recopilado los resultados de los torneos celebrados durante estas ediciones⁸ y se ha elaborado un ranking usando dichos resultados. Por otro lado, para cada uno de los cursos, se han ejecutado todos los posibles enfrentamientos entre todos los robots de dicho curso. Estos enfrentamientos se han repetido hasta 6 veces para poder incluir cierta aleatoriedad al resultado final. El resultado de estos enfrentamientos se ha utilizado para simular un torneo en escalera y una clasificación ELO para cada curso. Para estas simulaciones cada equipo ha jugado una media de 58 partidos. De esta forma hemos hecho que los equipos se enfrentasen varias veces entre sí, de modo que los resultados fuesen lo más fiables posibles y que no se debiesen al azar de haber ganado un enfrentamiento puntual.

Finalmente se ha calculado el índice de correlación entre las notas de cada uno de los cursos y los resultados obtenidos por los equipos en cada una de las competiciones estudiadas. Este índice de correla-

ción se ha calculado usando el coeficiente de correlación de Pearson, que mide la relación lineal entre dos variables cuantitativas.

4.2. Discusión de los resultados

En cuanto al objetivo O1, hemos analizado los resultados de las encuestas realizadas por los alumnos. En la Figura 2 se pueden ver las frecuencias relativas acumuladas de las respuestas proporcionadas por los alumnos a las preguntas relacionadas con el impacto del uso de sistemas de competición en la motivación del alumno. En general les resulta muy motivante el enfrentamiento con los equipos desarrollados por otros alumnos –fila 1– y la disputa del torneo con los alumnos de su curso –fila 2. Más del 80% de los alumnos están de acuerdo con estas afirmaciones. Sin embargo se puede apreciar cierto desacuerdo con que los resultados de su equipo puedan aparecer comparados con los equipos de otros años –fila 3. En este caso algo menos del 50% de los alumnos está de acuerdo con esta afirmación aunque solo un 20% se muestra en desacuerdo con la publicidad de estos sistemas de clasificación.

La posibilidad de disponer de una herramienta con la que puedan ir probando la valía de su equipo frente a los equipos de otros años durante el desarrollo de la práctica les motiva especialmente para ir mejorando su equipo. Como se aprecia en la fila 4 de la Figura 2, más del 70% de los alumnos está de acuerdo con esta afirmación. Sin embargo, los alumnos sienten reticencias en cuanto a usar el resultado de sus equipos en las competiciones como parte del método de evaluación de la práctica. Tal y como se ve en la fila 5 solo un 30% de los alumnos está de acuerdo con que este resultado sea parte de la nota final de la práctica. Este porcentaje cae de manera aún más drástica, hasta menos de un 15%, cuando el resultado no tiene en cuenta solo los equipos desarrollados durante este año sino que se compara con el resto de los equipos desarrollados en las pasadas ediciones –fila 6.

La Tabla 1 es un resumen del análisis realizado sobre el objetivo O2. En él se muestra, para cada tipo de torneo, el índice de correlación obtenido entre las notas conseguidas por el desarrollo de cada equipo y su posición dentro del torneo. Estos valores se han obtenido mediante el coeficiente de correlación de Pearson, donde valores en los rangos

⁷http://en.wikipedia.org/wiki/World_Football_Elo_Ratings

⁸Estos resultados están disponibles en <http://gaia.fdi.ucm.es/research/sbtournament/ucm-tournaments>

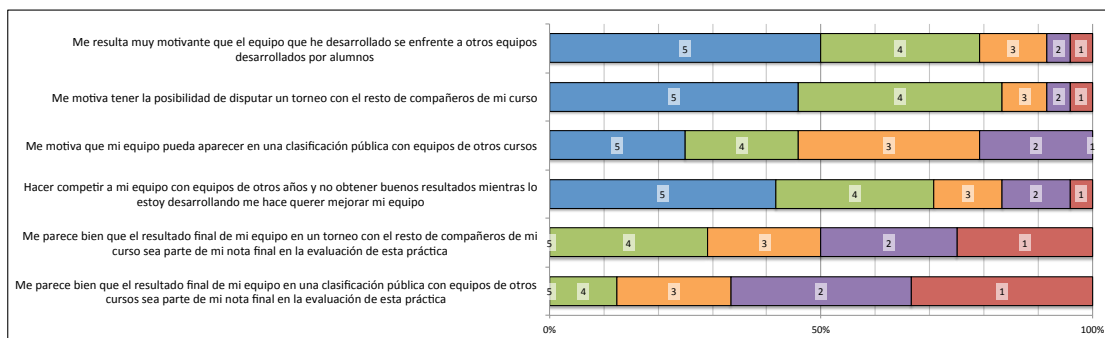


Figura 2: Resultados de las encuestas relacionadas con la influencia de las competiciones en la motivación de los alumnos y su uso como parte del método de evaluación

[0,0.5], [0.5,0.7] y [0.7,1] representan la no correlación, correlación moderada y fuerte correlación respectivamente. Además, se ha calculado la media y la desviación estándar de cada uno de estos índices de correlación, agrupados por el tipo de torneo. En la Figura 3 se muestran gráficamente (mediante mapas de dispersión) los índices de correlación entre la nota asignada por el profesor y la posición en el torneo implementado en SBTournament de los distintos equipos participantes en la competición durante las cuatro últimas ediciones. Como se puede observar, este torneo es el que mayor correlación presenta con las notas obtenidas por los alumnos ($0,59 \pm 0,15$), lo que indica que casi existe una correlación moderada entre las notas y la posición final del equipo dentro del torneo. Sin embargo, el torneo en escalera y el sistema de clasificación Elo muestran un valor bajo de correlación ($0,40 \pm 0,13$ y $0,35 \pm 0,16$, respectivamente). Es necesario un análisis más profundo de estos resultados para comprender por qué estos tipos de competición dan índices de correlación más bajos a pesar de que parecen más fiables ya que repiten enfrentamientos entre participantes.

5. Conclusiones

El rol de la competitividad en el proceso de aprendizaje ha sido ampliamente estudiado aunque las competiciones formales son un fenómeno relativamente reciente en la larga historia de la educación. Vivimos en una sociedad en la que la competición es parte de nuestra cultura y de nuestra vida adulta por lo que es acertada la incorporación de competiciones

Cuadro 1: Correlaciones entre las notas y la posición final de los equipos en cada sistema de competición

Curso	Torneo	ELO	Escalera
2006/07	0,5566	0,3267	0,1262
2007/08	0,6174	0,3325	0,4136
2008/09	0,8208	0,6287	0,5577
2009/10	0,5207	0,3443	0,3881
2010/11	0,4258	0,3524	0,2832
Media	0,5882	0,3969	0,3538
DT	0,1474	0,1300	0,1606

durante el proceso educativo. Así mismo, la competición hace el proceso de aprendizaje más atractivo ya que la competición es un cambio dentro del proceso curricular tradicional. Cuando los estudiantes aprenden buscan un lugar en el que demostrar sus habilidades, sus proyectos, compartir sus intereses y compararse con otros. Las competiciones son el lugar perfecto para que el alumno libere todas estas necesidades.

En este trabajo hemos estudiado el impacto que tiene la inclusión de torneos y de sistemas de clasificación dentro del desarrollo de una asignatura práctica de Inteligencia Artificial

Hemos analizado, en base a encuestas, cómo afecta el uso de competiciones y clasificaciones públicas en la motivación de los alumnos a la hora de realizar las prácticas. En general les resulta muy motivante el enfrentamiento con los equipos desarrollados por otros alumnos y la disputa del torneo con los alumnos de su curso. Nuestra experiencia nos demuestra

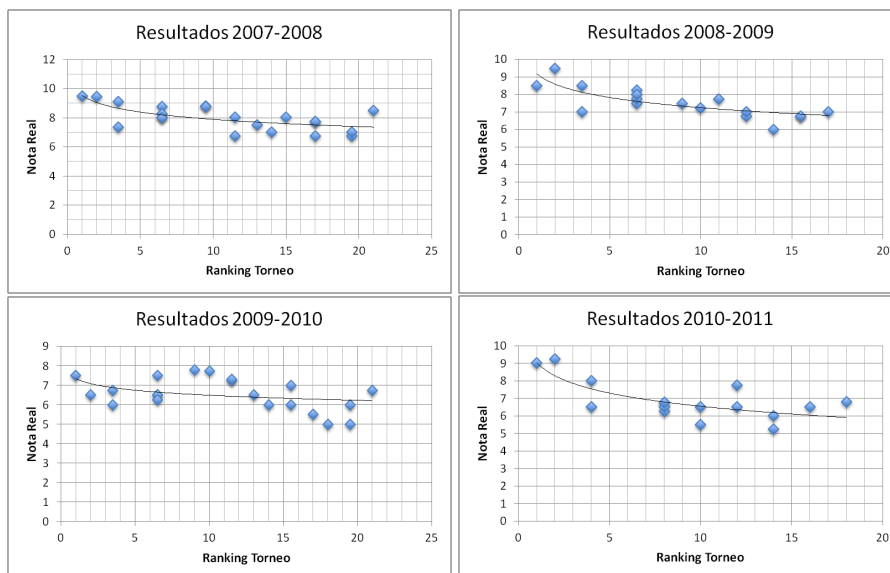


Figura 3: Correlación entre la nota asignada por el profesor y la posición en el torneo de los equipos participantes durante las cuatro últimas ediciones.

que año tras año los alumnos esperan con impaciencia la llegada de esta práctica dentro de la asignatura.

Respecto a los resultados de correlación entre la posición en la que ha quedado el equipo en la competición y la nota asignada por el profesor al corregir la práctica, hemos observado que, dependiendo del sistema de competición utilizado, existe una correlación moderada o baja entre las notas y la posición final del equipo dentro del torneo. Por tanto, no es cierto que los equipos que juegan mejor en el campeonato obtengan siempre una mejor calificación. Es posible que una estrategia ganadora no cumpla los criterios de evaluación establecidos, y que se basan fundamentalmente en el aprendizaje que los alumnos hayan realizado de las técnicas de IA utilizadas en el equipo. Es necesario, por tanto, un análisis detallado de las características de los torneos y de los criterios de corrección si se quisiera utilizar el torneo como método de evaluación único.

Referencias

- [1] Verhoeff, T.: The role of competitions in education. In: *Future World: Educating for the 21st Century*, 9th International Olympiad in Informatics. (1997)
- [2] Kenderov, P.S.: Competitions and mathematics education. In: *Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Madrid, Spain*. (2006) 1583–1598
- [3] Teply, L.L.: *Law School Competitions in a Nutshell*. Thomson West (2003)
- [4] Glickman, M.E.: Chess rating systems. *American Chess Journal* **3** (1995) 59–102
- [5] Glickman, M.E.: Parameter estimation in large dynamic paired comparison experiments. *Applied Statistics* **48** (1999) 377–394
- [6] Graepel, T., Herbrich, R.: Ranking and match-making. *Game Developer Magazine* (2006) 25–34
- [7] Balch, T.R.: Java soccer. In Kitano, H., ed.: *RoboCup-97: Robot Soccer World Cup I*. Volume 1395 of *Lecture Notes in Computer Science*. Springer (1997) 181–187
- [8] Jiménez-Díaz, G., Díaz-Agudo, B.: SB Tournament: Competiciones de Robots en Asignaturas de Inteligencia Artificial. In: *Procs. of the 9th edition of the International Symposium on Computers in Education*. SIIE. (2007)