

Evaluación de la calidad percibida de juegos digitales para la enseñanza de ingeniería

Assessment of the perceived quality of digital games for engineering education

Alexsandra Schmidt, Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco, Jonatas Ost Scherer

Palabras clave: calidad percibida, juegos educativos, juegos en la ingeniería, educación en ingeniería

Key words: perceived quality, educational games, engineering games, engineering education

RESUMEN

El presente trabajo pretende desarrollar un modelo de evaluación de la calidad percibida por los estudiantes de los juegos educativos digitales aplicados en la enseñanza de ingeniería. Para probar el modelo propuesto, se llevó a cabo un estudio de caso con la aplicación de un cuestionario a estudiantes de pregrado en ingeniería industrial de una universidad brasileña. El modelo desarrollado, denominado EG4QUAL, presenta cuatro dimensiones: aprendizaje, actitudes, motivación y elementos de apoyo, con 26 atributos de calidad. Después de su aplicación, se verificó su fiabilidad basándose en el coeficiente alfa del Cronbach. Como resultado del estudio de caso, se identificaron los principales atributos con una mejor y peor percepción de la calidad para ayudar a la toma de decisiones de los docentes sobre la mejora de los juegos en estudio.

INTRODUCCIÓN

Se han introducido nuevas tecnologías en el ambiente educativo durante las últimas décadas (Freeman, Becker, & Hall, 2015). Cuban (1986) ha evaluado la introducción de radio, cine, televisión y ordenador en

ABSTRACT

This work aims to develop a model for evaluating the quality perceived by students of digital educational games applied in engineering education. To test the proposed model, a case study was carried out with the application of a questionnaire to undergraduate students in industrial engineering from a Brazilian university. The model developed, called EG4QUAL, has four dimensions: learning, attitudes, motivation and support elements, with 26 quality attributes. After its application, its reliability was verified based on the Cronbach's alpha coefficient. As a result of the case study, the main attributes with better and worse perception of quality were identified to help teachers make decisions about improving the games under study.

escuelas norteamericanas desde el año de 1920., demostrando una serie de fracasos al intentar introducir nuevas tecnologías en el entorno escolar, debido al hecho de que el tiempo de adaptación de cada tecnología

fue mayor que el tiempo para la emergencia de uno nuevo, generando el mínimo beneficio académico. Además, la falta de recursos, burocracia y resistencia de los docentes condujo al bajo rendimiento de la inserción de estas tecnologías.

Actualmente, los juegos digitales se incorporan en el aula como un método pedagógico potencial (Bodnar, Anastasio, Enszer & Burkey, 2016). El aprendizaje a través de juegos, GBL (*game-based learning*), es un área que ha atraído la atención de los investigadores que estudian acerca de las tecnologías educativas (Johnson, Estrada & Freeman, 2014). Sin embargo, hay pocos modelos en la literatura que midan los resultados del uso de estos juegos para el aprendizaje (Bodnar et al., 2016). Además, existe una escasez en la literatura de procedimientos y métodos validados para la evaluación de estos juegos (Mayer et al., 2014; Petri & Wangenheim, 2017). Debido al hecho de que, históricamente, las nuevas tecnologías tienen dificultades para ser introducidas en el ambiente educativo (Cysneiros, 1999), un modelo para evaluar la calidad percibida y la identificación de problemas de aceptación de estas tecnologías puede ser muy útil (Shchiglik, Barnes & Scornavacca, 2016).

El objetivo de esta investigación era crear un modelo para evaluar la percepción de la calidad de los estudiantes en los juegos educativos digitales. El modelo se basó en los estudios de la literatura y teorías sobre los juegos educativos, aprendizaje a través de juegos, aprendizaje basado en juegos

digitales (DGBL, *digital game-based learning*), el juego serio (*serious game*) y la calidad percibida en los juegos digitales. La propuesta fue evaluada con estudiantes de ingeniería industrial de una Universidad Federal brasileña.

El artículo se estructura en las siguientes secciones: introducción, que incluye el marco teórico, metodología, resultados y discusión, y finalmente, consideraciones finales. La introducción presenta una contextualización sobre el tema, los objetivos y las razones para la realización del estudio.; en el marco teórico aporta una base teórica al estudio, demostrando conceptos y estudios presentes en la literatura sobre el foco del trabajo. En la metodología se presentan los pasos para la realización de la investigación y demuestran la forma en que se realizaron. En secuencia, se obtienen los resultados y su análisis. Finalmente, las consideraciones finales aportan los debates, conclusiones y futuros estudios sobre el tema.

Marco teórico

Aprendiendo a través de juegos

Entre los desarrollos considerados importantes en la tecnología educativa están los juegos (Freeman et al., 2015). Según Crawford (1984), un juego es una representación subjetiva de una realidad, un sistema cerrado que se gestiona. Para Dempsey, Haynes, Lucassen y Casey (2002), un juego se define como una serie de actividades que involucran metas, reglas, competencias y pueden involucrar a uno o más jugadores. Prensky (2001) corrobora la afirmación de que un juego difiere de una

simulación por tener reglas, objetivos, particularidades y condiciones para ganar el juego; señala que el juego es una actividad interesante que involucra y motiva a los participantes. Michael y Chen (2005) establecen juego serio (Serious Game) como un juego en el que el objetivo principal es la educación y no el entretenimiento. Además, de Freitas (2006) define juegos educativos como algo que utiliza características de juego de ordenador para crear experiencias de aprendizaje con objetivos específicos. Prensky (2001) define el aprendizaje a través de juegos digitales, DGBL, como un tipo de juego que integra el aprendizaje y los juegos digitales con el objetivo de ayudar a los jugadores a aprender acerca de cierto asunto. Según Mayer y Johnson (2010), DGBL contiene cuatro particularidades: reglas y restricciones; respuestas dinámicas a las acciones de los jugadores; desafíos apropiados para que el jugador gane un sentido de la autoeficacia y el aprendizaje gradual y orientado a los

resultados con dificultad creciente. Los autores afirman que este concepto puede usarse para juegos digitales o para juegos tradicionales. En resumen, en GBL y DGBL el objetivo no es sólo entretener al jugador, sino proporcionar aprendizaje sobre diversos temas (Zyda, 2005).

Los estudios demuestran que el GBL, puede ayudar eficazmente en el aprendizaje (Adams, 1998; Matanza, 2005; De Freitas, 2006; Papastergiou, 2009; Huizenga, 2009; Ke, 2014; Pons-Lelardeux, Galaup, Segonds y Lagarrigue, 2015; Jong y Shang, 2015; Hamari et al., 2016; Bodnar et al., 2016; Qian y Clark, 2016; Chang, Liang, Chou & Lin, 2017).

Gee (2003) indica que los juegos pueden ayudar en el aprendizaje, además de proporcionar mejoras en las habilidades de comunicación y el trabajo en equipo, y que las escuelas podrían utilizarlos para mejorar la enseñanza. En el Cuadro 1 resume los estudios que abordan el aprendizaje a través de juegos.

Cuadro 1. *Estudios sobre aprendizaje por medio de juegos*

| Autor | Tema |
|----------------------|---|
| Adams (1998) | Software SimCity2000. |
| Kiili (2005) | Importancia del diseño. |
| De Freitas (2006) | Relación entre el aprendizaje y la diversión. |
| Papastergiou (2009) | Diferencias entre aprender con y sin el uso de juegos. |
| Huizenga (2009) | |
| Ke (2014) | El antes y después de la inserción del juego. |
| Hamari et al. (2016) | Impacto de la participación en el juego en ambientes GBL. |
| Bodnar et al. (2016) | Revisión sistemática de la literatura. |

Adams (1998) usó el software *SimCity2000* para enseñar conceptos sobre la geografía urbana. Con el propósito de mejorar el conocimiento geográfico y aumentar la capacidad crítica de los estudiantes, el software proporcionó a los estudiantes la comprensión de las condiciones reales de desarrollo de la ciudad y las consecuencias de la toma de decisiones. Según el autor, la semejanza del software con un juego motivó el aprendizaje de los alumnos. Matanza (2005) enfatizó la necesidad de integrar las teorías educativas con el diseño del juego para optimizar el compromiso estudiantil a través de juegos educativos. En su modelo, el autor demuestra la importancia del diseño para optimizar la experiencia del estudiante en el aprendizaje a través de juegos, así como para presentar a los jugadores metas y desafíos compatibles con sus niveles de habilidad. De acuerdo con de Freitas (2006), combinar juegos en plataformas con la educación, puede ser una manera inteligente de relacionar el aprendizaje con la diversión, y crear un ambiente auténtico que difiera del ambiente tradicional de enseñanza formal. Papastergiou (2009) observó diferencias entre el aprendizaje con y sin el uso de juegos. El autor realizó dos tipos de experimentos que tenían el mismo objetivo de aprendizaje y el mismo contenido, pero uno usó un juego y el otro, una plataforma en un sitio Web. Como resultado, se evidenció que los estudiantes del grupo que utilizaron el juego demostraron estar motivados, concentrados y motivados para mantener el número de vidas, las banderas

ganadoras y el aumento de sus puntajes. Los alumnos del otro grupo, que sólo usaban el sitio web, demostraron ser menos cuidadosos y menos comprometidos en responder a las preguntas. Huizenga (2009) alcanzó las mismas conclusiones en su estudio experimental que incluyó un juego en una plataforma digital de una ciudad, la frecuencia 1550, en la que los estudiantes pudieron adquirir conocimientos históricos sobre la *Ámsterdam* medieval. En comparación con los estudiantes que recibieron clases normales, la mayoría que utilizó el juego obtuvo puntuaciones más altas en el examen aplicado más tarde sobre el tema enseñado. Sin embargo, según el autor, no estaba claro cuáles elementos del juego contribuyeron para el aprendizaje. Además, Ke (2014) analizó la percepción en matemáticas antes y después de la práctica de un juego con niños de una escuela. El juego ayudó a los niños a entender las matemáticas en el día a día y destacó la importancia de explorar los procesos de diseño y recursos para entender lo que puede atraer a los estudiantes en el juego que contribuye al desarrollo del contenido (KE, 2014). Pons-Lelardeux et al. (2015) afirman que el uso de juegos en la enseñanza de la ingeniería mecánica puede ser beneficioso, porque en un momento en que los estudiantes pierden el enfoque muy rápidamente, prácticas innovadoras, como el uso de juegos, pueden ser satisfactorias para el aprendizaje en ciencia e ingeniería. El juego "*Farmtasia*" usado en Hong Kong em año 2015, permitió que profesores y alumnos jugaran de forma online con el

objetivo de aprender agricultura, abordar conocimientos sobre el medio ambiente, el gobierno, la economía, la tecnología, los sistemas de producción y los problemas ambientales en una asignatura de geografía. Además, el estudio permitió levantar las percepciones de los estudiantes sobre sus experiencias y conocimientos adquiridos a partir de un blog online en la plataforma del juego (Jong y Shang, 2015). Hamari et al. (2016) realizaron un estudio sobre el impacto del compromiso, el desafío del juego, la habilidad del juego y la inmersión en ambientes de GBL. Como resultado del estudio aplicado, se observó que la participación en el juego tiene un efecto positivo en el aprendizaje. El estudio de Bodnar et al. (2016), después de una revisión sistemática de la literatura, demostró que los juegos utilizados con los estudiantes de licenciatura en ingeniería mejoran el aprendizaje y las habilidades de los estudiantes en las aulas. En sus conclusiones, los autores fomentan estudios futuros sobre las percepciones de los estudiantes y enfatizan que el punto débil de los juegos aplicados a la enseñanza es la falta de conocimiento sobre el resultado de la aplicación, es decir, si el juego sirvió efectivamente para el aprendizaje y de qué manera.

La literatura confirma los efectos positivos de juegos en la educación y muchos profesores han estado desarrollando los juegos para enseñar sobre ciertos temas. Sin embargo, pocos estudios discuten cómo estos juegos ayudan en el aprendizaje y los aspectos que determinan la percepción de

calidad de los estudiantes (Qian y Clark, 2016).

Percepción de la calidad en los juegos educativos digitales

Debido a la dificultad de encontrar estudios sobre la calidad percibida en los juegos educativos digitales, específicamente, e incluso sobre juegos digitales en general, se buscó construir una base teórica para el modelo propuesto de otros estudios sobre calidad percibida. Por lo tanto, se presentan en esta sección estudios sobre la calidad percibida en servicios, sitios web, juegos en general y aprendizaje online.

Gran parte del fracaso de algunos juegos se debe al hecho de que hay poco conocimiento sobre la calidad percibida por el usuario (Shchiglik et al. 2016). La visión del usuario es esencial para el desarrollo de los juegos, con el objetivo de evaluar el atractivo de un juego (Gao, 2004). Los estudios enfatizan la calidad por la percepción del diseñador del juego, pero los usuarios y su percepción no deben ser ignorados (Aladwani y Palvia, 2002). La calidad percibida es determinante para la satisfacción del servicio (Parasuraman, Zeithaml y Berry, 1985).

Según Brady y Cronin (2001), el usuario forma su percepción de la calidad mediante la evaluación del desempeño en varias dimensiones, que se especifican en función de la naturaleza del producto o servicio. La percepción global de la calidad, en relación a la experiencia experimentada por el usuario con productos y servicios, sería una combinación de estas evaluaciones

individuales en cada dimensión. Así, varios estudios de la literatura se han enfocado en la proposición de modelos de evaluación de la calidad percibida, especialmente en el contexto de los servicios. Uno de los principales modelos de la literatura para medir la calidad percibida de los servicios es el SERVQUAL (Parasuraman, Zeithaml y Berry, 1988). La herramienta tiene cinco dimensiones: fiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad, empatía y aspectos tangibles. Además, Parasuraman, Zeithaml y Malhotra (2005) propusieron un modelo para medir la calidad en los servicios electrónicos, el E-S-QUAL, construido para medir la calidad de los sitios web en los que los clientes compraban en línea. La primera escala del modelo, para los clientes que utilizan habitualmente el sitio web, tiene 22 elementos con cuatro dimensiones: eficiencia, cumplimiento, disponibilidad del sistema y privacidad. La segunda escala, para los clientes que accedieron primero al sitio web, contiene 11 elementos agrupados en tres dimensiones: respuesta, compensación y contacto.

Liu y Arnett (2000), en un estudio sobre la calidad percibida en el sitio web y después de una revisión bibliográfica, verificaron que el éxito de un sitio web depende de cuatro factores principales: la calidad de la información y el servicio, la usabilidad del sistema, la apreciación del servicio y la calidad del diseño del sistema. Otro estudio sobre la calidad percibida en los sitios web reveló cuatro dimensiones de la calidad percibida en Internet: adecuación técnica, especificidad del contenido, calidad del

contenido y apariencia (Aladwani y Palvia, 2002). En el software de aprendizaje y aprendizaje en línea hay poco o casi ningún enfoque en la usabilidad del sistema y un mayor enfoque en los problemas de aprendizaje. Los autores enfatizan la importancia de la usabilidad del sistema para mejorar el aprendizaje. Martínez-Argüelles, Callejo y Farrero (2013) definen cuatro dimensiones para la percepción de la calidad de la educación en línea: docencia, facilitación o servicios administrativos, servicios de apoyo y la interfaz de usuario.

Fu, Su y Yu (2009) construyeron el Egameflow, una escala que evalúa la satisfacción desde la perspectiva de los estudiantes en los juegos de aprendizaje en línea. El modelo tiene ocho dimensiones: inmersión, interacción social, desafío, claridad de objetivos, retroalimentación, concentración, control y mejora del conocimiento. Savi, Wangenheim y Borgatto (2011), en su estudio sobre la calidad de los juegos en la enseñanza de la ingeniería de software, crearon un modelo, el Meega (modelo para la evaluación de juegos educativos), para evaluar la reacción del estudiante en relación a tres subcomponentes: motivación, experiencia y aprendizaje. Por otro lado, Shchiglik et al. (2016), en su estudio sobre la calidad percibida en los juegos móviles, abordaron cinco dimensiones de la calidad percibida en los juegos: facilidad de uso, calidad del contenido, capacidad de respuesta, experiencia de juego y atractivo estético.

A pesar de los diversos modelos encontrados, Petri y Wangenheim (2017) afirman que hay una escasez de rigor científico en los estudios en la literatura sobre la enseñanza con juegos. Según los autores, más del 81% de los métodos utilizados para la evaluación de los juegos educativos no utilizan un modelo definido, sólo estudios informales. Petri, Wangenheim y Borgatto (2017) proponen la creación de un modelo complementario al modelo Meega (Savi et al, 2011), el modelo Meega +. La propuesta evalúa el juego por la percepción de dos factores, la experiencia

del jugador y la percepción del aprendizaje. Estos dos factores abordan otras diez dimensiones: atención focalizada, diversión, desafío, interacción social, confianza, relevancia, satisfacción, usabilidad, aprendizaje a corto plazo y objetivos de aprendizaje.

En el cuadro 2 se presentan los principales modelos identificados en la literatura que sirvieron como base para la construcción del modelo de calidad percibida en los juegos educativos digitales en el presente estudio. Para cada dimensión se indica en número de atributos entre paréntesis.

Cuadro 2. Modelos de calidad percibida sobre juegos educativos digitales

| Autor | Dimensiones de la calidad percibida | Contexto |
|----------------------------------|---|--|
| Schiglik et al. (2016) | Facilidad de uso (5) | Juegos para móviles |
| | Calidad de contenido (3) | |
| | Capacidad de respuesta (5) | |
| | Experiencia de juego (8) | |
| | Atractivo estético (4) | |
| Martínez-Argüelles et al. (2013) | Docencia (10) | Enseñanza en línea |
| | Facilitadores o servicios administrativos (6) | |
| | Servicios de apoyo (4) | |
| | Interfaz de usuario (4) | |
| Savi et al. (2011) | Motivación (4) | Enseñanza de ingeniería de software |
| | Experiencia de juego (5) | |
| | Aprendizaje (5) | |
| Fu et al. (2009) | Concentración (8) | Juegos de aprendizaje en línea |
| | Claridad de objetivos (5) | |
| | Feedback (6) | |
| | Challenge (10) | |
| | Autonomía (9) | |
| | Inmersión (7) | |
| | Interacción social (6) | |
| Mejora del conocimiento (5) | | |
| Petri et al. (2017) | Atención focalizada (3) | Juegos educativos en cursos de informática de educación superior |
| | Diversión (2) | |
| | Challenge (3) | |
| | Interacción social (3) | |
| | Trust (2) | |
| | Relevancia (4) | |
| | Satisfacción (4) | |
| | Usabilidad (4 subdimensiones y 9 ítems) | |
| | Aprendizaje a corto plazo (2) | |
| Objetivos de aprendizaje (3) | | |

METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos de este estudio los procedimientos metodológicos se

estructuraron en cuatro etapas. La Figura 1 muestra los pasos del método de trabajo.

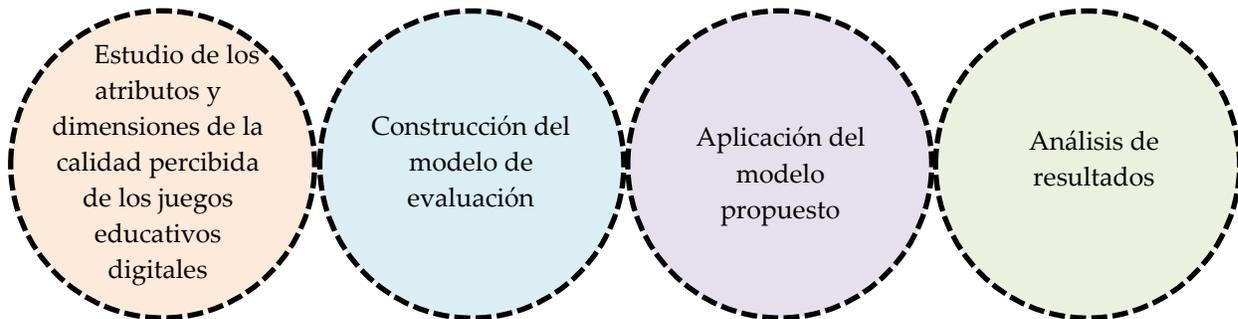


Figura 1. Etapas del método de trabajo

Estudio de los atributos y dimensiones de la calidad percibida de los juegos educativos digitales

Para examinar los principales atributos y dimensiones de la calidad percibida, en primer lugar, se identificaron modelos de evaluación de la percepción de la calidad, atributos y dimensiones en el contexto de los juegos educativos digitales a partir de una revisión de literatura que ocurrió entre octubre y noviembre del año de 2017. Para ello, se realizó una búsqueda en bases de datos de publicaciones internacionales como *Science Direct* y *Google Scholar*, utilizando como criterios palabras clave que contenían los siguientes términos: calidad percibida (*perceived quality*), calidad percibida en juegos (*perceived quality in games*), juegos educativos (*educational games*), aprendiendo a través de juegos (*game-based learning*), aprendiendo a través del aprendizaje digital basado en juegos (*digital game-based learning*), juego serio (*serious game*) y juegos en ingeniería (*games at engineering*). En la búsqueda

fueron priorizados artículos en inglés de periódicos y revistas internacionales o eventos científicos de mayor relevancia para el tema de estudio y actualizados.

En un segundo momento, se realizaron entrevistas, tomando como base las siguientes preguntas:

1. *¿En qué disciplinas se aplican los juegos digitales?*
2. *Explique un poco sobre el tipo de juego que usted aplica. ¿Cuál es el tema, cómo funciona, cuáles son los objetivos principales y qué reglas? ¿es el juego individual o en equipos? ¿Es una competencia? ¿Cuánto dura el juego?*
3. *¿Le parece importante aplicar estos juegos en el aula?*
4. *¿Qué cree que le gusta más a los estudiantes en estos juegos?*
5. *¿Qué opina usted de un modelo para evaluar la percepción de la calidad de estos juegos desde el punto de vista del estudiante?*
6. *¿Qué atributos y dimensiones considera más importantes evaluar? como facilidad de uso, calidad de contenido, experiencia de juego, estética, enseñanza, aprendizaje, interfaz de usuario,*

motivación, concentración, claridad de objetivos, desafío, autonomía, interacción social. ¿Otros?

7. *¿Cómo evalúa usted que el juego ha alcanzado metas educativas?*

8. *¿Cree que el juego está relacionado con la realidad?*

Estas entrevistas fueron realizadas a cuatro profesores, dos de una Universidad Federal brasileña, uno de una Universidad Americana y otro de una Universidad Argentina, que participaban de proyectos de desarrollo de juego educativos para la enseñanza de ingeniería industrial en sus universidades. A través de las entrevistas, se verificó qué atributos y dimensiones se consideraban más importantes para la percepción de la calidad en los juegos educativos digitales.

Construcción del modelo de evaluación

Los atributos de la calidad percibida se organizaron en una lista, para identificar similitudes y eliminar redundancias. Después de evaluar con especialistas, estos atributos se agruparon en dimensiones, basándose en los modelos de la literatura, originando el modelo propuesto.

El modelo generado para evaluar la percepción de la calidad de los estudiantes en relación a los juegos educativos digitales fue aplicado a través de un cuestionario cuantitativo, para facilitar la recopilación y análisis de los resultados (Kotler & Keller, 2015). Se usó una escala Likert de 7 puntos, siendo 1 (totalmente en desacuerdo) y 7 (totalmente de acuerdo).

En el cuestionario se les pide a los encuestados que evalúen la percepción de calidad de los atributos y dimensiones propuestos (Cuadro 3), utilizando la escala

de 7 puntos, y la última pregunta solicitada, ordenando las dimensiones en orden de importancia. Además, en el cuestionario creado, se evaluó el género, la edad y el semestre del estudiante para la construcción del perfil de los encuestados.

Aplicación del modelo propuesto

Antes de la aplicación del modelo se realizó una validación con un experto, profesor universitario de ingeniería y desarrollador de juegos educativos. Después de pequeños ajustes de las preguntas, sugeridos en la fase de validación, se realizó una aplicación piloto. El cuestionario fue aplicado a los estudiantes del curso de pregrado en ingeniería industrial de una Universidad Federal brasileña, que jugó dos juegos digitales desarrollados para dos disciplinas del curso. Se evaluaron dos juegos, debido a la limitación del número de alumnos en las clases y a la limitación de tiempo en la obtención de una cantidad suficiente de respuestas para verificar la fiabilidad del modelo propuesto.

Para el presente trabajo, se denominan a los dos juegos como juego 1 y juego 2. Éstos fueron elegidos por haber sido construidos por el mismo desarrollador y presentar características de diseño similares. El juego 1, se aplica en una disciplina del séptimo semestre del curso, simula la gestión de un hotel, donde los estudiantes deben aplicar sus conocimientos aprendidos en el aula sobre gestión de operaciones en servicios desempeñando el papel de un gerente de Hotel.

Cuadro 3. *cuestiones de evaluación de los atributos del modelo aplicado*

| Atributo | Pregunta |
|---|--|
| 1. Relevancia del contenido | El contenido del juego era relevante para mi aprendizaje |
| 2. Aumento del conocimiento | El juego contribuyó al aumento en mi conocimiento de conceptos |
| 3. Generación de perspectivas | Yo tenía ideas sobre el contenido de la disciplina durante el juego |
| 4. Interdisciplinarietàad | El juego relata el contenido de varias disciplinas |
| 5. Representación práctica de la teoría | El juego fue capaz de representar el contenido de la clase de una manera práctica |
| 6. Simulación de la situación real | El juego fue capaz de simular un contexto real |
| 7. Desarrollo de competencias | El juego me permitió desarrollar las habilidades de un ingeniero |
| 8. Realización de análisis | Necesitaba llevar a cabo mi propio análisis para tomar mis decisiones |
| 9. Definición de estrategias | Necesitaba definir estrategias durante el juego |
| 10. Visualización del impacto de las decisiones | Fui capaz de visualizar el impacto de mis decisiones en el juego |
| 11. Desarrollo del liderazgo | El juego permitió desarrollar liderazgos dentro del equipo |
| 12. Nivel de cooperación | El nivel de cooperación entre los miembros del equipo era apropiado |
| 13. Nivel de competencia | El nivel de competencia entre los equipos fue adecuado |
| 14. Nivel de desafío | La propuesta del juego fue desafiante |
| 15. Nivel de captación de atención | El juego atrajo mi atención |
| 16. Nivel de concentración | Logré mantenerme enfocado durante el juego |
| 17. Nivel de incentivo | El juego me animó a tratar de aprender más sobre el contenido cubierto |
| 18. Nivel de diversión | Me divertí jugando al juego |
| 19. Nivel de confianza | Me sentí confiado en las decisiones tomadas en el juego |
| 20. Recibimiento de retroalimentación | Recibí comentarios sobre el progreso de mi equipo durante el juego |
| 21. Claridad de las instrucciones | Las instrucciones del juego fueron adecuadas para entender el funcionamiento del juego |
| 22. Tiempo de juego | El tiempo de juego era adecuado |
| 23. Atractivo de la plataforma | El diseño de la plataforma de juego fue atractivo |
| 24. Nivel de intuición de diseño | El diseño de la plataforma era intuitivo |
| 25. Usabilidad de la plataforma | El juego fue fácil de entender usando |
| 26. Funcionamiento de la plataforma | La plataforma funcionó bien durante todo el juego |

El juego 2, usado en una disciplina del primer semestre del curso, simula un ambiente de una fábrica de zumo de fruta, en la que los estudiantes también asumen el papel de propietario y gerente de la empresa. El cuestionario se aplicó en el primer semestre de 2018, poco después de la aplicación de los juegos en las asignaturas.

Análisis de resultados

El software de IBM SPSS Statistics v. 22 se usó para el análisis de datos. Se realizaron los siguientes análisis: i) análisis del coeficiente alfa de Cronbach para verificar la fiabilidad del modelo y su consistencia interna. El coeficiente α de Cronbach, propuesto por Lee J. Cronbach en 1951, puede variar entre 0 y 1 y cuanto más cerca de 1, mayor es la correlación entre los atributos dentro de un mismo grupo. Un instrumento se considera confiable cuando

el coeficiente está entre 0,7 y 0,9. Debajo de 0,7, significa que no hay correlación adecuada entre los atributos y si el coeficiente es mayor que 0,9, puede los atributos pueden estar midiendo las mismas características; II) identificación de los atributos con mayor y menor percepción de calidad, mediante el análisis de cuartiles, para identificar los atributos que deben recibir mayor atención de los docentes e identificación de dimensiones con mayor y menor importancia. Se usó la medida de posición del cuartil para identificar cuatro categorías prioritarias: prioridad crítica, prioridad alta, prioridad moderada y baja prioridad (Larson y Faber, 2010); III) análisis multivariante de la varianza (MANOVA) (Rencher, 2003), para evaluar la influencia del género y el grupo de edad de los encuestados, sobre las percepciones de la calidad de los atributos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Modelo propuesto

A partir de la revisión de la literatura, entrevistas y discusiones con expertos, fue posible identificar los aspectos relevantes de un juego para la enseñanza. A partir de ellos se ha creado una lista de atributos y dimensiones validadas por un profesional del área de desarrollo de juegos. El modelo de evaluación de la calidad percibida de los estudiantes propuesto para juegos educativos digitales, presenta 26 atributos, agrupados en cuatro dimensiones: La dimensión aprendizaje tiene siete atributos; actitudes, seis atributos; motivación, siete

atributos y elementos de soporte, seis atributos. La Figura 2 presenta la estructura del modelo denominado EG4QUAL, que hace referencia a la siguiente leyenda: EG - se refiere a "educational games" (juegos educativos); 4 - representa las cuatro dimensiones del modelo y también la expresión "for"; QUAL - se refiere a "quality" (calidad).

En el Cuadro 4 se especifican los atributos de cada dimensión. En esta estructura, se priorizó la evaluación del aprendizaje y las competencias que se desean desarrollar en un alumno, pero sin dejar de evaluar los elementos de apoyo al juego.

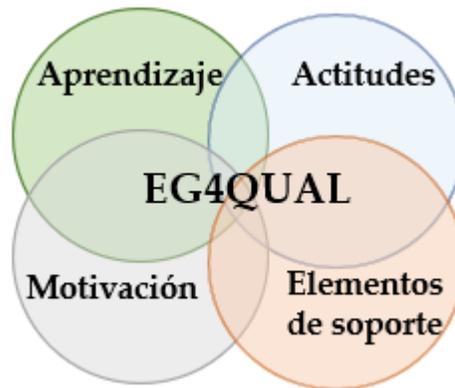


Figura 2. Dimensiones del modelo EG4QUAL propuesto

Cuadro 4. Dimensiones y atributos del modelo propuesto

| Dimensión | Atributo | Autores |
|----------------------|--|--|
| Aprendizaje | 1. Relevancia del contenido | Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Martínez-Argüellez et al. (2013); Savi et al. (2011); Fu et al. (2009). |
| | 2. Aumento del conocimiento | Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Savi et al. (2011); Fu et al. (2009). |
| | 3. Generación de perspectivas | Propuesto por expertos |
| | 4. Interdisciplinariedad | Propuesto por expertos |
| | 5. Representación práctica de la teoría | Petri et al. (2017). |
| | 6. Simulación de la situación real | Propuesto por expertos |
| | 7. Desarrollo de competencias | Propuesto por expertos |
| Actitudes | 8. Realización de análisis | Petri et al. (2017). |
| | 9. Definición de estrategias | Fu et al. (2009). |
| | 10. Visualización de impacto de decisiones | Propuesto por expertos |
| | 11. Desarrollo del liderazgo | Propuesto por expertos |
| | 12. Nivel de cooperación | Petri et al. (2017); Fu et al. (2009). |
| | 13. Nivel de competencia | Petri et al. (2017); Fu et al. (2009). |
| Motivación | 14. Nivel de desafío | Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Savi et al. (2011); Fu et al. (2009). |
| | 15. Nivel de captación de atención | Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Savi et al. (2011); Fu et al. (2009). |
| | 16. Nivel de concentración | Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Savi et al. (2011); Fu et al. (2009). |
| | 17. Nivel de incentivo | Fu et al. (2009). |
| | 18. Nivel de diversión | Petri et al. (2017); Savi et al. (2011). |
| | 19. Nivel de confianza | Petri et al. (2017); Savi et al. (2011); Fu et al. (2009). |
| Elementos de soporte | 20. Retroalimentación | Schiglik et al. (2016); Martínez-Argüellez et al. (2013); Fu et al. (2009). |
| | 21. Claridad de las instrucciones | Martínez-Argüellez et al. (2013). |
| | 22. Tiempo de juego | Schiglik et al. (2016). |
| | 23. Atractivo de la plataforma | Schiglik et al. (2016). |
| | 24. Nivel de intuición de diseño | Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Martínez-Argüellez et al. (2013). |
| | 25. Usabilidad de la plataforma | Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Martínez-Argüellez et al. (2013). |
| | 26. Funcionamiento de la plataforma | Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Martínez-Argüellez et al. (2013). |

Muchos de los modelos encontrados en la literatura no evalúan las características de aprendizaje, centrándose en la evaluación de las características del juego. Los modelos comprensivos presentan preguntas informales con falta de rigor científico (Mayer et al., 2014; Bodnar et al., 2016; Petri y Wangenheim, 2017). El modelo propuesto trata de una manera equilibrada el aprendizaje y de las características del juego. Los atributos encontrados en la bibliografía se adaptaron al contexto estudiado. El EG4QUAL puede ser utilizado para evaluar juegos educativos digitales que propongan el aprendizaje de ciertos contenidos, la simulación de una

situación real, la formación de equipos, la competitividad entre los equipos, y el análisis de estrategias para tomar decisiones.

Resultados de la aplicación del modelo – prueba piloto

Fueron obtenidas 113 respuestas, de las cuales 60% sobre el juego 1 y 40%, sobre el juego 2. La Tabla 1, la Tabla 2 y la Tabla 3 muestran el perfil de los encuestados en relación al sexo, el grupo de edad y el semestre.

El alfa de Cronbach fue analizado para verificar la fiabilidad del modelo y su consistencia interna.

Tabla 1. Respondientes por sexo

| Sexo | |
|-----------|--------|
| Femenino | 51,33% |
| Masculino | 48,67% |

Tabla 2. Respondientes por grupo de edad

| Grupo de edad | |
|-----------------|--------|
| Hasta 17 años | 7,08% |
| De 18 a 21 años | 36,28% |
| De 22 a 25 años | 51,33% |
| De 26 a 29 años | 3,54% |
| Más de 30 años | 1,77% |

Tabla 3. Respondientes por semestre

| Semestre | |
|----------|--------|
| 1° | 23,89% |
| 2° | 0% |
| 3° | 0,88% |
| 4° | 0% |
| 5° | 0,90% |
| 6° | 26,55% |
| 7° | 26,55% |
| 8° | 4,42% |

En la tabla 4 se muestra la estadística de fiabilidad de cada dimensión del modelo propuesto. Los valores de coeficiente alfa de Cronbach tienen valores entre 0,7 y 0,9

demonstrando que existe una correlación entre los atributos dentro de sus dimensiones, lo que pone en evidencia la fiabilidad del modelo.

Tabla 4. Alfa de Cronbach de las dimensiones

| Dimensión | Número de atributos | Alfa de Cronbach |
|----------------------|---------------------|------------------|
| Aprendizaje | 7 | 0,853 |
| Actitudes | 6 | 0,792 |
| Motivación | 7 | 0,858 |
| Elementos de soporte | 6 | 0,787 |

La Figura 3 muestra los valores medios de las respuestas sobre la percepción de la identificación de los atributos de menor desempeño conforme los estudiantes para levantar potenciales mejoras en los juegos. El análisis se realizó calculando los cuartiles.

La tabla 5 presenta la media general de la calidad percibida de los juegos (5,88), que es un promedio considerado adecuado, ya que la escala es de 1 a 7, y la desviación estándar 0,41, lo que demuestra que la dispersión de las respuestas es alrededor de la media. Además, la tabla 6 muestra la importancia media dada a cada dimensión por los encuestados, con una escala de 1 a 4. La dimensión más importante es el aprendizaje, luego las actitudes, la motivación y los elementos de apoyo.

El cuarto cuartil presenta los atributos de baja prioridad, con medias de percepción de calidad superior o igual a 6,19, es decir, los atributos que los estudiantes consideran ser de mayor calidad en los juegos en estudio. Los dos atributos que presentaron el promedio más alto, el Nivel de diversión

calidad de los atributos en los juegos en estudio. De esta manera fue posible (6,58) y el Nivel de captura de atención (6,58), pertenecen a la dimensión de motivación, en consonancia con lo que se afirma en la literatura, los juegos pueden hacer que los estudiantes se diviertan y se vuelvan más motivados y enfocados (Prensky, 2001; Matanza, 2005; De Freitas, 2006; Papastergiou, 2009; Huizenga, 2009; Bodnar et al., 2016; Hamari et al., 2016). A continuación, se encuentran los atributos Definición de estrategias (6,50) y Realización de análisis (6,45) que son de la dimensión Actitudes y constituyen objetivos de los juegos evaluados, ya que los juegos buscan estimular estas preguntas. Aún en el mismo cuartil, están los atributos Nivel de desafío y Nivel de concentración, de la dimensión de Motivación, y el atributo Visualización del impacto de las decisiones de la dimensión Actitudes. Por lo tanto, el cuarto cuartil presenta atributos de las dimensiones con importancia mediana.



Figura 3. Media de percepción de calidad de los atributos en orden decreciente

Tabla 5. Cuartiles para la media de calidad percibida

| Estadística | Percepción de calidad |
|---------------------|-----------------------|
| Media | 5,88 |
| Desviación estándar | 0,41 |
| Mínimo | 5,23 |
| Máximo | 6,58 |
| Quartiles 75% | 6,19 |
| 50% | 5,81 |
| 25% | 5,48 |

Tabla 6. *Importancia de las dimensiones*

| Dimensión | Media de importancia |
|----------------------|----------------------|
| Aprendizaje | 3,27 |
| Actitudes | 2,76 |
| Motivación | 2,65 |
| Elementos de Soporte | 1,57 |

Por otro lado, en el primer cuartil se encuentran los atributos de prioridad crítica, con las peores valoraciones de calidad. El atributo Nivel de incentivo (5,23), que evalúa si el juego alienta a los estudiantes a aprender más sobre el contenido cubierto, presenta el valor más bajo. A pesar de ser el peor atributo evaluado, pertenece a una dimensión de importancia moderada. Otros atributos con menor calidad percibida y alta importancia son Interdisciplinaridad (5.41), Desarrollo de habilidades (5.42) y Generación de perspectivas (5.46) de la dimensión Aprendizaje. En el tercer y segundo cuartil, se encuentran atributos menos críticos, con calidad percibida media entre 5.53 y 6.18 y prioridad moderada a alta.

Finalmente, para verificar la influencia del género y el grupo de edad de los encuestados sobre la percepción de la calidad de los 26 atributos, se realizó un análisis de varianza multivariante (MANOVA). La prueba de F fue realizada

considerando un FTAB = 3,68, en un intervalo de significación de 0,05 y fue considerado:

$H_0(1)$ – no hay diferencias significativas entre las medias observadas de los diferentes géneros.

$H_0(2)$ – no hay diferencias significativas entre las respuestas medias de los diferentes encuestados del grupo de edad.

Los resultados de la Tabla 7 muestran que los atributos Nivel de cooperación, Nivel de competencia, Diversión, Claridad de instrucciones, intuición y Usabilidad rechazan H_0 , pues existen diferencias significativas en las medias observadas de los encuestados femeninos y masculinos. Los resultados de la Tabla 8 muestran que sólo los atributos Simulación de situación real, Diversión, Confianza y Atractivo de la plataforma, rechazan H_0 , mostrando diferencias significativas en las medias entre los grupos de edad.

Tabla 7. MANOVA – Influencia del género

| Atributo | gl = 4 ; Ftab = 3,680 | | | | |
|---|---|-------------------|-------|-------|----------------|
| | Tipo III Suma de los Cuadrados | Cuadrado Médio | F | Sig. | H ₀ |
| 1. Relevancia del contenido | 17,038 | 4,260 | 2,932 | 0,024 | Acepta |
| 2. Aumento del conocimiento | 14,179 | 3,545 | 2,726 | 0,033 | Acepta |
| 3. Generación de perspectivas | 15,714 | 3,929 | 2,445 | 0,051 | Acepta |
| 4. Interdisciplinarietàad | 11,332 | 2,833 | 1,533 | 0,198 | Acepta |
| 5. Representación práctica de la teoría | 9,525 | 2,381 | 1,891 | 0,118 | Acepta |
| 6. Simulación de la situación real | 14,774 | 3,694 | 2,784 | 0,030 | Acepta |
| 7. Desarrollo de competencias | 13,615 | 3,404 | 2,070 | 0,090 | Acepta |
| 8. Realización de análisis | 5,495 | 1,374 | 1,651 | 0,167 | Acepta |
| 9. Definición de estrategias | 6,164 | 1,541 | 2,811 | 0,029 | Acepta |
| 10. Visualización del impacto de las decisiones | 10,386 | 2,596 | 2,640 | 0,038 | Acepta |
| 11. Desarrollo del liderazgo | 19,299 | 4,825 | 2,757 | 0,032 | Acepta |
| 12. Nivel de cooperación | 21,735 | 5,434 | 5,053 | 0,001 | Rechaza |
| 13. Nivel de competencia | 22,989 | 5,747 | 6,249 | 0,000 | Rechaza |
| 14. Nivel de desafío | 15,590 | 3,898 | 3,363 | 0,012 | Acepta |
| 15. Nivel de captación de atención | 0,749 | 0,187 | 0,273 | 0,895 | Acepta |
| 16. Nivel de concentración | 3,022 | 0,755 | 0,575 | 0,681 | Acepta |
| 17. Nivel de incentivo | 10,235 | 2,559 | 1,186 | 0,321 | Acepta |
| 18. Nivel de diversión | 12,167 | 3,042 | 6,794 | 0,000 | Rechaza |
| 19. Nivel de confianza | 8,869 | 2,217 | 1,406 | 0,237 | Acepta |
| 20. Retroalimentación | 27,519 | 6,880 | 3,516 | 0,010 | Acepta |
| 21. Claridad de las instrucciones | 24,985 | 6,246 | 4,735 | 0,002 | Rechaza |
| 22. Tiempo de juego | 1,114 | 0,279 | 0,184 | 0,946 | Acepta |
| 23. Atractivo de la plataforma | 19,244 | 4,811 | 2,616 | 0,039 | Acepta |
| 24. Nivel de intuición de diseño | 25,543 | 6,386 | 4,287 | 0,003 | Rechaza |
| 25. Usabilidad de la plataforma | 36,607 | 9,152 | 6,240 | 0,000 | Rechaza |
| 26. Funcionamiento de la plataforma | 3,187 | 0,797 | 0,511 | 0,728 | Acepta |

Tabla 8. MANOVA – Influencia de la edad de los encuestados

| Atributo | Tipo III Suma de los Cuadrados | Cuadrado Médio | F | Sig. | H ₀ |
|---|---|-------------------|--------|-------|----------------|
| 1. Relevancia del contenido | 3,445 | 3,445 | 2,372 | 0,127 | Acepta |
| 2. Aumento del conocimiento | 1,238 | 1,238 | 0,952 | 0,331 | Acepta |
| 3. Generación de perspectivas | 0,316 | 0,316 | 0,197 | 0,658 | Acepta |
| 4. Interdisciplinarietàad | 0,135 | 0,135 | 0,073 | 0,787 | Acepta |
| 5. Representación práctica de la teoría | 2,978 | 2,978 | 2,365 | 0,127 | Acepta |
| 6. Simulación de la situación real | 13,774 | 13,774 | 10,382 | 0,002 | Rechaza |
| 7. Desarrollo de competencias | 5,631 | 5,631 | 3,425 | 0,067 | Acepta |
| 8. Realización de análisis | 0,097 | 0,097 | 0,117 | 0,733 | Acepta |
| 9. Definición de estrategias | 0,040 | 0,040 | 0,072 | 0,789 | Acepta |
| 10. Visualización del impacto de las decisiones | 0,106 | 0,106 | 0,108 | 0,743 | Acepta |
| 11. Desarrollo del liderazgo | 0,169 | 0,169 | 0,097 | 0,757 | Acepta |
| 12. Nivel de cooperación | 2,749 | 2,749 | 2,557 | 0,113 | Acepta |
| 13. Nivel de competencia | 2,846 | 2,846 | 3,095 | 0,082 | Acepta |
| 14. Nivel de desafío | 3,866 | 3,866 | 3,335 | 0,071 | Acepta |
| 15. Nivel de captación de atención | 0,125 | 0,125 | 0,182 | 0,670 | Acepta |
| 16. Nivel de concentración | 0,019 | 0,019 | 0,014 | 0,905 | Acepta |
| 17. Nivel de incentivo | 2,270 | 2,270 | 1,052 | 0,307 | Acepta |
| 18. Nivel de diversión | 3,144 | 3,144 | 7,023 | 0,009 | Rechaza |
| 19. Nivel de confianza | 13,598 | 13,598 | 8,620 | 0,004 | Rechaza |
| 20. Recibimiento de retroalimentación | 7,111 | 7,111 | 3,635 | 0,059 | Acepta |
| 21. Claridad de las instrucciones | 0,116 | 0,116 | 0,088 | 0,768 | Acepta |
| 22. Tiempo de juego | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,977 | Acepta |
| 23. Atractivo de la plataforma | 7,498 | 7,498 | 4,077 | 0,046 | Rechaza |
| 24. Nivel de intuición de diseño | 4,296 | 4,296 | 2,884 | 0,092 | Acepta |
| 25. Usabilidad de la plataforma | 0,033 | 0,033 | 0,022 | 0,882 | Acepta |
| 26. Funcionamiento de la plataforma | 0,038 | 0,038 | 0,025 | 0,876 | Acepta |

CONSIDERACIONES FINALES

El uso de juegos para el aprendizaje es relevante y viene creciendo su interés en la educación superior. Sin embargo, la evaluación de la eficacia de estos juegos es, en la mayoría de los casos, subjetiva y no permite visualizar la percepción del alumno, ni la utilidad de los resultados de la evaluación para futuras mejoras. El estudio tuvo como objetivo presentar una contribución teórica a la literatura, a partir de la creación de un modelo de evaluación de la percepción de la calidad en los juegos educativos digitales, el EG4QUAL, estructurado en cuatro dimensiones: aprendizaje, actitudes, elementos de motivación y apoyo, y 26 atributos. El modelo propuesto llena brechas teóricas presentando dimensiones que abordan aspectos académicos del juego, motivacionales, de comportamiento y de la plataforma del juego y pueden ser utilizados para evaluar los tipos de juegos educativos digitales que proponen: el aprendizaje de ciertos contenidos, la simulación de una situación real, la formación de equipos, la competitividad

entre equipos y el análisis de estrategias

para la toma de decisiones. El modelo puede aplicarse en diversas disciplinas de cursos de educación superior en ingeniería que presentan estas características.

La aplicación del modelo en un estudio piloto, permitió inicialmente verificar la fiabilidad del instrumento utilizado para probar el modelo. Además, el modelo propuesto permitió identificar los atributos de los juegos evaluados que necesitan mejora. El modelo de evaluación propuesto asiste al desarrollo de juegos educativos mediante la identificación atributos y dimensiones críticas y prioritarias para la calidad percibida de los usuarios del juego. De esta manera, es posible mejorar el juego para lograr los objetivos pretendidos por los docentes en sus disciplinas.

Estudios futuros podrían evaluar juegos aplicados en otros cursos de ingeniería de forma a validar el modelo propuesto. Además, otros análisis pueden ser realizados para confirmar las diferencias significativas encontradas en los resultados con relación a las características de edad y género de los estudiantes.

REFERENCIAS

Adams, P. C. (1998). Teaching and Learning with SimCity 2000. *Journal of Geography*, 97(2), 47-55.

<http://dx.doi.org/10.1080/00221349808978827>

Aladwani, A. M., & Palvia, P. C. (2002). Developing and validating an instrument for measuring user-perceived web quality. *Information & Management*, 39(6), 467-476.

[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00113-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00113-6)

Bodnar, C. A., Anastasio, D., Enszer, J. A., & Burkey, D. D. (2016). Engineers at Play: Games as Teaching Tools for Undergraduate Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 105(1), 147-200.

<http://dx.doi.org/10.1002/jee.20106>

- Brady, M. K., & J. Joseph Cronin, J. (2001). Some new thoughts on conceptualizing perceived service quality: a hierarchical approach. *Journal of Marketing*, 65(3), 34-49. <http://dx.doi.org/10.1509/jmkg.65.3.34.18334>
- Chang, C.-C., Liang, C., Chou, P.-N., & Lin, G.-Y. (2017). Is game-based learning better in flow experience and various types of cognitive load than non-game-based learning? Perspective from multimedia and media richness. *Computers in Human Behavior*, 71, 218-227. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.031>
- Crawford, C. (1984). *The art of computer game design*. New York, USA: McGraw-Hill.
- Cuban, L. (1986). *Teachers and Machines: The Classroom of Technology Since 1920*. New York, USA: Teachers College Press.
- Cysneiros, P. (1999). Novas tecnologias na sala de aula: melhoria do ensino ou inovação conservadora. *Informática Educativa*, 12(1), 11-24. https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/2475/82/mod_resource/content/0/34-melhoria_do_ensino_ou_inovacao_conservadora_CYSNEIROS.pdf
- De Freitas, S. (2006). *Learning in immersive worlds: A review of game-based learning*. London, UK.
- Dempsey, J. V., Haynes, L. L., Lucassen, B. A., & Casey, M. S. (2002). Forty Simple Computer Games and What They Could Mean to Educators. *Simulation & Gaming*, 33(2), 157-168. <http://dx.doi.org/10.1177/1046878102332003>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, (9-15). Tampere. <http://dx.doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Freeman, A., Becker, S., & Hall, C. (2015). *NMC Technology Outlook for Brazilian Universities: A Horizon Project Regional Report*. Austin: ACM.
- Fu, F.-L., Su, R.-C., & Yu, S.-C. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education*, 52(1), 101-112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.004>
- Gao, Y. (2004). Appeal of online computer games: a user perspective. *The Electronic Library*, 22(1), 74-78. <http://dx.doi.org/10.1108/02640470410520131>
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment (CIE) - Theoretical and Practical Computer Applications in Entertainment*, 1(1), 1-4. <http://dx.doi.org/10.1145/950566.950595>
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170-179. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045>
- Huizenga, J., Admiraal, W., Akkerman, S., & Dam, G. t. (2009). Mobile game-based learning in secondary education: engagement, motivation and learning in a mobile city game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(4), 332-344. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00316.x>
- Johnson, L., S.A, B., Estrada, V., & Freeman, A. (2014). *NMC Horizon Report: 2014 Library Edition*. Austin: NMC.
- Jong, M. S.-y., & Shang, J. (2015). Impeding Phenomena Emerging from Students' Constructivist Online Game-Based Learning Process: Implications for the Importance of Teacher Facilitation. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(2), 262-283.

- <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.18.2.262>
- Ke, F. (2014). An implementation of design-based learning through creating educational computer games: A case study on mathematics learning during design and computing. *Computers & Education*, 73, 26-39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.12.010>
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and Higher Education*, 8(1), 13-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.12.001>
- Kotler, P., & Keller, K. (2015). *Marketing Management (15^a ed.)*. Harlow, UK: Pearson.
- Larson, R., & Farber, B. (2018). *Elementary Statistics: Picturing the World (7^a ed.)*. UK: Pearson.
- Liu, C., & Arnett, K. P. (2000). Exploring the factors associated with Web site success in the context of electronic commerce. *Information & Management*, 38(1), 23-33. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206\(00\)00049-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206(00)00049-5)
- Martínez-Argüelles, M. J., Callejo, M. B., & Farrero, J. M. (2013). Dimensions of Perceived Service Quality in Higher Education Virtual Learning Environments. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 10(1), 268-285. <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v10i1.1411>
- Mayer, I., Bekebrede, G., Hartevelde, C., Warmelink, H., Zhou, Q., Ruijven, T. v., . . . Wenzler, I. (2014). The research and evaluation of serious games: Toward a comprehensive methodology. *British Journal of Educational Technology*, 45(3), 502-527. <http://dx.doi.org/10.1111/bjet.12067>
- Mayer, R. E., & Johnson, C. I. (2010). Adding Instructional Features That Promote Learning in a Game-Like Environment. *Journal of Educational Computing Research*, 42(3), 241-265. <http://dx.doi.org/10.2190/EC.42.3.a>
- Michael, D., & Chen, S. (2005). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Mason, Ohio, USA: Cengage Learning.
- Papastergiou, M. (2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.004>
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1985). A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, 49(4), 41-50. <http://dx.doi.org/10.1177/002224298504900403>
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Malhotra, A. (2005). E-S-QUAL: A Multiple-Item Scale for Assessing Electronic Service Quality. *Journal of Service Research*, 7(3), 213-233. <http://dx.doi.org/10.1177/1094670504271156>
- Parasuraman, A., Zeithaml, V., & Berry, L. (1988). SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. *Journal of Retailing*, 64, 12-40.
- Petri, G., & Wangenheim, C. G. (2017). How games for computing education are evaluated? A systematic literature review. *Computers & Education*, 107, 68-90. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.004>
- Petri, G., Wangenheim, C. G., & Borgatto, A. F. (2017). Evolução de um Modelo de Avaliação de Jogos para o Ensino de Computação. *Anais do XXV Workshop sobre Educação em Computação*, (2327-2336). Porto Alegre. <https://doi.org/10.5753/wei.2017.3549>
- Pons-Lelardeux, C., Galaup, M., Segonds, F., & Lagarrigue, P. (2015). Didactic Study of a Learning Game to Teach Mechanical

- Engineering. *Procedia Engineering*, 132, 242-250. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.476>
- Prensky, M. (2007). *Digital Game-Based Learning*. St Paul, Minnesota, USA: Paragon House.
- Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50-58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>
- Rencher, A. C., & Christensen, W. F. (2012). *Methods of Multivariate Analysis (3^a ed.)*. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons.
- Savi, R., Wangenheim, C. G., & Borgatto, A. F. (2011). A Model for the Evaluation of Educational Games for Teaching Software Engineering. *5th Brazilian Symposium on Software Engineering*, (194-203). Sao Paulo. <http://dx.doi.org/10.1109/SBES.2011.27>
- Shchiglik, C., Barnes, S. J., & Scornavacca, E. (2016). The Development of an Instrument to Measure Mobile Game Quality. *Journal of Computer Information Systems*, 56(2), 97-105. <http://dx.doi.org/10.1080/08874417.2016.1117368>
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32. <http://dx.doi.org/10.1109/MC.2005.297>

Autores

Alexsandra Schmidt. Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8546-9013>

Email: alexandra.prod@gmail.com

Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco. Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

ORCID: <http://orcid.org/xxx>

E-mail: maria@producao.ufrgs.br

Jonatas Ost Scherer. Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8745-7104>

E-mail: jonatas.scherer@ufrgs.br

Recibido: 11-01-2020

Aceptado: 27-07-2020