

Aprendizaje y Motivación: Competencia de *Cuatro en línea*

**García Mario Alejandro, Bengualid Mateo, Forte Guillermo,
Destefanis Eduardo, Olariaga Sandra, Paez Nancy**

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba

Abstract

La motivación es un factor fundamental en el aprendizaje. En este trabajo se presenta la experiencia de la Cátedra de Inteligencia Artificial Regional de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba como una estrategia para motivar a los estudiantes mediante un trabajo práctico de fin de curso, donde los alumnos desarrollan en grupos jugadores artificiales de un juego simple llamado "Cuatro en línea". El trabajo de cada grupo compite con los demás en un torneo que se realiza en un entorno programado para tal fin y facilitado por la cátedra. Se concluye que, en conjunto, la competencia amistosa de tipo cooperativa y el problema a resolver con características lúdicas, motivaron intrínsecamente a los estudiantes logrando una gran dedicación y en algunos casos un rendimiento muy superior al esperado.

Palabras Clave

Motivación, Motivación intrínseca, Juegos, Competencia, Inteligencia Artificial, Cuatro en línea.

Introducción

Aprendizaje y motivación.

Uno de los conceptos psicológicos más importantes en educación es la motivación. En efecto, muchas investigaciones han demostrado que la motivación está relacionada con resultados tales como la curiosidad, la persistencia, el aprendizaje y el rendimiento (por una revisión de la literatura ver [1])

Una perspectiva útil y ampliamente difundida postula que el comportamiento puede ser intrínsecamente motivado, extrínsecamente motivado o inmotivado.

La motivación intrínseca se define como la ejecución de una actividad por sus satisfacciones inherentes en lugar de por alguna consecuencia separable. Cuando una persona está intrínsecamente motivada se

mueve a actuar por la misma diversión o el reto que representa dicha actividad más que por estímulos externos como presiones o recompensas. El fenómeno de la motivación intrínseca fue reconocido primero en estudios experimentales del comportamiento animal, donde se descubrió que muchos organismos se involucran en conductas exploratorias, lúdicas o estimuladas por la curiosidad, incluso en ausencia de refuerzo o recompensa [2]. En los seres humanos, la motivación intrínseca no es la única forma de motivación, pero es la dominante y más importante [3].

La motivación intrínseca, es considerada un fenómeno importante para los educadores; una fuente de aprendizaje y logros que puede ser sistemáticamente favorecida por los educadores [4]. Según [3], este tipo de motivación resulta en creatividad y aprendizaje de alta calidad.

A la luz de la importancia de estas consecuencias para la educación, se puede entender fácilmente el interés de los investigadores por la motivación en ambientes educativos [5]. Algunos ejemplos de estas investigaciones se pueden ver en [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18].

Existen evidencias de que los seres humanos están generosamente dotados de una tendencia hacia la motivación intrínseca. Esta tendencia parece expresarse únicamente bajo ciertas condiciones específicas. Así, la investigación sobre la motivación intrínseca ha puesto mucho énfasis en las condiciones que la provocan, mantienen y mejoran [3].

Nuestra experiencia se centra en el uso de juegos y competencias para estimular la motivación de los alumnos. Este tema ha

sido explorado numerosas veces por educadores [19], [20].

Juegos y motivación

En [21] se puede ver un ejemplo de aplicación de un juego para estimular la motivación intrínseca en carreras de Ingeniería de la Universidad de Concordia, Canadá.

En [22] se estudia el supuesto de que los juegos motivan el aprendizaje, pero no se encontró evidencia de una relación entre la motivación a jugar por placer y la motivación de usar juegos para aprender. Si bien las personas tienen una motivación intrínseca por los juegos, no está demostrado que los juegos en la educación motiven intrínsecamente el aprendizaje.

Competencia y motivación.

La competencia es otra forma de influir sobre la motivación. En este contexto, la competencia humana se define como un concurso en el que dos o más personas se esfuerzan por un objetivo que no se puede compartir, por lo general resulta en un vencedor y un perdedor [23].

Con el objetivo de que los estudiantes logren un verdadero interés en su proceso formativo, donde su mayor objetivo vaya más allá de obtener la aprobación de un curso y la culminación de la carrera con el mínimo de los obstáculos, en [24] se ha estudiado el efecto positivo del estrés en el aprendizaje que, bajo ciertos límites positivos, posibilita el rendimiento óptimo de un alumno (fenómeno considerado en la Ley Yerkes-Dodson). Con el este objetivo se busca realizar actividades que propicien la auto motivación del estudiante, la necesidad de alcanzar metas y superar ciertos objetivos en un plazo y de manera satisfactoria.

En [25], por ejemplo, se comparten experiencias sobre competencias entre estudiantes de Inteligencia Artificial de la Universidad Autónoma de Madrid. En este caso los estudiantes compiten en resolución de problemas sobre temas de redes neuronales artificiales, el problema del

vendedor viajero (TSP), control de robots y juegos de búsqueda en espacios de estados. En ciertos casos la competencia tiene impacto positivo sobre el rendimiento y motivación de la clase, pero en otros casos se presentan efectos como altos niveles de ansiedad, inseguridad, egoísmo e interferencia en la capacidad para resolver problemas [26].

Con el objetivo de evitar resultados no deseados, Shindler plantea en [27] cuáles son las características de la competencia saludable.

Competencia saludable:

- El objetivo es principalmente diversión.
- Los premios de la competencia no tienen un "valor real".
- El aprendizaje esperado se caracteriza como notablemente valioso.
- La competencia tiene una duración corta y se caracteriza por una alta energía.
- No hay ningún efecto a largo plazo.
- Todos los individuos o grupos tienen chances razonables de ganar.
- Los estudiantes entienden firmemente los puntos anteriores.

Competencia no saludable

- Se siente real. Los ganadores y los perdedores se verán afectados.
- La recompensa tiene un "valor real".
- El aprendizaje esperado se ve sólo como un medio para un fin (ganar la competencia).
- Los ganadores son capaces de utilizar su victoria como capital social o educativo en un momento posterior.
- La competencia premia implícita o explícitamente a los ganadores.

En [23], teniendo en cuenta estas características de la competencia, se crea un entorno de preguntas y respuestas para competir sobre Ciencias de la

Computación. Se sugiere en el mismo artículo que la competencia esté ligada a juegos porque estos frecuentemente son agradables para los estudiantes, que la competencia sea anónima y que se base en la cooperación a través de la formación de grupos.

En [19], [28], [29] y [30] se pueden ver casos exitosos de motivación a través de la competencia en ambientes educativos. De estas experiencias también se rescatan sugerencias como la de formar grupos para incentivar la cooperación y realizar la competencia al final del curso para que los no ganadores no pierdan el interés después de los resultados.

Cuatro en línea.

La competencia de *Cuatro en línea* de la Cátedra de Inteligencia Artificial de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba en los años 2009 y 2010 se planteó de acuerdo a los principios de la competencia saludable.

Se realizó al finalizar el cursado de la materia, los estudiantes formaron grupos y por lo tanto el trabajo tuvo la modalidad de cooperación y competencia, no hubo premios concretos para que la competencia se llevara a cabo en un ambiente amigable y el problema a resolver fue un juego para aprovechar la motivación intrínseca del mismo.

El objetivo del trabajo fue que los alumnos apliquen alguna de las técnicas aprendidas en la materia para crear un jugador que sea capaz de competir en un juego de *Cuatro en línea*.

Elementos del Trabajo y metodología

Las premisas en el diseño del trabajo práctico fueron:

Estimular la motivación a través de la competencia y cooperación. Para esto, la cátedra desarrolló un entorno donde los jugadores presentados por los grupos de alumnos pudieran interactuar entre sí.

Elegir un juego con reglas simples. El juego elegido se desarrolla sobre un tablero de 8x8 casilleros. Cada jugador debe insertar una ficha por turno en el tablero y el ganador es el que logra ubicar en línea (horizontal, vertical o diagonal) cuatro de sus fichas. Las fichas no se pueden mover ni insertar en lugares ocupados. Si el tablero se llena sin que haya ganadores la partida se declara empate.

Facilitar las tareas de programación de los alumnos para que estas se enfoquen sólo en la solución del problema básico (juego). Se pidió a los alumnos que desarrollaran sólo una clase llamada *JugadorAlumno* con el método *jugar*. La interface, la representación del estado del juego y todas las validaciones están resueltos en el código que la cátedra entregó a los alumnos.

Para aprobar el trabajo práctico, el jugador presentado por cada grupo debía ser superior al “jugador aleatorio”, quien inserta fichas en lugares aleatorios del tablero. Si bien este grado de exigencia es bajo, se esperaba que la competencia elevara el nivel de los desarrollos.

La cátedra entregó el entorno completo a los alumnos para que pudieran fácilmente probar sus jugadores contra jugadores humanos, contra distintas versiones de sus propios programas o contra desarrollos de otros grupos que quisieran medir los avances.

El lenguaje elegido para el desarrollo fue java por ser el lenguaje de programación que se enseña en la carrera.

La arquitectura del juego se muestra en la Figura 1. Una instancia de la clase *Arbitro* es la encargada de controlar el juego y mostrar el estado a través de la interface de usuario.

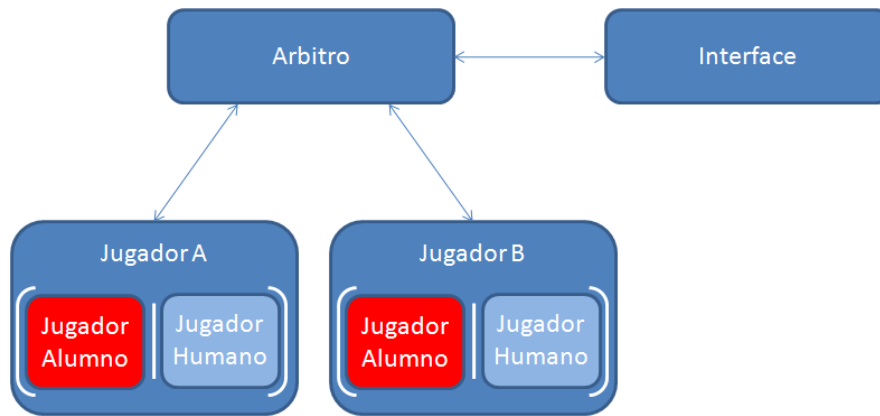


Figura 1. Arquitectura del juego Cuatro en línea.

Para comenzar el juego el árbitro debe recibir dos jugadores. El orden de los jugadores es importante, ya que el primero que reciba será el primero en jugar, lo que supone una ventaja.

Los jugadores son instancias de clases que heredan la clase *Jugador* (Figura 2), que también es provista por la cátedra. Estas clases pueden ser *JugadorAlumno* o *JugadorGUIHandler*. La primera es la clase que deben desarrollar los alumnos y la segunda es la interface para que pueda jugar un jugador humano. La clase *JugadorAlumno* debe tener una redefinición del método *jugar*.

```

public class Jugador
{
    protected int numeroJugador;
    protected String nombre;

    public int[] jugar(int tablero[][])
    {
        int[] jugada = new int[2];
        jugada[0] = 0;
        jugada[1] = 0;
        return jugada;
    }
}
  
```

Figura 2. Clase Jugador.

El árbitro administra un tablero de 8x8 posiciones y se lo pasa como argumento al método *jugar* de cada jugador cuando es su turno. El método *jugar* debe devolver las coordenadas donde el jugador desea colocar la ficha. Cuando el árbitro recibe las coordenadas, analiza si es una jugada

válida, inválida o ganadora. En el caso que fuera una jugada ganadora termina el juego. Si la jugada es válida (y todavía hay lugar en el tablero) la registra y llama al otro jugador para que ejecute su jugada. En el caso de que la jugada no fuera válida, el árbitro elige el primer lugar vacío del tablero, inserta la ficha en esa posición y continúa el juego con el otro jugador.

Este trabajo práctico se realizó en el año 2009. En el 2010 se modificaron las reglas del juego, haciendo que se insertaran fichas hasta la cantidad de 6 por cada jugador y luego se movieran a posiciones vacías del tablero.

Resultados

Cada grupo envió la clase desarrollada a los docentes por correo electrónico para fuera evaluada y se realizara la competencia. Luego de la publicación de los resultados, cada grupo expuso ante el resto de la clase la forma en la que resolvió el problema.

Durante la competencia cada jugador enfrentó dos veces al resto de los jugadores, una como local (juega primero) y una como visitante. La Figura 3 muestra una de las partidas ejecutadas. En cada enfrentamiento el vencedor se llevó dos puntos o se repartieron en caso de empate.



Figura 3. Interface del juego donde se puede ver una partida finalizada.

En la Figura 4 se pueden ver los puntos resultantes de cada partida del año 2009 y en la Figura 5 las posiciones finales. En ambos casos se respeta el diseño con el que se publicaron los resultados a los estudiantes.

Los métodos elegidos por los estudiantes para elegir los movimientos fueron técnicas de búsqueda en espacios de estados. Cada grupo adaptó las técnicas de una manera particular, modificando las estrategias de control vistas en clases y definiendo funciones las heurísticas, en algunos casos combinando métodos, como por ejemplo, algoritmos genéticos.

En relación con la efectividad en el juego, los resultados generales fueron muy buenos. Los mejores desarrollos de cada año superaron ampliamente el desempeño

	Grupo 01 (BBC)	Grupo 01 (Jack)	Grupo 02	Grupo 03	Grupo 04	Grupo 05	Grupo 06	Grupo 07	Grupo 08 (Versión 1)	Grupo 09	Grupo 10	Grupo 11	Grupo 12	Grupo 13	Grupo 21	Grupo 25	Grupo 26	Grupo 30	Grupo 31
Local	Grupo 01 (BBC)		2	2						2	2		1						2
	Grupo 01 (Jack)									2	2								2
	Grupo 02	2			2		2			2	2								
	Grupo 03	2								2	2								
	Grupo 04		2	2	2						2				2				
	Grupo 05	2	2	2	2	2		2			2	2		2	2			2	2
	Grupo 06	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Grupo 07	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2		2	2	2	2		2
	Grupo 08 (Versión 1)	2		2	2	2	2		2		2		2	2	2	2			2
	Grupo 09						2												
	Grupo 10	2			2						2				2				
	Grupo 11	2	2	2	2	2	2	2		2	2			2	2	2	2	2	2
	Grupo 12	2	2		2						2	2							
	Grupo 13	2		2					2	2	1								
	Grupo 21	2	2	2	2	2	2	2		2	2			2	2				2
	Grupo 25	2	2	2	2	2	2		2	2	2			2	2	2		2	2
Grupo 26	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2		2	2	
Grupo 30	2	2	2	2		2			2	2			1	2				2	
Grupo 31	2	2	2						2	2		2	2	2					
Visitante	Grupo 01 (BBC)		2		2					2									
	Grupo 01 (Jack)	2		2	2				2	2	2			2		2			
	Grupo 02		2		2					2	2			2					
	Grupo 03		2											2					2
	Grupo 04	2	2	2	2					2	2			2	2			2	2
	Grupo 05	2	2	2	2	2				2	2			2	2			2	2
	Grupo 06	2	2	2	2	2			2		2			2	2	2	2	2	2
	Grupo 07	2	2	2	2	2	2			2	2			2	2	2	2	2	2
	Grupo 08 (Versión 1)	2	2		2	2	2		2		2	2	2	2	2	2		2	2
	Grupo 09								2		2								
	Grupo 10		2	2	2	2			2	2				1					2
	Grupo 11	2	2	2	2	2	2		2	2	2			2	2	2	2	2	2
	Grupo 12	1	2	2	2	2				2	2			2					1
	Grupo 13	2	2	2	2						2			2					
	Grupo 21	2	2	2	2	2	2			2	2			2	2				2
	Grupo 25	2	2	2	2	2	2		2	2	2			2	2	2		2	2
Grupo 26	2	2	2	2	2			2	2	2			2	2	2		2	2	
Grupo 30	2	2	2	2	2	2		2	2	2			2	2	2		2	2	
Grupo 31	2	2							2	2			2						
TOTAL	55	52	52	60	40	30	12	12	20	66	49	10	46	49	24	14	12	33	48

Figura 4. Puntos resultantes de cada partida del año 2009.

Jugador	Puntos
Grupo 09	66
Grupo 03	60
Grupo 01 (BBC)	55
Grupo 01 (Jack)	52
Grupo 02	52
Grupo 10	49
Grupo 13	49
Grupo 31	48
Grupo 12	46
Grupo 04	40
Grupo 30	33
Grupo 05	30
Grupo 21	24
Grupo 08 (Versión 1)	20
Grupo 25	14
Grupo 06	12
Grupo 07	12
Grupo 26	12
Grupo 11	10

Figura 5. Puntaje y posiciones finales de la competencia.

de los jugadores humanos. En algunos casos los estudiantes investigaron nuevos temas y profundizaron los dictados en la cátedra más allá de la profundidad esperada para resolver el problema.

Discusión

Esta actividad no fue pensada como un trabajo de investigación y por lo tanto no se relevaron datos que permitan analizar el comportamiento de los alumnos de manera objetiva, tal como se realizó en [19] mediante encuestas.

La apreciación subjetiva de los docentes es que se cumplieron los objetivos esperados tanto en términos de aprendizaje como de dedicación en forma similar a [19], [28], [29] y [30].

Conclusión

Se presenta la experiencia de la Cátedra de Inteligencia Artificial de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba. Con el objetivo de estimular la motivación intrínseca de los estudiantes se

definió un trabajo de fin de curso basado en la competencia y cooperación.

Para aprobar el trabajo práctico los estudiantes debieron desarrollar un jugador de *Cuatro en línea* utilizando las técnicas aprendidas en la materia. Este jugador se integró a un entorno provisto por la cátedra en el que se realizó la competencia, probando entre sí a los desarrollos de cada uno de los grupos de alumnos.

Los resultados mostraron en la mayoría de los casos una alta dedicación y comprensión de los métodos de Inteligencia Artificial utilizados.

Se piensa que la competencia amistosa entre los grupos aumentó la motivación de los estudiantes y que el hecho de contar con una herramienta que permitiera probar y comparar de forma simple, además de liberar a los alumnos del desarrollo de componentes del sistema que no están estrictamente relacionados con la materia, favoreció el buen rendimiento.

Referencias

- [1] Deci, E. L. and Ryan, R. M. (1985). Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. New York: Plenum Press.
- [2] White, R. W. (1959). Motivation reconsidered: the concept of competence. *Psychological review*, 66(5), 297.
- [3] Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67.
- [4] Ryan, R. M., & Stiller, J. (1991). The social contexts of internalization: Parent and teacher influences on autonomy, motivation and learning. In P. R. Pintrich & M. L. Maehr (Eds.), *Advances in motivation and achievement* (Vol. 7, pp. 115-149). Greenwich, CT: JAI Press.
- [5] Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., Blais, M. R., Briere, N. M., Senecal, C., & Vallières, E. F. (1992). The Academic Motivation Scale: A measure of intrinsic, extrinsic, and amotivation in education. *Educational and psychological measurement*, 52(4), 1003-1017.
- [6] Boggiano, A. K., Flink, C., Shields, A., Seelbach, A., & Barrett, M. (1993). Use of techniques promoting students' self-determination: Effects on students' analytic problem-solving skills. *Motivation and Emotion*, 17, 319-336.
- [7] Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., Blais, M. R., Briere, N. M., Senecal, C., & Vallières, E. F. (1993). On the assessment of intrinsic, extrinsic, and

amotivation in education: Evidence on the concurrent and construct validity of the Academic Motivation Scale. *Educational & Psychological Measurement*, 53, 159-172.

[8] Valas, H., & Sovik, N. (1994). Variables affecting students' intrinsic motivation for school mathematics: Two empirical studies based on Deci and Ryan's theory of motivation. *Learning and Instruction*, 3, 281-298.

[9] Ntoumanis, N. (2001). A self-determination approach to the understanding of motivation in physical education. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 225-242.

[10] Guay, F., & Boggiano, A. K. (2001). Autonomy support, intrinsic motivation, and perceived competence: Conceptual and empirical linkages. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 27, 643-650.

[11] Ntoumanis, N. (2001). A self-determination approach to the understanding of motivation in physical education. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 225-242.

[12] Hassandra, M., Goudas, M., & Chroni, S. (2003). Examining factors associated with intrinsic motivation in physical education: A qualitative approach. *Psychology of Sport and Exercise*, 4, 211-223.

[13] Chen, K. C., & Jang, S. J. (2010). Motivation in online learning: Testing a model of self-determination theory. *Computers in Human Behavior*, 26, 741-752.

[14] Deci, E. L., & Moller, A. C. (2005). The concept of competence: A starting place for understanding intrinsic motivation and self-determined extrinsic motivation. In A.

[15] J. Elliot & C. J. Dweck (Eds.) (2005), *Handbook of competence and motivation* (pp. 579-597). New York: Guilford Press.

[16] Deci, E. L., Schwartz, A. J., Sheinman, L., & Ryan, R. M. (1981). An instrument to assess adults' orientations toward control versus autonomy with children: Reflections on intrinsic motivation and perceived competence. *Journal of Educational Psychology*, 73(5), 642

[17] Reflections on intrinsic motivation and perceived competence. *Journal of Educational Psychology*, 73, 642-650.

[18] Benware, C., & Deci, E. L. (1984). The quality of learning with an active versus passive motivational set. *American Educational Research Journal*, 21, 755-766.

[19] Burguillo, J. C. (2010). Using game theory and competition-based learning to stimulate student motivation and performance. *Computers & Education*, 55(2), 566-575.

[20] Bergin, S., & Reilly, R. (2005). The influence of motivation and comfort-level on learning to program. In *Proceedings of the PPIG* (Vol. 17, pp. 293-304).

[21] Kharma, N., Caro, L., & Venkatesh, V. (2002). MagicBlocks: A game kit for exploring digital logic. In *Proc. of the 2002 American Society for Engineering Education Annual Conference*.

[22] Whitton, N. (2007). Motivation and computer game based learning. *Proceedings of the Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education*, Singapore.

[23] Cantador, I., & Conde, J. M. (2010). Effects of competition in education: A case study in an e-learning environment.

[24] Anaya-Durand, A., & Anaya-Huertas, C. (2010). ¿Motivar para aprobar o para aprender? Estrategias de motivación del aprendizaje para los estudiantes. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 25(1), 5-14.

[25] Chung, C.J. (2008) Learning through Competitions – Competition Based Learning (CBL), LTU CTL Conference poster session, April 2008, <http://www.robofest.net/LBA/CBL.pdf>

[26] Silva, B., & Madeira, R. N. (2010, April). A study and a proposal of a collaborative and competitive learning methodology. In *Education Engineering (EDUCON)*, 2010 IEEE (pp. 1011-1018). IEEE.

[27] Shindler, J. (2009). *Transformative classroom management: Positive strategies to engage all students and promote a psychology of success*. Wiley.com.

[28] Mannova, B. (2011). Project based competitive learning in high school. In Divjak S.. *Proceedings book of the joint international conference MPTL* (pp. 306-310).

[29] Attle, S., & Baker, B. (2007). Cooperative learning in a competitive environment: Classroom applications. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 19(1), 77-83.

[30] Cerny, T., & Mannova, B. (2011). Competitive and collaborative approach towards a more effective education in computer science. *Contemporary educational technology*, 2(2), 163-173.

Datos de Contacto:

Mario Alejandro García, UTN FRC (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba), mgarcia@sistemas.frc.utn.edu.ar