

Modelo teórico para el diseño de un videojuego como recurso didáctico en matemáticas

Theoretical model for the design of a videogame as a didactic resource in mathematics

SOTO-HERNÁNDEZ, Ana María†*, VARGAS-PÉREZ, Laura Silvia, PERALTA-ESCOBAR, Jorge y REYES-MÉNDEZ, Victoriano

Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tecnológico Nacional de México

ID 1^{er} Autor: Ana María, Soto-Hernández / ORC ID: 0000-0002-8660-3413, CVU CONACYT ID: 317457

ID 1^{er} Coautor: Laura Silvia, Vargas-Pérez / CVU CONACYT ID: 212197

ID 2^{do} Coautor: Jorge, Peralta-Escobar

ID 4^{to} Coautor: Victoriano, Reyes-Méndez

Recibido: Marzo 23, 2018; Aceptado: Junio 02, 2018

Resumen

El uso extensivo de los dispositivos móviles entre la población, particularmente los jóvenes, puede utilizarse como recurso para motivar un mejor desempeño académico. Cuando se conjunta el interés por desarrollar aplicaciones móviles por estudiantes de ingeniería, y la posibilidad de diseñar un videojuego, con el fin de mejorar los aprendizajes en las matemáticas básicas que requieren los aspirantes a ingenieros, se tiene un doble beneficio. Diseñar un videojuego con fines educacionales requiere de un análisis pedagógico, y un profesor que desea utilizar un videojuego para sus intenciones pedagógicas requiere de un programador de videojuegos para realizar un análisis teórico de la relación juego-aprendizaje. La motivación y el involucramiento que genera un videojuego puede ser utilizado para fines educacionales, por ello un diseñador de juegos y un profesor diseñando una secuencia de aprendizaje pueden utilizar como base para el análisis de su propuesta la Teoría Cognitivo-Afectiva del Aprendizaje con Multimedia, el Modelo de Objeto de Juego, y el modelo Mecánica del Aprendizaje-Mecánica del Juego. En este trabajo se presenta una propuesta teórica para el diseño de un videojuego para el aprendizaje de conceptos básicos de matemáticas para ingeniería.

Videojuegos, Aprender matemáticas, Juegos serios

Abstract

The extensive use of mobile devices among the population, particularly young people, can be used as a resource to motivate better academic performance. When there is an interest in developing mobile applications for engineering students, and the possibility of designing a videogame, in order to improve the learning in basic mathematics required by aspiring engineers, there is a double benefit. Designing a video game for educational purposes requires a pedagogical analysis, and a teacher who wants to use a videogame for his pedagogical intentions requires a video game programmer to perform an analysis of the game-learning relationship. The motivation and involvement generated by a video game can be used for educational purposes, so a game designer and a teacher designing a learning sequence can use the Cognitive-Affective Theory of Multimedia Learning, the Game Object Model, and the Learning Mechanics-Game Mechanics model as a basis for the analysis of their proposal. In this paper, a theoretical proposal for the design of a video game that completes the learning of basic concepts of mathematics for engineering is presented.

Video games, Math learning, Serious games

Citación: SOTO-HERNÁNDEZ, Ana M., VARGAS-PEREZ, Laura S., PERALTA-ESCOBAR, Jorge y REYES-MÉNDEZ, Victoriano. Modelo teórico para el diseño de un videojuego como recurso didáctico en matemáticas. Revista de Tecnologías Computacionales. 2018, 2-6: 1-14

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: sotohana@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Los estudiantes que ingresan a las carreras de ingeniería deben demostrar una serie de competencias disciplinarias en las matemáticas y la física, así como las de tipo genérico - comunicación oral y escrita y trabajo en equipo- que les permita avanzar exitosamente en su trayectoria escolar. En el proceso de ingreso al nivel superior se aplican exámenes estandarizados, que incluyen la detección de las aptitudes y competencias sobre el pensamiento matemático y analítico, y la comprensión, lectura y estructura de la lengua, que permiten detectar el potencial de los aspirantes para cursar exitosamente el primer año de licenciatura (CENEVAL, s.f.).

En este sentido, los profesores responsables de los cursos de matemáticas, física y química, principalmente, tanto de nivel superior como medio superior, han sido motivados para actualizar sus estrategias didácticas y voltear a ver, estudiar, analizar, evaluar y aplicar otra gran variedad de recursos didácticos y de plataformas para la gestión del aprendizaje, relacionados con las nuevas tecnologías.

No obstante, a nivel institucional, sistémico, pareciera que “la escuela se está quedando al margen de esta transformación” (Pedró, 2016, p. 21), ya que las iniciativas se han desplegado de forma personal, los proyectos se han asumido casi como retos propios de los profesores, mientras que otros utilizan la tecnología en el ámbito personal, pero apenas están incorporándola en su actividad docente, a pesar de “la casi universalización de los dispositivos inteligentes entre los alumnos y los docentes” (Idem p. 22).

Así también el uso de los dispositivos electrónicos donde las aplicaciones de *software* están al alcance de la mano, se ha generalizado como intención para aprovechar las tendencias de los jóvenes a estar permanentemente conectados de forma virtual. Por lo anterior, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se ha convertido en un eje transversal de la política educativa en todos los niveles como reflejo de la tendencia mundial que también ha sido objeto de estudio (OCDE, 2015; Chiappe, 2016).

Sin embargo, pareciera que utilizar este tipo de recursos no ha motivado el mejoramiento de las competencias de los estudiantes en México.

Pues resultados de pruebas estandarizadas como Pisa para estudiantes de 15 años, y los cuestionarios para profesores plasmados en la encuesta denominada Talis, así lo muestran (OCDE, 2013; OCDE, 2015; OCDE, 2016).

Aún más, a nivel internacional se ha mostrado que “la calidad de los resultados en educación no tiene tanto que ver con la presencia o la ausencia de tecnología en las escuelas como con la pedagogía adoptada y las condiciones en que se aplica en el aula (Pedró, 2016, p. 22).

No obstante, dentro de la diversidad de recursos tecnológicos, los que más se han popularizado son los que tienen características lúdicas y se han asociado a los juegos entre niños y jóvenes.

Muchos de los cuales, de origen, se han diseñado incorporando elementos para aprendizajes en varias disciplinas –aprendizaje basado en juegos, GBL- independientemente de sus características motivacionales, afectivas, colaborativas y sociales, utilizando ambientes atractivos como la Realidad Aumentada (AR), las vistas 2D y 3D, o las versiones para dispositivos móviles como los teléfonos celulares y las tabletas (Bacca, y otros, 2015; Chen, Ho, y Lin, 2015; Diaz, Hincapié, y Moreno, 2015; Nincarean, y otros, 2013; Padilla, y otros, 2012; Samaniego, y Sarango, 2016; Sannikov, y otros, 2015; Palau, y otros, 2017).

En ese sentido, el cuestionamiento que motivó este trabajo está relacionado con los beneficios reales y significativos que tiene el uso de los juegos digitales para fines educativos, tanto desde el punto de vista afectivo-motivador, como del mejoramiento en el aprendizaje de conocimientos y el desarrollo de habilidades vinculadas con las competencias genéricas, disciplinarias o profesionales para los estudiantes de educación superior.

Por lo anterior, y aprovechando también la inclinación de jóvenes estudiantes de ingeniería en sistemas computacionales por la programación de aplicaciones para dispositivos móviles, la primera etapa de esta investigación está relacionada con la definición de un modelo teórico que oriente el trabajo de diseñar un videojuego utilizando recursos como la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada con objetivos educacionales específicos en el área básica de matemáticas para ingeniería.

En este documento se mostrará en el primer apartado algunos aspectos básicos de la teoría del aprendizaje, y del proceso de *gamificación* del aprendizaje; en el siguiente apartado se presentan la Teoría Cognitiva-Afectiva del Aprendizaje con Multimedia adaptada de Moreno (2006), y el modelo de Mecánica del Aprendizaje y Mecánica del Juego propuesto por Arnab y otros (2005). Finalmente se contrastan estos modelos con el modelo pedagógico por competencias que prevalece en la formación de los ingenieros del Tecnológico Nacional de México (TecNM), para realizar una propuesta de enfoque del trabajo de investigación y desarrollo sobre videojuegos para fines educacionales. Se presentan también las conclusiones y recomendaciones para dar continuidad al trabajo de investigación en curso.

Bases teóricas

El uso del juego para el aprendizaje no es una estrategia novedosa, ya que en educación básica es fundamental y obligada. Sin embargo, al avanzar en el conocimiento de conceptos abstractos, la tendencia de los profesores había sido formalizar el manejo de los mismos utilizando metodologías y recursos didácticos más “serios”, tendientes al manejo meramente intelectual, conceptual, asociando las actividades de manipulación con un nivel incipiente de conocimiento. Un profesor de matemáticas en ingeniería, por ejemplo, es cuestionado por sus colegas cuando dedica actividades para “jugar” con los colores, los elementos materiales, o los movimientos corporales dentro de un curso de cálculo infinitesimal. No obstante, si los estudiantes y su profesor son fanáticos de los videojuegos y los utiliza como recurso dentro de su práctica docente, tal inclinación no es considerada inapropiada para el nivel de la educación superior.

En esta época, cuando el uso de los teléfonos inteligentes está creciendo exponencialmente de tal manera que se proyecta que para el 2020 el 70% de la población mundial tendrá uno a su alcance (Ericsson, 2017), la utilización de esta tecnología para beneficios en la educación de las personas es una gran oportunidad, por supuesto, sin perder de vista que aquellos estudiantes que se encuentran en el 30% restante deben contar con una alternativa real y cercana para no ser objetos de exclusión y falta de equidad. En las instituciones de educación superior, el acceso generalizado de los estudiantes a salas de cómputo brinda estas opciones indispensables.

1 Sobre el aprendizaje

El proceso del aprendizaje es objeto de estudio de la pedagogía, vinculado con otras disciplinas como la psicología, sociología, antropología, filosofía, historia y medicina incluso, permite interpretar la circunstancia de los sujetos involucrados en el proceso y emitir explicaciones y sugerencias al respecto. El avance tecnológico asociado con las características del ser humano actual ha motivado cambios en los modelos de diseño instruccional, y el uso de las actividades lúdicas ha aumentado su nivel de aplicabilidad para incluir a jóvenes de cada vez mayor edad y ha permeado en disciplinas y áreas antes muy rígidas en sus metodologías y actividades de aprendizaje. En matemáticas para ingeniería, por ejemplo, asumir que los estudiantes tienen las bases teórico-conceptuales suficientes para que el profesor despliegue “su clase” en términos abstractos es bastante usual, sin embargo, la falta de los conocimientos y las habilidades pre-requisitos para la comprensión y el manejo de los conceptos nuevos para ellos está presente (Soto, y otros, 2015).

Los estudiantes, en su proceso de aprendizaje, pueden optar por un bajo nivel cognitivo de compromiso para enfocarse superficialmente en aprender lo básico y suficiente para aprobar los cursos; o pueden construir nuevos significados mediante un enfoque profundo del aprendizaje. Todo ello depende de “sus motivos e intenciones, de lo que ya sepan y de cómo utilicen sus conocimientos anteriores. En consecuencia, el significado es personal; debe serlo, cuando pensamos en ello” (Biggs, 2005, p. 31).

Con el proceso de aprendizaje cambia la forma de ver los fenómenos y al mundo, ya que se interacciona con el entorno, con la historia, con el futuro. Por eso, el aprendizaje no se impone ni se transmite, el profesor debe de crear actividades de aprendizaje para que cada estudiante construya sus significados.

No obstante, además de la necesaria carga cognitiva previa necesaria para comprender los nuevos conceptos, surgen inevitablemente las actitudes y los hábitos como variables a considerar. La motivación y el interés están fuertemente vinculadas con las emociones porque “movilizan hacia una armonía y “fluidez”, en las relaciones y en el que hacer educativo, en cambio hay emociones que limitan y cortan los vínculos y posibilidades de acciones de los estudiantes” (Faúndez, 2014, p. 164).

Los jóvenes aumentan su probabilidad de éxito en el desempeño escolar pero también se reconoce la “importancia del aprendizaje de los aspectos emocionales y sociales para facilitar la adaptación global de los ciudadanos en un mundo cambiante, con constantes y peligrosos desafíos” (Fernández y Extremera, 2005, p. 65).

De acuerdo con lo anterior, el trabajo del profesor con el estudiante debe estar centrado en analizar las circunstancias bajo las cuales instaurará sus actividades de aprendizaje, de otra forma pueden ser infructuosas o poco eficientes.

El trabajo del profesor debe seguir un proceso dialéctico entre sus estudiantes, los contenidos curriculares de su programa y él mismo.

Los problemas a resolver, presentados como actividades de aprendizaje, no deberían ser del mismo tipo ni grado de dificultad, deberían estar planeados para motivar al estudiante, para reconocerse como una persona que puede desarrollar su inteligencia y sus habilidades a través del trabajo constante.

Los profesores pueden contribuir a generar esas impresiones si logran crear las condiciones para que pueden sentirse orgullosos de sus resultados después de haberse esforzado (Riley, 2016).

En ese sentido, Riley (2016) recomienda a los profesores cuatro elementos básicos a considerar: 1) para resolver problemas, los estudiantes necesitan conocer los hechos, los datos, los conceptos básicos como las reglas de multiplicar; 2) las pruebas pueden mejorar el aprendizaje de los estudiantes, se deben utilizar como un medio para enfocar el aprendizaje, no solamente para emitir una calificación sino para identificar sus propios adelantos; 3) los nuevos contenidos deben presentarse a partir de los conocimientos anteriores de los estudiantes, los contenidos curriculares deben estar perfectamente secuenciados; 4) los estudiantes no tienen diferentes estilos de aprendizaje, les atraen más unos canales que otros, y los profesores deben preparar actividades con materiales diversos para hacer amable el proceso, para no aburrirlos. De acuerdo con Riley (2016), los profesores asumen modelos mentales de cómo aprenden los estudiantes. Sea implícita o explícitamente cada profesor tiene una teoría al respecto para tomar las decisiones de su diseño instruccional, que incluyen las actividades de aprendizaje.

Por lo demás, de acuerdo con Biggs (2005), los resultados del aprendizaje deben evaluarse desde el aspecto cuantitativo que es el más común; pero también en el ámbito cualitativo referente a la calidad del aprendizaje en cuanto a la profundidad, la manera en que realizan la transferencia de conocimientos y que construyen el nuevo conocimiento o habilidad; y también se incluye el afectivo relacionado con las emociones asociadas al proceso de aprendizaje, su interés, motivación, involucramiento y compromiso con ello.

Dentro de los esquemas de evaluación en las instituciones de educación superior, no se realiza este tipo de evaluaciones de forma sistemática ni generalizada. Aunque el subsistema de los institutos tecnológicos sostenga un modelo educativo que establece la necesidad de evaluar de forma integral las competencias de los jóvenes y que se “propicie la necesaria actividad intelectual del estudiante, alentándolo a que observe, analice, organice y sintetice información; formule preguntas, identifique problemas, busque soluciones y aplique conocimientos; comprenda y produzca textos académicos, con el fin de que asuma un papel activo en su proceso formativo” (DGEST, 2012, p. 45).

La realidad es que no existe un sistema de evaluación adecuado para integrar una valoración explícita de cómo los estudiantes han avanzado en estas competencias genéricas.

Aquellos profesores que lo realizan lo hacen por iniciativa propia. Entonces, todas las iniciativas que promuevan el desarrollo de las competencias establecidas en un plan de estudios, y las evalúen cuantitativa y cualitativamente, estarán coadyuvando con evidenciar la formación integral de los ingenieros.

2 Sobre la *gamificación* del aprendizaje

El estudiante de las últimas décadas ha sido denominado nativo digital (Toriz y Murillo, 2017), por lo que el uso de la tecnología implica más un reto para sus profesores en una situación de migrantes digitales.

La demanda creciente por una mayor interactividad durante el proceso de aprendizaje, crea oportunidades para aplicar conocimientos dentro de un mundo virtual; para lograr esto, la tecnología ha proporcionado medios con los cuales el interés de los estudiantes se incrementa y permite generar un esquema de participación más amplio (Pivec, Dziabenko, y Schinnert, 2003).

El uso de los juegos para propósitos educativos ha reforzado: las habilidades de los estudiantes para asumir el proceso de toma de decisiones a partir de la combinación de diversa información en un cierto momento; la utilización del método de prueba y error como una forma de asumir las consecuencias de sus decisiones y acciones; el trabajo en equipo mediante la discusión, negociación, y planeación de sus acciones para alcanzar mejores resultados en común, incluidas las habilidades sociales (Idem, p. 217).

El modelo del Aprendizaje Basado en Juegos (GBL por sus siglas en inglés o DGBL cuando se especifica que se trata de juegos digitales) planteado por Garris y otros (citado en Pivec, y otros, 2003) es un proceso que especifica cómo y cuándo ocurre el aprendizaje a partir de la interacción de los estudiantes durante el juego.

De acuerdo con los autores, el diseño instruccional mezcla las características del juego con los contenidos educativos; durante el proceso se espera que el alumno obtenga conductas deseables basadas en las reacciones emocionales o cognitivas que resultan de la interacción y la retroalimentación del juego.

Los elementos de entrada en el ciclo del proceso del juego de Garris, son los contenidos del propio diseño instruccional que se encuentran insertos en las características del juego; el ciclo comienza con los juicios o las decisiones que el aprendiz realiza con los elementos del juego, posteriormente deviene el comportamiento ante los sucesos del juego, y la retroalimentación que el mecanismo dialéctico del juego le produce al jugador.

Todo lo cual lo lleva a un aprendizaje - qué hacer, qué no hacer, qué sucede si- y a nuevas preguntas sobre el propio juego.

En el ciclo del juego se hace evidente la importancia de la etapa del cuestionamiento, o duda, durante el ciclo del juego para el mejoramiento en los resultados del aprendizaje, debido a que aquí se realiza la vinculación entre la simulación y el mundo real.

Delinear las relaciones entre los eventos del juego y los del mundo real es la conexión de la experiencia lúdica con el aprendizaje deseado. El ciclo del juego corresponde al proceso del estudio, y por tanto del aprendizaje: hacer, analizar, comprender y aplicar (Pivec, Dziabenko, y Schinnert, 2003).

Con relación a las características del juego se han mencionado la interactividad, las dinámicas visuales, las reglas y las metas, el reto y el riesgo, la fantasía, la curiosidad y el control como elementos que potencializan la motivación y el interés de los estudiantes en la materia objeto del juego (Pivec, Dziabenko, y Schinnert, 2003; Huang y Soman, 2013; Fernández Solo de Zaldívar, 2016; Roozeboom, Visschedijk, y Oprins, 2017).

Sin embargo, por sí mismo, el juego no es un método de aprendizaje mejor que otros, lo puede ser por lo que tiene incorporado y por lo que los estudiantes hacen cuando juegan (Van Eck, 2006).

Durante el juego, una de las claves mencionadas por Van Eck (2006) es que se debe someter al jugador a procesos de desequilibrio cognitivo, lo cual implica en un momento dado que se encuentra ante dos creencias o expectativas contradictorias; una de ellas a partir del conocimiento previo y otra que muestra un escenario que al analizarlo motiva un reordenamiento de conocimientos o de estatutos. Piaget (citado por Van Eck, 2006) creía que la maduración intelectual sobre la esperanza de vida de un individuo depende del ciclo de asimilación y reordenamiento y que el desequilibrio cognitivo es la llave para ese proceso. Los juegos implican este tipo de situaciones y en la medida que frustran las expectativas (crean el desequilibrio cognitivo) sin exceder la capacidad del jugador para tener éxito, determina en gran medida si son interesantes o no. Interactuar con un juego implica un ciclo constante de formulación de hipótesis, prueba, y revisión, todo ello con una retroalimentación inmediata (Idem, p. 5).

En educación superior, de acuerdo con Van Eck (2006), los profesores se han enfocado en tres formas de trabajar con los juegos digitales: la primera, y menos utilizada, es cuando los estudiantes asumen el rol de diseñadores del juego utilizando sus conocimientos y habilidades en los lenguajes de programación, lo cual lleva de uno a dos años e implica programadores y diseñadores; la segunda es cuando no se pretende que el juego tenga elementos de aprendizaje explícitos porque no está en condiciones de competir con alguno similar con licencia de uso limitada, ya que estos tiene una eficacia probada para llegar a ganar el juego; la tercera forma que integra juegos comerciales implica tomar de los disponibles y no necesariamente desarrollarlos durante el curso, solamente para fines de motivación y evaluación del curso (Idem, p. 6).

Esos juegos digitales diseñados por expertos, cuya eficacia ha sido probada en el desarrollo de conocimientos, habilidades y resolución de problemas específicos, con un equipo de investigación de soporte, han sido denominados Juegos Serios (Van Eck, 2006; Roozeboom, Visschedijk, y Oprins, 2017; Khenissi, Essalmi, y Jemni, 2015; Arnab, y otros, 2015), y su importancia económica ha dado lugar a la conformación de instituciones dedicadas a ello dentro de varias universidades en el mundo.

Una línea de trabajo ha sido la definición de un modelo analítico que describa la relación de la mecánica del aprendizaje con la mecánica del juego (LM-GM por sus siglas en inglés) como un primer paso para llegar a una teoría de la Mecánica de los Juegos Serios (SGMs por sus siglas en inglés). El balance entre divertimento y resultados de aprendizajes debe estar concebido desde la fase de diseño del juego, lo cual implica contrastar las propuestas con diferentes ambientes y diseños instruccionales.

Esta cualidad es muy importante para el entendimiento entre ambas partes ya que los diseñadores de juegos digitales y los expertos educacionales generalmente no comparten un lenguaje común ni el mismo punto de vista (Arnab, y otros, 2015, pp. 392-393). Arnab y sus colegas (2015) han definido la Mecánica de los Juegos Serios como el diseño que concretamente lleva a cabo la transición de una práctica u objetivo de aprendizaje a un elemento mecánico del proceso del juego de tal forma que parezca solo diversión (2015, p. 393).

Así también, Amory (citado por Arnab, y otros, 2015) presentó el Modelo de Objeto de Juego (GOM) durante el 2007, como una base teórica constructivista para justificar el desarrollo de los juegos educativos, basada en la noción de componentes interrelacionados, de la misma manera que la programación orientada a objetos. Este modelo -tabla 1- implica cinco espacios de trabajo distintos en el juego: espacio del juego, espacio de la visualización, espacio de los elementos, espacio del actor, y espacio del problema; pero también considera que contienen componentes (objetos) que pueden ser descritos a través de la interfaz abstracta (componente teórico/pedagógico) y de la interfaz concreta (componentes de diseño del juego) (p. 394).

Espacio del juego	Espacio de la visualización	Espacio de los elementos	Espacio del actor	Espacio del problema
Juego (a)	Pensamiento crítico (a)	Diversión (a)	Drama (a)	Perplejidad (a)
Exploración (a)	Descubrimiento (a)	Emoción (a)	Modelos de rol ©	Alojamiento (a)
Retos (a)	Formación de objetivos (a)	Gráficos ©	Interacción ©	Asimilación (a)
Compromiso (a)	Obtención de objetivos (a)	Sonidos ©	Gestos ©	Complejidad (a)
Narración (a)	Competencia (a)	Tecnología ©		Flujo (a)
Realista (a)	Práctica (a)	Historia ©		Basado en actividades (a)
Vistas múltiples (a)	Línea de la historia ©			Conflicto ©
Inclusión de género (a)	Argumento ©			Conocimiento explícito ©
Transformación (a)	Reflexión ©			Conversación ©
Conocimiento tácito (a)	Relevancia ©			Armado del modelo ©
	Ritmo del juego ©			Comunicación ©
				Alfabetismo ©
				Memoria ©
				Motor ©

GOM: Modelo de Objeto del Juego (a) Interfase abstracta © Interfase concreta

Tabla 1 Constructos teóricos de cada objeto en el Modelo de Objeto de Juego

Fuente: Traducción libre de Arnab, y otros (2015, p. 395)

Es importante resaltar que los constructos enumerados en la tabla 1 no conforman una relación exhaustiva de las posibilidades del modelo, ni tampoco es obligatorio utilizarlas todos en todos los casos. El diseñador del juego, en conjunto con el diseñador pedagógico habrán de determinar el alcance en cada caso.

Desarrollo

En la búsqueda de la demostración de la eficacia de esta metodología didáctica se han realizado investigaciones de aspectos muy concretos como el uso de cierto tipo de colores y figuras (Münchow, Mengelkamp, y Bannert, 2017); el uso de señales como una forma de reducir la carga cognitiva del aprendizaje y por tanto alcanzar una mejor retención y transferencia del conocimiento (Xie, y otros, 2017); el uso del enfoque digital para mejorar los tiempos de atención y concentración para el aprendizaje (Glaser, Lengyel, y Tolouse, 2016); la comparación de los aprendizajes desarrollados cuando se utilizan juegos en 2D, en 3D, o en ambientes tradicionales de aula (Ak y Kutlu, 2017).

El uso de la Realidad Aumentada (AR) para mejorar el aprendizaje de matemáticas en educación superior (Coimbra, Cardoso, y Mateus, 2015) y en otras áreas (Nincarean y otros, 2013; Cai y otros, 2014; Kesim y Osarsian, 2012; Bacca y otros, 2015; Sannikov y otros, 2015; Yen, Tsai, y Wu, 2013).

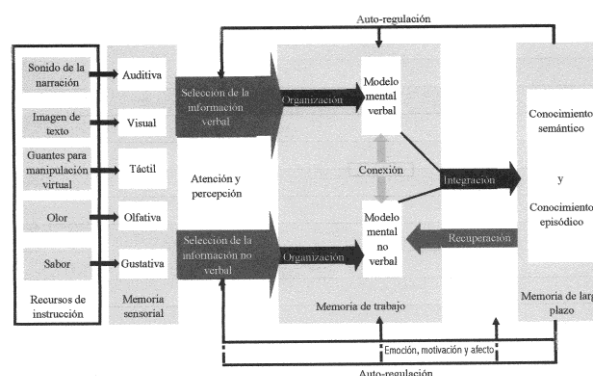


Figura 1 Teoría Cognitiva-Afectiva del Aprendizaje con Multimedia adaptada de (Moreno, 2006)

Fuente: Traducción libre de Park, Flowerday, y Brinken (2015, p. 268)

No obstante, los modelos teóricos relacionados con las ciencias de la cognición, con la forma de procesar el aprendizaje, y su relación con los recursos tecnológicos, en particular los juegos digitales, llevaron a propuestas como la Teoría Cognitiva-Afectiva del Aprendizaje con Multimedia (CATLM) de Moreno hace diez años (citado por Park, Plass, y Brünken, 2013) como una variante más comprensiva que la Teoría Cognitiva del Aprendizaje con Multimedia (CTLM) (Diaz, Hincapié, y Moreno, 2015) y que la Teoría de la Carga Cognitiva (CLT) (Xie, y otros, 2017).

1 Teoría Cognitiva-Afectiva del Aprendizaje con Multimedia (CATLM)

Para los fines de este trabajo se ha decidido utilizar la teoría CATLM de Moreno que permite considerar no solamente el proceso cognitivo del aprendizaje sino la vertiente de las emociones que está involucrada en con el uso de los recursos tecnológicos visuales (Park, Plass, y Brünken, 2013). Lo anterior de una forma congruente con la investigación comprensiva que se ha estado realizando en relación a la trayectoria de los estudiantes de nuevo ingreso al instituto tecnológico y las estrategias para mejorar los índices de aprobación y de permanencia en la institución tecnológica.

Este modelo, mostrado en la figura 1, parte de siete supuestos: 1) la existencia de una comunicación verbal y no verbal que se procesa por canales relativamente independientes uno de otro; 2) la capacidad limitada de memoria de trabajo, así como una capacidad de memoria de largo plazo virtualmente ilimitada; 3) un aprendizaje mejorado a través de una codificación dual; 4) la necesidad de los estudiantes de procesar información activamente para construir significados; 5) los factores motivacionales median el aprendizaje al aumentar o disminuir el compromiso cognitivo; 6) los factores metacognitivos median el aprendizaje por la regulación de los procesos cognitivos y afectivos; 7) las diferencias en los perfiles de los estudiantes, como los estilos y habilidades, afectan la eficiencia del aprendizaje con los métodos y medios (Park, Plass, y Brünken, 2013, p. 125).

El modelo muestra que los cinco sentidos del ser humano son canales para ser utilizados eventualmente durante el proceso de acceso a la información, por lo cual, al uso de la voz y de las imágenes, tradicionalmente utilizados para el aprendizaje, se les suma el olfato, el sentido del gusto a través de sabores, y el tacto con la manipulación de objetos reales, pero también virtuales cuando de juegos digitales se trata. Toda la información se almacena en una memoria sensorial mediante la atención y percepción del individuo; pero esa información verbal y no verbal es seleccionada a través de algún criterio, y es organizada para estructurar un modelo mental que incluye ambos aspectos. Finalmente se integra toda la información procesada en la memoria de trabajo como un conocimiento semántico – relativo al significado de las palabras utilizadas– y también como un conocimiento episódico – relativo a la interpretación de la serie de sucesos y sus implicaciones– que permanecen en el individuo como memoria de largo plazo.

De acuerdo con la figura 1, en el modelo modificado de la CATLM de Moreno (Park, Plass, y Brünken, 2013), entre la memoria de largo plazo y la memoria de trabajo de un individuo existe un proceso de autorregulación que permite recuperar información, modificarla, replantear el modelo, todo en el marco de una carga mental cognitiva y también de las emociones, la motivación y las afectaciones involucradas durante las sesiones de aprendizaje con recursos multimedia.

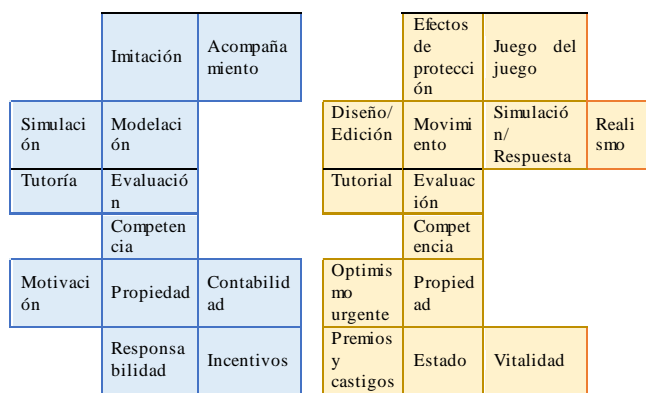
Park y otros (2013, 2015) han dado seguimiento a las investigaciones desarrolladas para encontrar la relación entre el uso de los recursos multimedia y algunos aspectos motivacionales y afectivos, uno de los cuales es el uso de contradicciones para generar una confusión y así crear un desequilibrio cognitivo como el mencionado por Van Eck (2006). Eventos o acciones con discrepancias, información errónea, anomalías o conflictos, bajo ciertas condiciones controladas y con soluciones apropiadas, beneficiaron el aprendizaje a través de la mediación de las emociones –motivación, afectación– y generaron un mayor compromiso (Park, Plass, y Brünken, 2013).

2 Modelo de la Mecánica del Juego y la Mecánica del Aprendizaje (LM-GM)

En el marco de este modelo de teoría cognitiva-afectiva CATLM, se asumirá como base la propuesta de Arnab y otros (2015) del modelo de la Mecánica del Juego y la Mecánica del Aprendizaje LM-GM.

Este modelo se muestra en la figura 2 y los autores afirman que este modelo es descriptivo, no exhaustivo y no prescriptivo, al utilizarse como base para que los diseñadores de juegos relacionen las acciones vinculadas con el juego y con el aprendizaje de forma que se adapte a sus intenciones.

Mecánica del aprendizaje			Mecánica del juego		
Instruccional	Guía		Impulso conductual	Papel en el juego	
Demostrativo	Participación	Acción/Tarea	Cooperación	Colaboración	
Generalización/Clasificación	Observación	Retroalimentación	Selección/Recuperación	Claves	Bienes/Información
	Preguntas y respuestas		Información secuencial	Escenas cortas/Historia	
Exploración	Identificación	Descubrimiento	Preguntas y respuestas	Descubrimiento común	
	Planificación	Justificación	Estrategia/Planificación	Gestión de los recursos	Optimización de Pareto
Hipótesis	Experimentación		Captura/ Eliminación	Entramado/Redes	Juego interminable
	Repetición		Turnos de acción	Puntos de acción	Niveles
	Reflexión/ Discusión	Análisis	Presión del tiempo	Interacciones Pavloviánas	Retroalimentación
					Cita



LM: Mecánica del aprendizaje

GM: Mecánica del juego

Figura 2 Mecánica del aprendizaje y del juego utilizada como base para el mapa LM-GM de un juego

Fuente: Traducción libre de Arnab, y otros (2015, p. 397)

La tabla de la figura 2 muestra las relaciones estáticas entre estas acciones, no obstante, durante el juego la dinámica modifica las relaciones y permite visualizar las mecánicas del juego y del aprendizaje en varias fases.

De todas maneras, el modelo LM-GM tiene el propósito de presentar una interpretación de la relación entre las intenciones pedagógicas y los elementos lúdicos dentro de las acciones de un jugador y de las jugadas (Arnab, y otros, 2015, p. 396).

Los rasgos mencionados en la figura 2, de acuerdo con los autores, podrían ser utilizados para ayudar en el análisis de los juegos serios en la identificación y evaluación de sus principales características y componentes; también en el diseño del mismo, por ejemplo, en la toma de decisiones sobre los componentes que podrían constituir un nuevo juego serio; y también en las especificaciones de los componentes mismos y las relaciones entre sí (Arnab, y otros, 2015). Los diseñadores de juegos y los diseñadores pedagógicos tienen una base para alcanzar los objetivos deseados.

La figura 2 debe observarse como una tabla con dos ejes, sobre el eje horizontal se muestran en paralelo las dos líneas verticales más importantes donde se indica el nombre de Mecánica del Aprendizaje (LM) y el de Mecánica del Juego (GM) respectivamente, que constituyen la estructura principal del modelo; los componentes centrales se pueden leer de forma vertical de arriba hacia abajo de dichos nodos principales.

Las columnas laterales representan las funciones mecánicas que apoyan a la mencionada estructura principal.

Arnab y sus colegas (2015) argumentaron también que, desde una perspectiva pedagógica, se podría pensar que es más importante la forma en que aprende el usuario que su manejo del medio por el cual lo hace, por lo cual plantearon una clasificación de ambas mecánicas –del juego y del aprendizaje– asociadas a la taxonomía de Bloom y alineadas con una taxonomía digital de Anderson y Krathwohl (citados por Arnab, y otros).

Esto es, la figura 2 se puede utilizar para relacionar la GM común a la LM, con lo cual un juego puede verse como una evaluación continua de conocimiento adquirido a medida que el juego avanza de nivel en nivel.

De esta manera, se hace énfasis en el aprendizaje centrado en la tarea en vez del aprendizaje cognitivo o centrado en el conocimiento.

Mecánica del juego	Habilidades de pensamiento		Mecánica del aprendizaje		
Diseño/edición	Estado	Crear	Confiabilidad		
Juego interminable	Estrategia/planeación		Propiedad		
Propiedad	Azulejos/parrillas		Planeación		
Efecto protegido			Responsabilidad		
Puntos de acción	Tumos	Evaluar	Evaluación	Reflexión/debate	
Evaluación	Optimización de Pareto		Colaboración		
Colaboración	Recompensas/sanciones		Hipótesis		
Descubrimiento común	Optimismo urgente		Incentivo		HOTS
Gestión de los recursos			Motivación		
Retroalimentación		Analizar	Análisis	Identificación	
Acera del juego			Experimentación	Observación	hacia
Realismo			Retroalimentación	Perseguir	
Captura/eliminación	Progresión	Aplicar	Acción/tarea	Imitación	
Competencia	Selección/recolección		Competencia	Simulación	LOTS
Cooperación	Simulación/reacción		Cooperación		
Movimiento	Presión del tiempo		Demostración		
Cita	Juego de rol	Entender	Justificación	Tutorial	
Información en cascada	Tutorial		Participación		
Preguntas y respuestas			Preguntas y respuestas		
Cortar escenas/historia	Impulso conductual	Retención	Descubrimiento	Gua	
Fichas	Interacciones Pavlovianas		Exploración	Instrucción	
Vitalidad	Bienes/Información		Generalización	Repetición	

HOTS: Habilidades de pensamiento de alto rango

LOTS: Habilidades de pensamiento de bajo rango

Tabla 2 Clasificación basada en las habilidades del pensamiento ordenadas por Bloom

Fuente: Traducción libre de Arnab, y otros (2015, p. 399)

Para el usuario del modelo de Arnab y sus colegas (2015), que es el interés de este trabajo, la figura 2 y la tabla 2 servirían para: 1) identificar los elementos de la mecánica del aprendizaje y del juego que van a ser utilizados en cada jugada, de acuerdo con el listado de la figura 4; 2) describir las relaciones entre los elementos de las mecánicas que han sido identificados, con las acciones para la operación del juego, de acuerdo con la tabla 2; y 3) elaborar un mapa con la dinámica durante el desarrollo de las acciones del juego, el flujo en cada jugada, vinculando tanto los elementos pedagógicos como los operativos del juego.

Cabe considerar que el usuario del modelo LM-GM puede ser un diseñador de juegos, pero también un diseñador instruccional o pedagógico que desee utilizar algún juego disponible para fines de integrarlo en un curso.

Este modelo LM-GM permite un mayor cuestionamiento sobre si los juegos deben adaptarse a las prácticas pedagógicas existentes o si deberían usarse para cambiar esas prácticas, ya que forman una entidad que funciona para educar y entretener a través de una experiencia convincente (Arnab, y otros, 2015, p. 398).

Discusión

En este trabajo se partió de las consideraciones del proceso enseñanza aprendizaje, el contexto y ambiente en el que se realiza, acorde con el modelo por competencias del TecNM.

Se ha presentado el modelo de la Teoría Cognitivo-Afectiva para el Aprendizaje con Multimedia (CATLM) que permite comprender la relación entre los cinco sentidos de las personas y sus respectivos canales de sensaciones e información, con la memoria de corto y largo plazo que contribuyen al aprendizaje tanto en el aspecto cognitivo como en el afectivo (Park, Plass, y Brünken, 2013; Park, Flowerday, y Brünken, 2015). Este modelo teórico permite orientar el trabajo de los diseñadores de juegos educativos y los diseñadores pedagógicos para la toma de decisiones sobre el uso de recursos tecnológicos que brinden la posibilidad de alcanzar los objetivos y características del producto final.

Este modelo comprehensivo abarca las 3P del modelo de Biggs (2005), con detalles específicos asociados a los sentidos corporales.

El modelo LM-GM de Arnab y otros (2005) como propuesta base para analizar la relación entre las intenciones educativas y la mecánica de un juego digital, a partir de la taxonomía de Bloom y la taxonomía digital de Anderson y Krathwohl (citados por Arnab y otros, 2005) permite encauzar iniciativas y esfuerzos para continuar investigando sobre la importancia y efectos del uso de la tecnología, en particular de este tipo de recursos. Así mismo, orienta el trabajo de los diseñadores de juegos digitales y de los diseñadores pedagógicos para trabajar en conjunto a partir de esta base teórica, lo cual genera una mayor certeza sobre el producto final.

Finalmente, podría decirse que si se conjuntan los modelos analizados de la teoría CATLM de Moreno adaptada por Park y otros (2015) y del LM-GM de Arnab y otros (2005) se tendría una base teórica para: investigar sobre el proceso de aprendizaje cuando se utilizan juegos digitales, pero también eventualmente, sobre los resultados de su uso, involucrando el aspecto afectivo y emocional ocasionado por el juego mismo, y deslindando en todo caso si las situaciones son imputables al juego mismo o a la mecánica del aprendizaje; diseñar un juego digital con intenciones educativas definidas previamente, proporcionando líneas de trabajo del diseñador de juegos y del diseñador pedagógico sobre la toma de decisiones de los elementos a considerar, para alcanzar los objetivos de forma eficaz; analizar la posibilidad de incorporar un juego digital disponible en el mercado para diseñar una secuencia didáctica o un objetivo de aprendizaje por parte de un diseñador pedagógico, vinculado con un programador o diseñador de juegos digitales que oriente sobre algunas de las situaciones en cada jugada o en las secuencias del juego, y aclare las expectativas que el diseñador pedagógico pudiera esperar.

Si se analizan los compromisos establecidos en el Modelo Educativo basado en competencias de los institutos tecnológicos de México, las responsabilidades de los profesores sobre el desarrollo de competencias disciplinarias y profesionales, pero también genéricas, podrían reforzarse a través del uso de recursos didácticos atractivos como son los videojuegos.

Si se localizan juegos digitales disponibles para el aprendizaje de ciertos conceptos en un curso, bien puede incluirse en la planeación didáctica del mismo, con una intencionalidad clara y específica en lo cual puede servir el modelo LM-GM de Arnab y otros (2005).

Si, además, se trabaja con estudiantes de programación, por ejemplo, interesados en el desarrollo de este tipo de aplicaciones, entonces el beneficio se multiplica desde los dos puntos de vista: el desarrollo bajo diseño educacional, y la utilización didáctica de una aplicación disponible.

Para este caso el modelo teórico CATLM de Moreno adaptada por Park y otros (2015) tendría que analizarse previo al diseño de la aplicación del videojuego, junto con el modelo LM-GM de Arnab y otros (2005), con lo cual se especificarían las intencionalidades pedagógicas de las acciones y elementos que se incluirían en la aplicación. Lo anterior conjuntamente con las características propias del desarrollo técnico del videojuego.

Agradecimiento

Este trabajo ha sido realizado dentro del proyecto 6449.18-P apoyado financieramente por el Tecnológico Nacional de México, y forma parte del proyecto de fortalecimiento del cuerpo académico ITCMAD-CA-15.

Conclusiones y recomendaciones

Durante este trabajo se partió de las consideraciones del proceso enseñanza aprendizaje, el contexto y ambiente en el que se realiza, así como las tres etapas que se suceden para ello según el modelo por competencias.

La primera relacionada con los conocimientos y habilidades previos del estudiante que lo disponen para el aprendizaje junto con su motivación, la segunda referida al proceso mismo mediante el que se realiza el aprendizaje y está vinculada con los recursos utilizados y el ambiente del aula y de la institución, y la tercera asociada con los resultados de este proceso y de las condiciones previas con las cuales se desarrolló dicho proceso (Biggs, 2005).

Se ha presentado el modelo de la Teoría Cognitivo-Afectiva para el Aprendizaje con Multimedia (CATLM) que permite comprender la relación entre los cinco sentidos de las personas y sus respectivos canales de sensaciones e información, con la memoria de corto y largo plazo que contribuyen al aprendizaje tanto en el aspecto cognitivo como en el afectivo.

Este modelo teórico permite orientar el trabajo de los diseñadores de juegos educativos y los diseñadores pedagógicos para la toma de decisiones sobre el uso de recursos tecnológicos que brinden la posibilidad de alcanzar los objetivos y características del producto final.

El modelo LM-GM de Arnab y otros (2005) como propuesta base para analizar la relación entre las intenciones educativas y la mecánica de un juego digital, a partir de la taxonomía de Bloom y la taxonomía digital de Anderson y Krathwohl (citados por Arnab y otros, 2005) permite encauzar iniciativas y esfuerzos para continuar investigando sobre la importancia y los efectos del uso de la tecnología, en particular de este tipo de recursos.

Así mismo, también orienta el trabajo de los diseñadores de juegos digitales y de los diseñadores pedagógicos para que, a partir de esta base teórica, se genere una mayor certeza sobre el producto final.

Finalmente, podría decirse que si se conjuntan los modelos analizados de la teoría CATLM de Moreno adaptada por Park y otros (2015) y del LM-GM de Arnab y otros (2005) se tendría una base teórica para: investigar sobre el proceso de aprendizaje cuando se utilizan juegos digitales, pero también sobre los resultados de su uso, involucrando el aspecto afectivo y emocional ocasionado por el juego mismo, y deslindando.

En todo caso, si las situaciones son imputables al juego mismo o a la mecánica del aprendizaje; diseñar un juego digital con intenciones educativas definidas previamente, proporcionando líneas de trabajo del diseñador de juegos y del diseñador pedagógico sobre la toma de decisiones de los elementos a considerar, para alcanzar los objetivos de forma eficaz.

Analizar la posibilidad de incorporar un juego digital disponible en el mercado para diseñar una secuencia didáctica o un objetivo de aprendizaje por parte de un diseñador pedagógico, vinculado con un programador o diseñador de juegos digitales que oriente sobre algunas de las situaciones en cada jugada o en las secuencias del juego, y aclare las expectativas que el diseñador pedagógico pudiera esperar.

Con estas conclusiones se podría esperar la generación de trabajos de investigación sobre el desarrollo y el uso de este tipo de recursos tecnológicos digitales en el aprendizaje, de las matemáticas y las ciencias, principalmente.

En este caso, el proyecto de investigación en curso continúa con el diseño técnico del videojuego para el aprendizaje de las matemáticas básicas para ingeniería, lo que implicará identificar aprendizajes y percepciones de los estudiantes sobre su propio proceso de aprender, y también eventualmente, la identificación por medios digitales de las emociones motivadas por el uso de estos recursos tecnológicos, didácticos y lúdicos.

Referencias

- Ak, O., y Kutlu, B. (2017). Comparar entornos de aprendizaje basados en juegos 2D y 3D en términos de beneficios en el aprendizaje y percepciones de los estudiantes. *Revista Británica de Tecnología Educativa*, 48(1), 129-144. DOI: 10.1111/bjet.12346.
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Freitas, S. d., Louchart, S., . . . De Gloria, A. (2015). Mapeo de aprendizaje y mecánica del juego para el análisis de juegos serios. *Revista Británica de Tecnología Educativa*, 46(2), 391-411. DOI: 10.1111/bjet.12113.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Kinshuk, y Graf, S. (2015). Realidad Aumentada Móvil en educación y capacitación vocacional. *Procedia. Ciencias de la Computación*, 75, 49-58. DOI: 10.1016/j.procs.2015.12.203.
- Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.
- Brandao, D., y Vargas, A. C. (2016). Evaluación del uso de tecnologías digitales en la educación pública. En F. T. Vivo, *Experiencias evaluativas de tecnologías digitales en la educación* (págs. 9-17). Sao Paulo: Fundación Telefónica Vivo.
- Cai, S., Wang, X., Chinag, y Feng-Kuang. (2014). Estudio de caso de la aplicación del sistema de simulación de Realidad Aumentada en un curso de química. *Computadoras en Comportamiento Humano*, 37, 31-40. DOI: 10.1016/j.chb.2014.04.018.
- CENEVAL. (s.f). CENEVAL. Recuperado el 25 de Marzo de 2017, de EXANI-II ¿Qué es?: [http://www.ceneval.edu.mx/exani-ii#tab-\\$i-9](http://www.ceneval.edu.mx/exani-ii#tab-$i-9)
- Chen, C. H., Ho, C.-H., y Lin, J.-B. (2015). Desarrollo de un entorno de aprendizaje basado en juegos de Realidad Aumentada. *Procedia. Ciencias Sociales y del Comportamiento*, 174, 216-220. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.01.649.
- Chiappe, A. (Julio de 2016). Tendencias sobre contenidos educativos digitales en América Latina. (UNESCO/IPE-OEI, Ed.) Recuperado el 11 de Septiembre de 2016, de Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina: <http://www.siteal.iipe-oei.org>
- Coimbra, T., Cardoso, T., y Mateus, A. (2015). Realidad Aumentada: ¿un reforzador para estudiantes de educación superior en el aprendizaje de matemáticas? *Procedia. Informática*, (67), 332-339. DOI: 10.1016/j.procs.2015.09.277.
- DGEST. (2012). *Modelo Educativo para el Siglo XXI. Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales*. México: Dirección General de Educación Superior Tecnológica.
- Diaz, C., Hincapié, M., y Moreno, G. (2015). Cómo el tipo de contenido en una aplicación de Realidad Aumentada educativa afecta la experiencia de aprendizaje. *Procedia Informática*, 75, 205-212. DOI: 10.1016/j.procs.2015.12.239.
- Ericsson. (2017). *Ericsson Mobility Report 2017*. Estocolmo: Ericsson.

- Faúndez Pinto, J. (Julio de 2014). Estrategias no tradicionales en la educación diferencial y en procesos de mediación personalizada. Paulo Freire. *Revista de Pedagogía Crítica*, 13(15), 163-176.
- Fernández Berrocal, P., y Extremera Pacheco, N. (2005). La Inteligencia Emocional y la educación de las emociones desde el Modelo de Mayer y Salovey. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 3(19), 63-93.
- Fernández Solo de Zaldívar, I. (2016). Juego Serio: Gamificación y aprendizaje. Recuperado el 18 de Septiembre de 2017, de Centro de Comunicación y Pedagogía: <http://www.centrocp.com/juego-serio-gamificacion-aprendizaje/>
- Glaser, M., Lengyel, D., y Tolouse, C. (2016). Diseño de contenidos de aprendizaje basados en computadora: influencia del zoom digital en la atención. *Investigación y Desarrollo de Tecnología Educativa*. DOI: 10.1007/s11423-016-9495-9.
- Huang, W. H.-Y., y Soman, D. (2013). Una guía para practicantes de la Gamification de la Educación. Toronto: Universidad de Toronto.
- Khenissi, M. A., Essalmi, F., y Jemni, M. (2015). Comparación entre Juegos Serios y la versión de aprendizaje de los juegos existentes. *Procedia Ciencias Sociales y del Comportamiento*, 191, 487-494. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.04.380.
- Kesim, M., y Osarsian, Y. (2012). Realidad Aumentada en educación: las tecnologías actuales y el potencial para la educación. *Procedia Ciencias Sociales y del Comportamiento*, 47, 297-302. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.06.654.
- Münchow, H., Mengelkamp, C., y Bannert, M. (2017). Cuanto mejor se siente, mejor se aprende: ¿Los colores cálidos y las formas redondeadas mejoran los resultados en el aprendizaje multimedia? *Investigación Internacional en Educación*. Art. ID: 2148139. DOI: 10.1155/2017/2148139.
- Nincarean, D., Ali, M. B., Halim, N. D., y Rahman, M. H. (2013). Realidad Aumentada Móvil: el potencial para la educación. *Procedia. Ciencias sociales y del comportamiento* (103), 657-664. DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.10.385.
- OCDE. (2013). Encuesta internacional de enseñanza y aprendizaje TALIS 2013. Marco conceptual. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- OCDE. (2015). Cómo se relacionan las computadoras con el rendimiento de los estudiantes. En *Estudiantes, Computadoras y Aprendizaje: Haciendo la conexión* (pp. 145-164). París: OCDE.
- OCDE. (2016). México. Nota país. Resultados de PISA 2015. París: OCDE.
- Padilla Zea, N., Collazos Ordoñez, C. A., Gutiérrez Vela, F. L., y Medina Medina, N. (2012). Videojuegos educativos: teorías y propuestas para el aprendizaje en grupo. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 22(1), 139-150.
- Palau, M.; Marron, E. M.; Viejo-Sobera, R., y Redolar-Ripoli, D. (2017). La base neuronal de los videojuegos: una revisión sistemática. *Fronteras en la Neurociencia Humana*, 11:248. DOI: 10.3389/fnhum.2017.00248.
- Park, B., Flowerday, T., y Brünken, R. (2015). Efectos cognitivos y afectivos de detalles seductores en el aprendizaje multimedia. *Computadoras en Comportamiento Humano* (44), 267-278.
- Park, B., Plass, J. L., y Brünken, R. (2013). Procesos cognitivos y afectivos en el aprendizaje multimedia. *Aprendizaje e Instrucción* (29), 125-127. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2013.05.005.
- Pedro, F. (2016). Educación, tecnología y evaluación: hacia un uso pedagógico efectivo de la tecnología en el aula. En F. T. Vivo, *Experiencias Evaluativas de Tecnologías Digitales en la Educación* (pp. 21-36). Sao Paulo: Fundación Telefónica Vivo.
- Pivec, M., Dziabenko, O., y Schinnert, I. (2003). Aspectos del aprendizaje basado en juegos. *Actas de Conferencia de 1-KNOW '03*, (pp. 216-225). Graz.
- Riley, B. (Abril de 2016). El valor de saber cómo aprenden los estudiantes. *Kappan*, 97(7), 35-38. DOI: 10.1177/0031721716641646.

Roozeboom, M. B., Visschedijk, G., y Oprins, E. (2017). La efectividad de tres Juegos Serios que miden las características genéricas del aprendizaje. *Revista Británica de Tecnología Educativa*, 48(1), 83-100. DOI: 10.1111/bjet.12342

Samaniego Ocampo, R., y Sarango Salazar, E. (2016). Aplicación de juegos digitales en educación superior. *Revista San Gregorio*, 1(11), 82-91.

Sannikov, S., Zhdanov, F., Chebotarev, P., y Rabinovich, P. (2015). Contenido educativo interactivo basado en Realidad Aumentada y visualización 3D. *Procedia Informática*, 66, 720-729. DOI: 10.1016/j.procs.2015.11.082.

Soto Hernández, A. M., Ríos Barceló, J. L., Reyes Méndez, V., y Maldonado Soto, O. G. (2015). Los nuevos estudiantes, los viejos profesores, y las Tic's en los cursos de ciencias en ingeniería. En A. M. Soto Hernández, y M. E. De Luna Rodríguez, *Las Tic's imperando en las estrategias para el aprendizaje* (pp. 221-230). Puebla: Mariángel.

Toriz García, E. G., y Murillo Torres, R. M. (Junio de 2017). Aprendizaje basado en gamificación y en espacios educativos para potenciar habilidades de estudiantes nativos digitales. *ANFEI Digital*, 3(6). (www.anfei.org/mx/revista, Ed.).

Van Eck, R. (2006). Aprendizaje digital basado en juegos: no solamente los nativos digitales están inquietos... *EDUCAUSE, Revisión*, 41(2), 1-16.

Xie, H., Wang, F., Hao, Y., Chen, J., An, H., Wang, Y., y Liu, H. (2017). Cuántas cargas cognitivas se reducen por señales, mejor retención y transferencia de aprendizaje multimedia: un metanálisis y dos análisis de metarregresión. *PLoS ONE*, 8(12). DOI: 10.1371/journal.pone.0183884.

Yen, J.-C., Tsai, C.-H., y Wu, M. (2013). Realidad Aumentada en educación superior: aprendizaje del concepto de ciencia de los estudiantes y logro académico en astronomía. *Procedia. Ciencias Sociales y del Comportamiento*, 103, 165-173. DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.10.322.