

# Diseño de una Mecánica de Juego para Propiciar Construcciones Colaborativas en Entornos Virtuales

## Design of a Game Mechanic to Promote Collaborative Constructions in Virtual Environments

Juan A. Álvarez Mesa, Cristian D. Mazo Muñoz, Julián Moreno Cadavid  
Departamento de Ciencias de la Computación y la Decisión  
Universidad Nacional de Colombia  
Medellín, Colombia  
{juaalvarezme, cdmazom, jmoreno1}@unal.edu.co

**Resumen**— La característica de ubicuidad que internet dispone al servicio de las herramientas tecnológicas, ha sido aprovechada en innumerables áreas de aplicación. Dinámicas sociales de competencia, cooperación y colaboración emergen naturalmente en nuevos entornos virtuales donde los canales de comunicación abundan. En el ámbito educativo, saber aprovechar estas dinámicas para potenciar los procesos de aprendizaje, se convierte en un reto que requiere del desarrollo de nuevas estrategias que integren las herramientas tecnológicas con las herramientas propias del área. En este trabajo se presenta el diseño de una propuesta para la abstracción y representación de objetivos y su consecución a través de una mecánica de juego colaborativa que puede ser implementada en entornos virtuales. Algunas consideraciones técnicas son abordadas desde un punto de vista general, así como un esquema preliminar de su implementación.

**Palabras clave**—multi-jugador, colaboración, entornos virtuales, simulación, aprendizaje.

**Abstract**—The ubiquitous feature that internet dispose to the service of the technological tools, has been exploited in innumerable areas of application. Social dynamics of competition, cooperation and collaboration naturally emerge in new virtual environments where communication channels abound. In the educational field, knowing how to take advantage of these dynamics to enhance learning processes, becomes a challenge that requires the development of new strategies that integrate technological tools with the tools of the area. This paper presents the design of a proposal for the abstraction and representation of objectives and their achievement through a collaborative game mechanic that can be implemented in virtual environments. Some technical considerations are approached from a general point of view, as well as a preliminary scheme of its implementation.

**Keywords**—multiplayer, collaboration, virtual environments, simulation, learning.

### I. INTRODUCCIÓN

La colaboración, así como las competencias en ámbitos tecnológicos, son habilidades necesarias en un mundo totalmente conectado como el actual. Sin embargo, hay una falta de penetración al momento de definir las mejores prácticas en la enseñanza de las habilidades colaborativas. Anna & Egert [1] presentan la colaboración como el compromiso mutuo de los participantes, cuyas metas son independientes pero positivamente correlacionadas en un esfuerzo coordinado por alcanzar el éxito de una tarea. Sin embargo, el concepto de colaboración puede variar según el área de estudio, debido a su habitual integración con los términos de cooperación y trabajo en equipo, lo que ocasiona confusiones a la hora de transmitir conocimientos o experiencias asociadas a la colaboración.

Como una aproximación, no solo para propiciar la colaboración sino también el aprendizaje, se encuentran los videojuegos. Diversos estudios demuestran que estos pueden potenciar el aprendizaje de los estudiantes y la motivación por aprender, además de promover capacidades como la concentración, coordinación mano-ojo y realización de multitareas, además de enseñar la importancia de la priorización, tácticas, economía y la conciencia [2][3]. Videojuegos con un componente multijugador y online promueven el aprendizaje de habilidades sociales [4], además, cuando son diseñados específicamente para recompensar la cooperación y la ayuda mutua, los jugadores adquieren importantes capacidades prosociales [5]. De esta manera, los videojuegos presentan una herramienta con mucho potencial para fomentar las habilidades colaborativas al ser implementadas en entornos virtuales multijugadores.

Considerando este panorama, en este trabajo se presenta una propuesta de mecánica de juego que busca



aprovechar y potenciar dinámicas de colaboración en entornos virtuales educativos y que está inspirada en el tema de la construcción. Tal mecánica está basada en la premisa de que, sea cual sea el objetivo educativo a alcanzar, este puede asociarse a una meta dentro de un entorno virtual simulado que sea de interés de todos los participantes y del que se espera sea logrado de manera conjunta. Dicho objetivo es entonces abstraído y representado nuevamente en forma de proyecto de construcción. Así, dependiendo del contexto donde se implemente, los participantes pueden tener como metas concretas —que se corresponden directamente con los objetivos originales— construir entre todos una planta de tratamiento de aguas para sanear un río, si fuera el caso de un curso sobre educación ambiental por ejemplo. Para efectos de claridad, a partir de ahora usamos el término “edificación” para referirnos a cualquier tipo de proyecto de construcción aun cuando, en el sentido estricto de la palabra, no sea necesariamente un edificio. Dichas edificaciones son constituidas por unidades constructivas básicas, tipo lego, que representan los aportes de cada usuario hacia la construcción del mismo.

El resto del artículo es organizado de la siguiente manera: La Sección II presentan trabajos relacionados. La Sección III describe la estructura y la mecánica propuesta. La Sección IV muestran los resultados preliminares y el estado actual del proyecto. Finalmente, las conclusiones y trabajo futuro son presentados en la Sección V.

## II. TRABAJOS RELACIONADOS

En la industria hay varios videojuegos que abarcan el componente de construcción, sea o no colaborativo. Dentro de esta categoría, dos de los más conocidos mundialmente son *The Sims* y *Minecraft*. Este último incluso posee una versión específica para emplearse en contextos educativos (Fig. 1) e, igual que su versión estándar se puede jugar en modo individual o multijugador.



Fig. 1.

MinecrafEdu (<https://education.minecraft.net/>).

También se destaca el juego *Curiosity - What's Inside the Cube* (Fig. 2), desarrollado por Peter Molyneux y liberado al público en el 2012, el cual es un experimento sociológico en el que miles de jugadores de todo el mundo debían colaborar para llegar al centro de un cubo, formado por miles de millones de cubos más pequeños, y descubrir lo que había oculto en su interior [6]. Según la página del desarrollador, *22cans*, en total los usuarios removieron 27,798,516,200 cubos, a una tasa promedio de 1593 cubos por segundo.

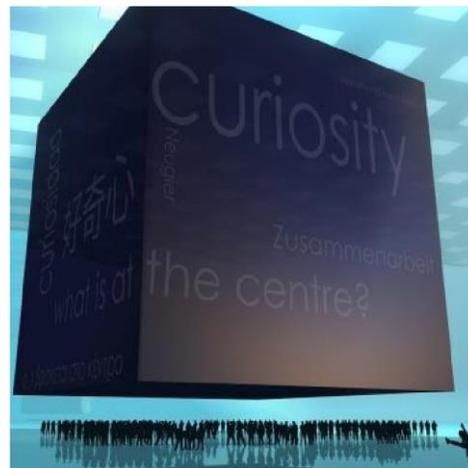


Fig. 2. Curiosity (<http://22cans.com/>).

Ya saliéndose del ámbito comercial y adentrándose propiamente en el educativo Loparev & Egert [1] exploran el impacto del escalamiento colaborativo en videojuegos educativos. Para ello modificaron el juego de acción-puzzle *Waker*, originalmente desarrollado por la Singapore-MIT GAMBIT Game Lab, agregando más niveles e implementando un sistema de escalamiento (*Scaffolding*). Plantean una serie de problemas al momento de desarrollar actividades colaborativas, entre ellas, la selección misma de las actividades considerando que, aunque una actividad parezca colaborativa, no necesariamente fomenta esta habilidad.

Erfanian & Hu [7] por su parte desarrollan un entorno colaborativo virtual multi-usuarios para comparar dos modelos de resolución de conflictos: *firstcome-first-serve* (FCFS) and *dynamic priority* (DP). Cada participante desempeña el rol de un experto en un escenario donde deben colaborar para completar un mapa formado por una serie de propiedades u objetos. Los participantes utilizan un dispositivo *Phantom Omni* para manipular los objetos e interactuar con el sistema. La forma en como un participante gana el acceso para desbloquear una parte del mapa varía según el modelo de resolución de conflictos utilizado. Para FCFS, el participante más ágil es el que gana el acceso al área compartida; mientras que en DP, el acceso lo tiene quien posea mayor prioridad. Estos autores concluyen que los entornos colaborativos virtuales presentan un gran potencial para simular y probar metodologías en ambientes controlados. Esto puede extenderse a ambientes masivos,

logrando recolectar información de una población mucho mayor.

El campo de las energías renovables también ha sido abordado por los entornos colaborativos, como es el caso del sistema SIEVE, desarrollado por Bishop & Stock [8]. El sistema permite la manipulación de un entorno 3D a partir de GIS data y posee un visor que sirve como un entorno virtual colaborativo. El objetivo del sistema es apoyar la toma de decisiones respecto a donde construir un parque eólico, permitiendo tener una representación visual y sonora de posibles parques eólicas en un área. El sistema visor permite visualizar hasta tres instancias diferentes de la misma zona y mostrar las diferencias entre ellas, además permite la comunicación entre los usuarios vía chat para fomentar la discusión y encontrar la mejor distribución de las turbinas del parque eólico. Este modelo muestra el potencial que tienen los entornos virtuales colaborativos gracias a la retroalimentación entre los usuarios y la manipulación del entorno 3D, sin embargo, la parte colaborativa aún puede tener mejores en busca de una comunicación confiable y un mayor apoyo en la búsqueda de soluciones aceptables por la comunidad.

### III. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La mecánica propuesta en el presente trabajo establece un punto de convergencia de colaboración entre los participantes, pues define un objetivo común y sirve como interfaz para la realización de un aporte individual al mismo, en este caso la construcción de diversas edificaciones según el contexto del entorno educativo virtual. El proyecto está en etapa de desarrollo y se utiliza Unity3D como motor de juego para llevar a cabo la mecánica propuesta.

El tema de construcción de edificios presenta un par de características que sirven para representar e ilustrar la colaboración entre diferentes usuarios en busca de un objetivo común. Por una parte, cada edificio es segmentado en bloques individuales (unidades constructivas) que corresponden directamente a aportes individuales realizados por los usuarios. Por otra parte, visualmente se puede identificar con facilidad el progreso de construcción del edificio y así, por tanto, el progreso total del objetivo en común. Cabe anotar que la idea es que cada unidad constructiva sea adquirida o intercambiada mediante una cierta cantidad de “monedas”, esto como un mecanismo de control sobre la cantidad de aportes realizados por cada usuario y con el fin de mantener un equilibrio en la participación de los mismos. La obtención de dichas monedas (sin valor monetario real) está sujeta al contexto del entorno educativo virtual en el que se implemente.

#### A. Estructura de las edificaciones

Las edificaciones son modeladas en base a construcciones de la vida real donde cada edificio está compuesto por elementos individuales, como se ha mencionado anteriormente. Tal como ocurre en una construcción real, la ubicación y configuración de los elementos debe ser

previamente definida por un arquitecto, y algunos de los elementos que conforman el edificio requieren que previamente se hayan ubicado ciertos elementos antes de que los nuevos puedan ser ubicados. De esta manera, cada edificación puede ser descrita como un grafo dirigido, donde cada nodo representa los bloques que la conforman y los enlaces entre nodos indican una dependencia de prerequisite entre ellos (Fig. 3). La planificación y estructuración de cada edificio es una tarea que corresponde al diseñador del juego, de tal manera que los usuarios finales tendrán la labor de construir un edificio, de manera colaborativa, estrictamente, en una estructura previamente definida.

Cada nodo posee la información correspondiente al tipo de unidad constructiva que representa, la ubicación espacial en la edificación (posición, rotación y escala), el estado del mismo (construido, disponible para ubicar, no disponible) y los nodos prerequisites. Así por ejemplo, la Fig. 3 muestra parte de una edificación sencilla: una pared con una puerta. Según el grafo correspondiente las primeras unidades constructivas que un usuario puede poner son B1 (un panel) o W1 (la puerta). Al ponerse B1 se habilita B2 que a su vez habilita B3, mientras que W1 habilita tanto a B4 como a B5.

Igual que en un *Lego* por ejemplo, una misma construcción puede hacerse con una secuencia diferente de piezas y generalmente hay muchos bloques homogéneos, como los elementos B del ejemplo, y unos pocos elementos especiales, como la puerta W1. La idea es que dichos elementos especiales tengan cierto nivel de personificación (el color o estilo de la puerta, por ejemplo), de tal forma que sean las unidades constructivas más “deseables” por los usuarios y, como se explica en la siguiente sección, son por tanto más difíciles de obtener.

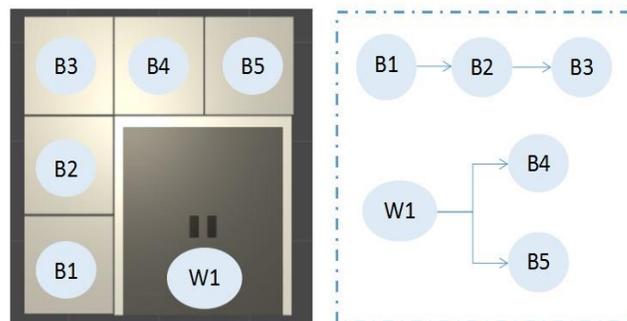


Fig. 3. Ejemplo de edificación con su grafo correspondiente.

Cabe anotar que para llevar a cabo el proceso de diseño de las edificaciones se extiende el editor de Unity para realizar la creación en el entorno 3D de dicha estructura, así como su correspondiente grafo, sus nodos y la asignación de prerequisites entre ellos. De esta manera, el diseñador solo debe construir los edificios y definir las características de las unidades constructivas; posteriormente el sistema se encarga de guardar y almacenar dicha estructura en un archivo de formato JSON para su uso en el entorno virtual en el cual se

implemente. Esta temática se trata con más detenimiento en la sección de consideraciones técnicas.

### B. Mecánica

En primera instancia, se establece un protocolo cíclico conformado por una serie de pasos que definen el proceso completo por medio del cual un usuario puede hacer un aporte a la construcción de una edificación (Fig. 4).

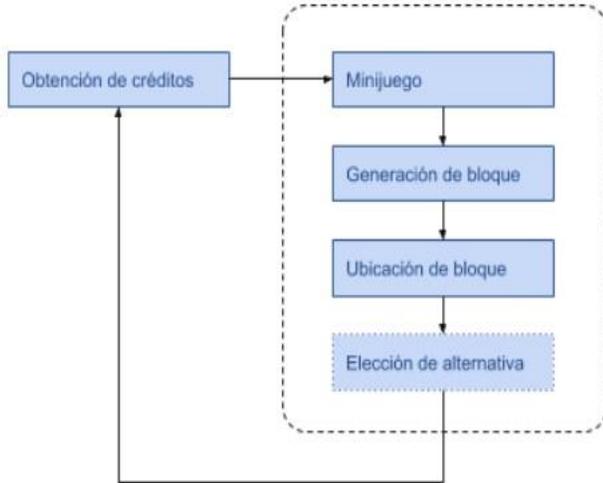


Fig. 4. Descripción del protocolo de aporte.

Una vez el usuario obtiene las monedas necesarias para conseguir, y posteriormente colocar un bloque constructivo, puede dar inicio con el primer paso del protocolo que consiste en un minijuego para la obtención del mismo. Una vez finalizado este minijuego, se genera un tipo de bloque pseudo-aleatoriamente a partir de la lista de bloques disponibles en ese momento en la edificación y con base en los prerequisites de cada uno de ellos. Es pseudo-aleatorio porque el puntaje obtenido en el minijuego afecta la probabilidad de elección de los bloques: puntajes altos aumentan la probabilidad de obtener bloques especiales, mientras que puntajes bajos la disminuyen.

Una vez el usuario obtenga un bloque de construcción, procede entonces a decidir, según las posiciones válidas, dónde ubicará el bloque y finalmente, en caso de que se trate de un bloque especial, elige el elemento concreto que aportará según las alternativas disponibles. Con el bloque ya ubicado, el aporte individual se consolida y es visible a los demás usuarios.

### C. Consideraciones técnicas

Debido a la concurrencia de usuarios aportantes sobre un mismo edificio, es importante definir un mecanismo que permita sincronizar y coordinar los procesos individuales que se llevan a cabo en cada cliente y así asegurar la consistencia del proceso. En el proceso de generación de bloques, se debe tener la lista de bloques elegibles disponibles. Esto significa que si un bloque ya fue generado para otro usuario o la totalidad de sus prerequisites no han sido generados, éste no

puede entrar en la lista de bloques elegibles. Este paso del proceso sugiere entonces que la generación de bloques debe llevarse a cabo de manera centralizada.

Siguiendo con la idea anterior, la lista disponible de bloques y los grafos que representan las edificaciones son almacenados en archivos formatos JSON para llevar a cabo el proceso de sincronización cada vez que el usuario entra al protocolo de aportación (Fig. 4). La lista de bloques disponibles es actualizada cuando un usuario finaliza el minijuego y obtiene un bloque de dicha lista, mientras que el grafo de las edificaciones es actualizado cada que el usuario consolida un aporte individual.

Una vez el usuario obtenga una unidad constructiva, necesariamente debe de ubicarla en la edificación en la que se encuentra; en caso de que el jugador, por motivos externos al videojuego, no complete la ubicación del bloque, este retorna a la lista de bloques disponibles.

## IV. RESULTADOS PRELIMINARES

Para efectos de una primera prueba de concepto, se definieron 40 tipos diferentes de unidades constructivas. Por una parte los bloques estándar: paralelepípedos, hexaedros, pentaedros, y pirámides. Por otra los elementos especiales: puertas, ventanas y elementos decorativos.

Como se mencionó en las secciones anteriores, las edificaciones son diseñadas en Unity3D a partir de dicho banco de unidades constructivas. Para esta tarea y para la asignación de prerequisites de cada unidad, se extiende el editor de Unity3D con el objetivo de agilizar y optimizar el trabajo del diseñador de las edificaciones, generando una interfaz personalizada con la información de interés del grafo y cada uno de sus nodos para una fácil edición. Al mismo tiempo, dicha información es guardada y almacenada en disco en un archivo formato JSON.

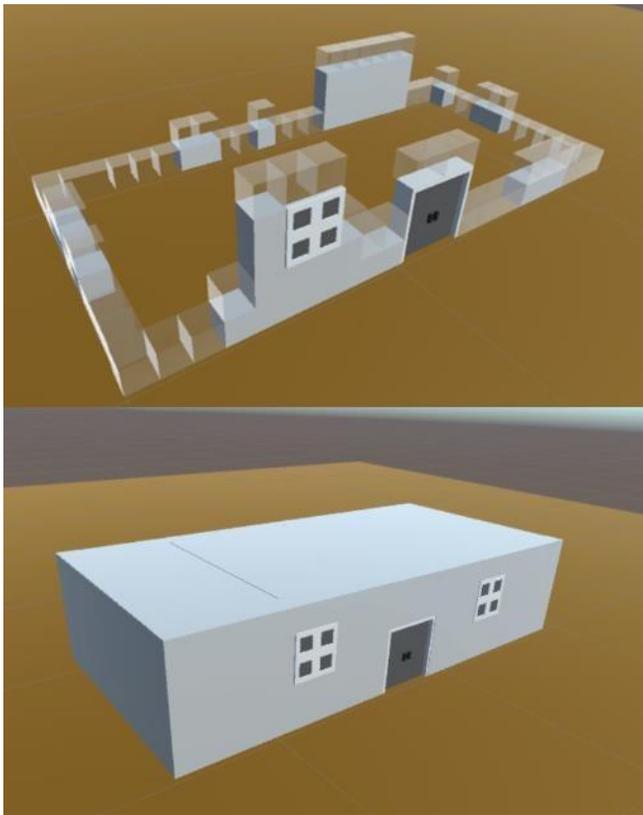


Fig. 5. Edificio en proceso de construcción (arriba) y edificio terminado (abajo).

En el momento de ejecución del juego y cuando el usuario procede a ubicar un bloque y realizar un aporte, se carga la información de la edificación correspondiente y se muestra al usuario todos los bloques que han sido ubicados anteriormente por él o por la comunidad. Además, se muestran los lugares disponibles donde el usuario puede ubicar la unidad constructiva que ha obtenido, es decir, si el jugador está en proceso de aportar una puerta se mostrarán solo los lugares donde puede ubicar dicha puerta. En la Fig. 5 se presenta el caso en que el usuario puede ubicar un bloque estándar y se muestran los demás bloques aportados por los otros usuarios.

## V. CONCLUSIONES

Han sido extensivos los esfuerzos por desarrollar alternativas que complementen y apoyen los procesos de aprendizaje dentro y fuera de las aulas de clase y que, además, se conviertan en herramientas que puedan ser consideradas atractivas por parte de los usuarios. Las dinámicas sociales de cooperación, competencia y colaboración que resultan del aprovechamiento de tecnologías como internet, pueden llegar a convertirse en un eje importante para la educación en la web.

La mecánica propuesta en este artículo, ha sido pensada para servir como un módulo que permita integrar y aprovechar el componente de colaboración en entornos

virtuales que lo requieran. Es por eso que se aborda desde una perspectiva aislada, asumiendo que los requerimientos técnicos referentes a la comunicación son cubiertos por el entorno virtual y son considerados una externalidad, así como que el entorno mismo dispone de los mecanismos necesarios para la gestión y obtención de créditos para la adquisición de bloques por parte de los usuarios.

Uno de los puntos fundamentales de la mecánica: los minijuegos, son en sí mismos un componente modular de la mecánica y, en este trabajo, sólo se especifica que su ejecución debe resultar en un puntaje que pueda ser calificado como alto o bajo para que pueda servir como indicador al asignar la probabilidad de generación de bloques especiales. Así, dependiendo del contexto y el área en el que se aplique —además de la naturaleza del entorno virtual—, es posible utilizar uno o varios minijuegos de diversos tipos para tal fin.

A partir del prototipo descrito, surge como un trabajo en el futuro cercano su implementación e integración en un entorno real con el fin de realizar pruebas de funcionamiento y usabilidad con usuarios y grupos reales. Así mismo se espera profundizar en aspectos que son por ahora abordados de manera superficial: cuestiones técnicas como la cantidad de usuarios participantes vs. la cantidad de elementos en los que se descompone una edificación y cuestiones sociales como la percepción, aceptación y el comportamiento resultante de los grupos participantes al interactuar.

## REFERENCIAS

- [1] Loparev, Anna, and Christopher A. Egert. "Scaffolding in educational video games: An approach to teaching collaborative support skills." *Frontiers in Education Conference (FIE), 2015. 32614 2015. IEEE. IEEE, 2015.*
- [2] Tsiatsos, Thrasyvoulos, and Andreas Konstantinidis. "Utilizing multiplayer video game design principles to enhance the educational experience in 3D virtual computer supported collaborative learning environments." *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2012 IEEE 12th International Conference on. IEEE, 2012.*
- [3] Clark, Douglas B., Emily E. Tanner-Smith, and Stephen Killingsworth May. "Digital games for learning: A systematic review and meta-analysis." (2013).
- [4] Granic, Isabela, Adam Lobel, and Rutger CME Engels. "The benefits of playing video games." *American Psychologist* 69.1 (2014): 66.
- [5] Ewoldsen, David R., et al. "Effect of playing violent video games cooperatively or competitively on subsequent cooperative behavior." *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking* 15.5 (2012): 277280. [6] "Curiosity - What's inside the cube" [online] Available: <https://curiosity.en.uptodown.com/android>
- [7] Erfanian, Aida, and Yaoping Hu. "Conflict resolution models on usefulness within multi-user collaborative virtual environments." *3D User Interfaces (3DUI), 2015 IEEE Symposium on. IEEE, 2015.*
- [8] Bishop, Ian D., and Christian Stock. "Using collaborative virtual environments to plan wind energy installations." *Renewable Energy* 35.10 (2010): 2348-2355.