



Universitat
de les Illes Balears

TESIS DOCTORAL
2022

**ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA CON
METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE BASADO EN
JUEGO, PARA EL MEJORAMIENTO DEL
DESEMPEÑO ACADÉMICO Y LA MOTIVACIÓN
DE ESTUDIANTES EN CURSOS DE
MATEMÁTICAS DE PRIMER AÑO DE INGENIERÍA**

Sergio Andrés Zabala Vargas



Universitat
de les Illes Balears



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI



Universitat de Lleida



TESIS DOCTORAL

2022

Programa de Doctorado en Tecnología Educativa

**ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA CON
METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE BASADO EN
JUEGO, PARA EL MEJORAMIENTO DEL
DESEMPEÑO ACADÉMICO Y LA MOTIVACIÓN
DE ESTUDIANTES EN CURSOS DE
MATEMÁTICAS DE PRIMER AÑO DE INGENIERÍA**

Sergio Andrés Zabala Vargas

Directora: Bárbara Luisa de Benito Crosetti, PhD

Tutora: Bárbara Luisa de Benito Crosetti, PhD

Doctor por la Universitat de les Illes Balears

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi familia y amigos que apoyaron en este proceso.

A la Dra. Bárbara de Benito Crosetti por creer en esta propuesta.

A la Universidad Santo Tomás por el apoyo para el desarrollo de la investigación.

TESIS COMO COMPENDIO DE PUBLICACIONES

La modalidad de presentación de esta tesis doctoral es el compendio de artículos de investigación y para el caso del plan de estudios del Doctorado en Tecnología Educativa de la Universitat de les Illes Balears se exige como mínimo tres artículos publicados, o bien aceptados para su publicación, en revistas científicas del Grupo A o Grupo de Excelencia según la clasificación del CIRC, o en revistas del JCR, SCOPUS o ERIH.

A continuación, se presenta el listado de las que constituyen el núcleo central de la tesis con sus indicios de calidad:

1. **Artículo I:** Zabala-Vargas, S., Ardila-Segovia, D., Garcia-Mora, L., & de Benito, B. (2020). Aprendizaje Basado en Juegos (GBL) aplicado a la Enseñanza de la Matemática en Educación Superior: Una revisión Sistemática de Literatura.". *Formación Universitaria*, 13(1), 13–26. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000100013>

Scimago Journal Rank (SJR. SCOPUS)

Factor de impacto: SJR = 0.35 (Q3) para el año 2020

Cite Score 2020 = 1.8 – Cite Score Tracker 2021 = 1.3

SNIP 2020 = 1.11

2. **Artículo II:** Zabala-Vargas, S., de-Benito, B., Darder-Mesquida, A., Arciniegas-Hernández, E., Reina-Medrano, J., & García-Mora, L. (2021). Strengthening motivation in the mathematical engineering teaching processes- A proposal from gamification and game-based learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(6), 4–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3991/ijet.v16i06.16163>

Scimago Journal Rank (SJR. SCOPUS)

Factor de impacto: SJR = 0.45 (Q2) para el año 2020

Cite Score 2020 = 2.6 – Cite Score Tracker 2021 = 2.9

SNIP 2020 = 1.342

3. **Artículo III:** Zabala-Vargas, S. A., García-Mora, L., Arciniegas-Hernández, E., Reina-Medrano, J., de Benito-Crosetti, B., & Darder-Mésquida, A. (2022). Didactic Strategy Mediated by Games in the Teaching of Mathematics in First-Year Engineering Students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(2), em2082. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11707>

Scimago Journal Rank (SJR. SCOPUS)

Factor de impacto: SJR 2020 = 0.44 (Q2) para el año 2020

Cite Score 2020 = 4.0 – Cite Score Tracker 2021 = 3.6

SNIP 2020=1.248

Se cuenta también con el siguiente capítulo de libro de investigación:

4. **Capítulo de libro de investigación I:** Zabala-Vargas, S., García-Mora, L., & de-Benito, B. (2019). Estrategia pedagógica con aprendizaje basado en juegos-GBL, para fomentar la motivación en el área de matemáticas en ingeniería. In *Estrategias didácticas para la innovación en la sociedad del conocimiento* (1st ed., pp. 168–190). Corporación CIMTED. <http://memoriascimted.com/libros/>.

Además, se han desarrollado las siguientes ponencias en congresos internacionales:

5. **Ponencia I:** Zabala-Vargas, S., García-Mora, L., & de-Benito, B. (2019). Estrategia pedagógica con aprendizaje basado en juegos-GBL, para fomentar la motivación en el área de matemáticas en ingeniería. XV Congreso Internacional Sobre El Enfoque Basado En Competencias “Modernización e Innovación En La Educación” - CIEBC 2019, 92–94. <http://memoriascimted.com/wp-content/uploads/2019/05/memorias-16-CIEBC2019.pdf>
6. **Ponencia II:** Zabala-Vargas, S. A., Garcia-Mora, L., de-Benito, B., & Ardila-Segovia, D. (2019). Motivation increases of mathematics students in Engineering – A proposal from Game Based Learning. V Simposio ICACIT 2019, 1–6. <http://icacit.org.pe/simposio/>.
7. **Ponencia III:** Zabala-Vargas, S., Garcia-Mora, L., de-Benito Crosetti, B., Darder-Mesquida, A., Arciniegas-Hernández, E., Reina-Medrano, J., & Ardila-Segovia, D. (2019). Incremento de la motivación en estudiantes de matemáticas en ingeniería - Una propuesta desde el aprendizaje basado en juegos. In Pontificia Universidad Católica del Perú (Ed.), XXII Congreso internacional EDUTEC - Tecnología e innovación para la diversidad y calidad de los aprendizajes 2019 (pp. 550–567). <https://files.pucp.education/facultad/educacion/wp-content/uploads/2020/04/01130128/LIBRO-PONENCIAS-XXII-CONGRESO-EDUTEC-2019.pdf>
8. **Ponencia IV:** Zabala-Vargas, S., Garcia-Mora, L., Reina-Medrano, J., & Arciniegas-Hernández, E. (2020). Concepciones y prácticas docentes sobre la enseñanza de matemáticas en ingenierías apoyada con una estrategia GBL. In CIMTED (Ed.), Memorias X Congreso internacional sobre formación en ciencia, tecnología y competencias- CIFCOM2020. <https://cifcom.com/>

ÍNDICE

ÍNDICE	8
INDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS	11
RESUMEN	12
RESUM	13
SUMMARY	14
1. INTRODUCCIÓN.....	15
2. OBJETIVOS	20
2.1. Objetivo General.....	20
2.2. Objetivos Específicos	20
3. COMPENDIO DE ARTÍCULOS	21
4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	23
4.1. Categoría de la intervención.....	24
4.2. Participantes.....	24
4.3. Procedimiento (Fases)	25
4.4. Instrumentos de recolección de datos	27
4.5. Análisis de Datos.....	28
5. MARCO REFERENCIA DEL PROYECTO	30
5.1. Aprendizaje Basado en Juego – GBL.....	30
5.2. Gamificación.....	31
5.3. Motivación	33
5.4. Diseño instruccional basado en la motivación- Modelo ARCS	34
5.5. Trabajo colaborativo en el aprendizaje.....	37
6. RESULTADOS: COMPENDIO DE PUBLICACIONES	39
6.1. Artículo I- Aprendizaje Basado en Juegos (GBL) aplicado a la Enseñanza de la Matemática en Educación Superior: Una revisión Sistemática de Literatura. 40	
6.2. Artículo II - Strengthening Motivation in the Mathematical Engineering Teaching Processes – A Proposal from Gamification and Game-Based Learning 41	
6.3. Artículo III - Didactic Strategy Mediated by Games in the Teaching of Mathematics in First-Year Engineering Students.	42
6.4. Capítulo de libro de investigación I – ESTRATEGIA PEDAGÓGICA CON APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS-GBL, PARA FOMENTAR LA MOTIVACIÓN EN EL ÁREA DE MATEMÁTICAS EN INGENIERÍA	43

6.5. Ponencia I - Estrategia pedagógica con aprendizaje basado en juegos-GBL, para fomentar la motivación en el área de matemáticas en ingeniería ...	43
6.6. Ponencia II - Motivation increase of mathematics students in Engineering – A proposal from Game Based Learning	44
6.7. Ponencia III - Incremento De La Motivación En Estudiantes De Matemáticas En Ingeniería – Una Propuesta Desde El Aprendizaje Basado En Juegos.....	44
6.8. Ponencia IV - Concepciones y prácticas docentes sobre la enseñanza de matemáticas en ingenierías apoyada con una estrategia GBL	45
6.9. Ponencias evento SIITE 2017, 2018 y 2019	46
7. DISCUSIÓN.....	47
7.1. Categorías, indicadores y estrategias de intervención pedagógica para la enseñanza de las matemáticas mediadas por juegos (OE1)	47
7.2. Componentes pedagógicos y tecnológicos para considerar en el diseño de una estrategia pedagógica mediada por juegos (OE2)	50
7.3. Aporte que las unidades didácticas utilizando GBL realizan a la motivación de los estudiantes (OE3 y OE4)	51
8. LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES	55
8.1. Limitaciones de la Estrategia.....	55
8.2. Recomendaciones para la aplicación de la estrategia.....	55
9. CONCLUSIONES.....	56
10. REFERENCIAS	58
11. ANEXOS	73
11.1. Portafolio de unidades didácticas- Material de apoyo	73
11.2. Formato de consentimiento informado	85
11.3. Tutorial para la construcción de unidades didácticas en Classcraft	88
11.3.1. Creación del curso en Classcraft.....	88
11.3.2. Gestión del curso en Classcraft.....	94
11.4. Historial proyectos de investigación asociados a tesis doctoral	100
11.5. Instrumentos utilizados en la tesis doctoral	101
11.5.1. SIMMS.....	101
11.5.2. Preguntas asociadas al grupo focal	104
11.5.3. Canvas de gamificación	105
11.6. Ponencias SIITE.....	106
11.6.1. Ponencia SIITE 2017.....	106
11.6.2. Ponencia SIITE 2018.....	108
11.6.3. Ponencia SIITE 2019.....	119

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de reprobación de cursos académicos más altos en los programas de Ingenierías de la USTA-Bucaramanga.....	17
Tabla 2. Relación de las publicaciones con los objetivos específicos	22
Tabla 3. Síntesis de las dimensiones o categorías del modelo ARCS	35
Tabla 4. Ficha del artículo I en Formación Universitaria	40
Tabla 5. Ficha del artículo II en International Journal of Emerging Technologies in Learning.....	41
Tabla 6. Ficha del artículo III en Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education.....	42
Tabla 7. Ficha para capítulo de libro de investigación I en Estrategias didácticas para la innovación en la sociedad del conocimiento- Editorial CIMTED.....	43
Tabla 8. Ficha de la ponencia I en XV Congreso Internacional sobre el Enfoque Basado en Competencias “Modernización e innovación en la Educación”	43
Tabla 9. Ficha para la ponencia II- 5to Simposio Internacional de Acreditación en Ingeniería ICACIT 2019.....	44
Tabla 10. Ficha de la ponencia III- Evento EDUTEC 2019	45
Tabla 11. Ficha de la ponencia IV - X Congreso internacional sobre formación en ciencia, tecnología y competencias- CIFCOM2020.....	45
Tabla 12. Relación de frecuencia de aparición de las categorías resultados desde el grupo focal.....	53
Tabla 13. Síntesis iteración I.	73
Tabla 14. Síntesis iteración II.	76
Tabla 15. Relación proyectos de investigación asociados a la tesis doctoral	100
Tabla 16. Instrumento SIMMS utilizado en la tesis doctoral.....	101
Tabla 17. Preguntas grupo focal utilizadas en la tesis doctoral.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de deserción vs # semestres cursados	16
Figura 2. Ciclo de dos iteraciones IBD adaptada al proyecto	23
Figura 3. Los cuatro pilares del aprendizaje basado en juegos.....	31
Figura 4. Modelo de diseño instruccional ARCS de Keller	35
Figura 5. Esquema general del trabajo colaborativo con Peer Instruction	38
Figura 6. Línea de tiempo publicaciones tesis doctoral.....	39
Figura 7. Mapa de categorías resultado del grupo focal.	54
Figura 8. Esquema metodológico del proyecto	73
Figura 9. Estrategia Peer Instruction que complementa al GBL.....	74
Figura 10. Ejemplo de pregunta propuesta para la discusión peer Instruction .	75
Figura 11. Ejemplo de preguntas implementadas en Kahoot	75
Figura 12. Evidencias desarrollo de las actividades.....	76
Figura 13. Ejemplo de mapa corte 2 y aventura propuesta.....	77
Figura 14. Relación de cursos generados.....	78
Figura 15. Estudiantes y sus avatares	78
Figura 16. Relación de comportamientos a desalentar.	79
Figura 17. Ejemplo de evolución gráfica del personaje del estudiante.....	79
Figura 18. Ejemplo de pregunta implementada en el software online	80
Figura 19. Ejemplo de informe recibido por cada estudiante	80
Figura 20. Síntesis de la actividad.....	81
Figura 21. Apartado del reto propuesto.....	82
Figura 22. Ejemplos de cuatro videos del trabajo de los estudiantes.....	82
Figura 23. Ejemplo de participación de estudiantes	83
Figura 24. Crucigrama diseñado para la actividad	84
Figura 25. Evidencia de estudiantes participando en la actividad.	84
Figura 26. Evidencias del taller de preparación con Kahoot.....	85
Figura 27. Video tutorial Classcraft	88
Figura 28. Inicio de sesión Classcraft.....	88
Figura 29. Creación de nueva clase/aula	89
Figura 30. Creación de perfil de alumnos Classcraft.....	89
Figura 31. Creación de equipos para juego Classcraft.....	90
Figura 32. Características e información del avatar	90
Figura 33. información de HP, AP, XP, GP y otros parámetros de Classcraft .	91
Figura 34. Relación de poderes Classcraft	91
Figura 35. Herramienta de clases especiales.....	92
Figura 36. Entorno de juego- isla	92
Figura 37. Mapa específico Classcraft con actividades.....	93
Figura 38. Informe participación estudiantes.....	93
Figura 39. Entorno de clases disponibles.....	94
Figura 40. Entorno de juego - Classcraft.....	95
Figura 41. Panel frontal de actividades.	96
Figura 42. Historia - Narrativa de la actividad.....	96
Figura 43. Cumplimiento de la actividad	97
Figura 44. Asignación de puntos por parte del docente	98
Figura 45. Configuración de puntos de experiencia - XP	99
Figura 46. Panel frontal gestión del curso	99

RESUMEN

El desarrollo de las habilidades matemáticas para los futuros ingenieros es algo esencial. El aprendizaje basado en juegos-GBL y la gamificación han sido ampliamente utilizados en la educación básica, sin embargo, no ha sido tanta su difusión en la educación superior. El objetivo central de este trabajo doctoral es implementar una estrategia pedagógica que, fundamentada en la metodología de aprendizaje basado en juegos-GBL, permita incrementar los niveles de motivación de los estudiantes de primer año de matemáticas en Ingeniería de la Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga.

Para tal fin, se utilizó la metodología de Investigación Basada en Diseño- IBD con un enfoque mixto; implementando tres iteraciones (0, 1 y 2), generando en cada una de estas un portafolio de actividades gamificadas para la enseñanza de la matemática y el proceso de rediseño entre cada ciclo. La investigación contó con la participación de 25 estudiantes en la iteración piloto (iteración 0) y 81 estudiantes, distribuidos en las iteraciones 1 y 2. La organización de los grupos no fue aleatoria y fue previamente organizado por el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Santo Tomas-Seccional Bucaramanga. Calculo Diferencial fue el espacio académico elegido para la intervención, siendo este el de mayor reprobación antes de la realización de esta investigación.

La variable o categoría de mayor interés para la presente tesis doctoral fue la motivación de los estudiantes hacia su proceso académico. El marco de referencia utilizado es el Modelo de diseño instruccional basado en motivación de Jhon Keller, denominado de forma sintetizada Modelo ARCS. Las cuatro dimensiones de mayor interés de dicha variable o categoría son Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción. Desde el enfoque cualitativo, siete grupos focales fueron organizados. Un análisis en contexto (KWIC por sus siglas en inglés) fue implementado. Desde el enfoque cuantitativo, la encuesta para medir niveles de motivación SIMMS fue adaptada y desarrollada, así como una encuesta sobre trabajo colaborativo.

La investigación generó como resultados que la estrategia pedagógica (conjunto de actividades diseñadas) mediadas por juegos permitieron fomentar la motivación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje de las matemáticas; estimulando la confianza, la atención, la relevancia, la satisfacción, la emoción, el trabajo en equipo, entre otros. En conclusión, el aprendizaje basado en juegos hace posible fortalecer la motivación de los estudiantes en el proceso educativo de la matemática en ingeniería, generando como impacto de esta un mayor compromiso con el programa y mejores resultados en el rendimiento académico.

RESUM

El desenvolupament de les habilitats matemàtiques per als futurs enginyers és essencial. L'aprenentatge basat en jocs-GBL i la gamificació han estat àmpliament utilitzats en l'educació bàsica, però no ha estat tanta la seva difusió a l'educació superior. L'objectiu central d'aquest treball doctoral és implementar una estratègia pedagògica que, fonamentada en la metodologia d'aprenentatge basat en jocs-GBL, permeti incrementar els índexs de motivació dels estudiants de primer any de matemàtiques d'Enginyeria de la Universitat Santo Tomás-Seccional Bucaramanga .

Amb aquesta finalitat, es va utilitzar la metodologia de Recerca Basada en Disseny-IBD amb un enfocament mixt; implementant tres iteracions (0, 1 i 2), generant a cadascuna un portafoli d'activitats gamificades per a l'ensenyament de la matemàtica i el procés de redisseny entre cada cicle. La investigació va comptar amb la participació de 25 estudiants a la iteració pilot (iteració 0) i 81 estudiants, distribuïts a les iteracions 1 i 2. L'organització dels grups no va ser aleatòria i va ser prèviament organitzat pel Departament de Ciències Bàsiques de la Universitat Sant Tomas-Seccional Bucaramanga. Càlcul Diferencial va ser l'espai acadèmic elegit per a la intervenció, i aquest és el de més reprovació abans de la realització d'aquesta investigació.

La variable o categoria de més interès per a aquesta tesi doctoral va ser la motivació dels estudiants cap al seu procés acadèmic. El marc de referència utilitzat és el Model de disseny instruccional basat en motivació de Jhon Keller, anomenat de forma sintetitzada Model ARCS. Les quatre dimensions de més interès d'aquesta variable o categoria són Atenció, Rellevància, Confiança i Satisfacció. Des de l'enfocament qualitatiu, set grups focals van ser organitzats. Una anàlisi en context (KWIC per les sigles en anglès) va ser implementada. Des de l'enfocament quantitatiu, l'enquesta per mesurar nivells de motivació SIMMS va ser adaptada i desenvolupada i així com una enquesta sobre treball col·laboratiu.

La investigació va generar com a resultats que l'estratègia pedagògica (conjunt d'activitats dissenyades) mitjançant jocs va permetre fomentar la motivació dels estudiants en el procés d'aprenentatge de les matemàtiques; estimulant la confiança, l'atenció, la rellevància, la satisfacció, l'emoció, la feina en equip, entre d'altres. En conclusió, l'aprenentatge basat en jocs fa possible enfortir la motivació dels estudiants en el procés educatiu de la matemàtica en enginyeria, generant com a impacte d'aquesta un compromís més gran amb el programa i millors resultats en el rendiment acadèmic.

SUMMARY

Developing mathematical skills for future engineers is essential. Game-based learning-GBL and gamification have been widely used in basic education, however, it has not been as widespread in higher education. The main objective of this doctoral work is to implement a pedagogical strategy that, based on the methodology of learning based on games-GBL, allows to increase the motivation indexes of the first-year students of mathematics in Engineering at the Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga.

For this purpose, the methodology of Research Based on Design-IBD was used with a mixed approach, implementing three iterations (0, 1 and 2), generating in each of these a portfolio of gamified activities for the teaching of mathematics and the redesign process between each cycle. The research had the participation of 25 students in the pilot iteration (iteration 0) and 81 students, distributed in iterations 1 and 2. The organization of the groups was not random and was previously organized by the Department of Basic Sciences of the University Santo Tomas-Bucaramanga Section. Differential Calculus was the academic space chosen for the intervention, this being the one with the highest disapproval before carrying out this research.

The variable or category of greatest interest for this doctoral thesis was the motivation of the students towards their academic process. The reference framework used is Jhon Keller's Motivation-based Instructional Design Model, synthetically called the ARCS Model. The four dimensions of greatest interest of said variable or category are Attention, Relevance, Trust, and Satisfaction. From the qualitative approach, seven focus groups were organized. An analysis in context (KWIC) was implemented. From the quantitative approach, the survey to measure levels of motivation SIMMS was adapted and developed, as well as a survey on collaborative work.

The research generated as results that the pedagogical strategy (set of designed activities) mediated by games allowed to promote the motivation of the students in the process of learning mathematics, stimulating confidence, attention, relevance, satisfaction, emotion, teamwork, among others. In conclusion, game-based learning makes it possible to strengthen the motivation of students in the educational process of mathematics in engineering, generating as an impact a greater commitment to the program and better results in academic performance.

1. INTRODUCCIÓN

Los procesos en las instituciones de educación superior requieren de una constante revisión, discusión y actualización; tanto desde el trasfondo vocacional y ocupacional, como en las estrategias pedagógicas y didácticas. En la presente tesis doctoral el foco se encuentra en las dinámicas de formación en ingeniería, particularmente en las ciencias básicas (priorizando las matemáticas).

La importancia del desarrollo de competencias y habilidades matemáticas en la formación en ingeniería se encuentra ampliamente documentadas por entidades como la Accreditation Board for Engineering and Technology-ABET (ABET, 2016), la European Network for Engineering Accreditation-ENAAEE (ENAAEE, 2015) y el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, en la resolución 2773 de 2003 (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2003).

Ahora bien, la relación de la matemática en la formación de los ingenieros también implica revisar su vinculación con una de las principales problemáticas educativas: la deserción. Según estadísticas del Ministerio de Educación Nacional de Colombia de cada cien estudiantes que ingresan a formarse en una institución de educación superior, cerca de cincuenta no logran culminar su proceso educativo y obtener la graduación (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2019). Esta situación es muy similar al promedio Latinoamericano y se constituye en un reto importante para el sistema educativo; pues impacta directamente en la eficiencia de este, especialmente en lo relacionado a su función social. Para abordar este reto se han llevado a cabo diferentes esfuerzos desde varios frentes, con la clara convicción que la calidad educativa es un tema fundamental para el desarrollo económico nacional y la deserción en este ámbito es una problemática compleja y con múltiples causas (Castaño et al., 2006; Ministerio de Educación Nacional, 2009; Tinto, 1989).

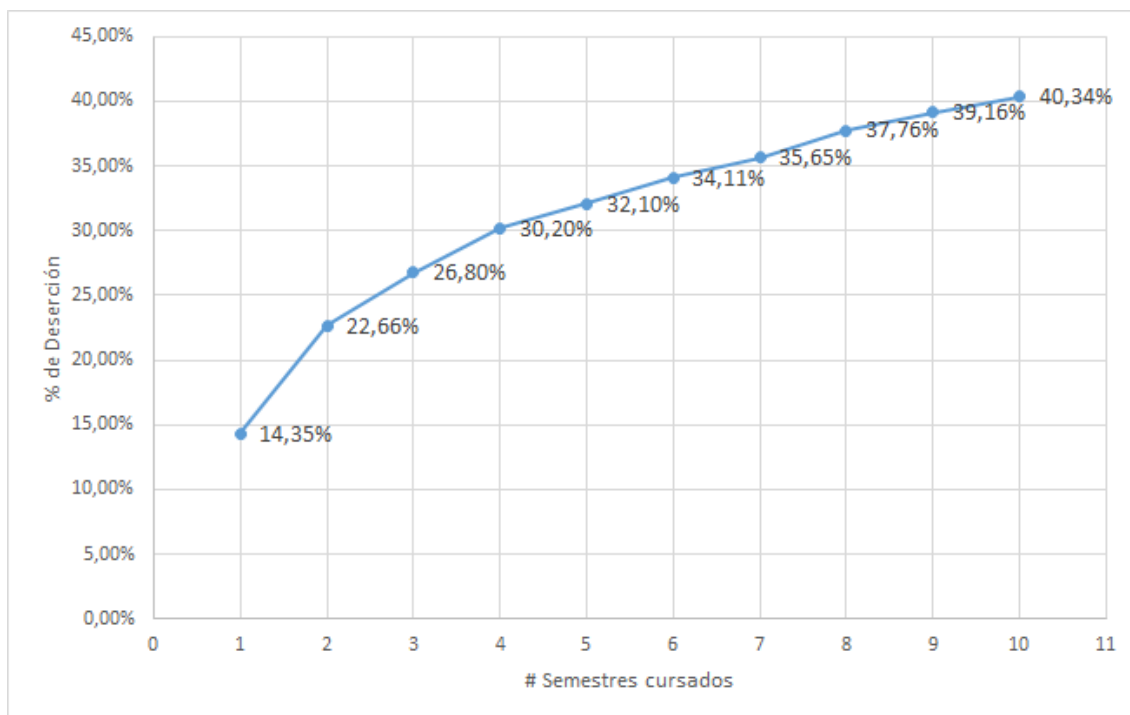
La deserción, en términos generales, supone dificultades desde múltiples actores, como son los estudiantes, sus familias, los docentes, los funcionarios de las instituciones educativas, responsables de políticas públicas, entre otros. Desde un enfoque individual, la deserción se entiende como el no cumplimiento del objetivo fijado por un estudiante al ingresar a un proceso educativo, que para el caso de la superior se relaciona con la no obtención de un título que permita soportar su idoneidad. Desde la perspectiva institucional, la deserción se relaciona directamente con el número de estudiantes que abandonan la Institución de Educación Superior (IES) sin obtener el título. Un análisis de las razones por las cuales el estudiante desiste de continuar sus estudios permite identificar tendencias, para la formulación de política pública e institucional al reconocer los factores del fracaso institucional. Finalmente, desde la perspectiva estatal o nacional, el concepto de deserción está ligado al abandono del estudiante de todo el sistema educativo, en este sentido un estudiante puede salir de una institución, pero ingresar a otra, y por tanto no se consideraría desertor (Castaño et al., 2006; Ministerio de Educación Nacional, 2009; Tinto, 1989).

En este sentido, existen dos momentos críticos en los cuales el riesgo de deserción es más importante. El primero de estos se presenta en el contacto inicial que tiene el estudiante con la IES, generalmente durante el proceso de admisión, y en muchos casos debido a la falta de información adecuada, incurriendo en la denominada deserción precoz. El segundo se presenta durante

los primeros semestres en los cuales el estudiante no logra adaptarse al ambiente universitario, debido entre otras razones a que se ha formado expectativas equivocadas sobre las condiciones de la vida estudiantil en la institución, a la ausencia de compatibilidad entre los intereses personales y las exigencias del programa universitario seleccionado, o la conclusión de que la obtención de su título universitario no es un meta personal deseable, lo cual conlleva a la deserción temprana. Los elementos determinantes ya mencionados son solo algunos de los individuales e institucionales, pero una visión más amplia de los mismos, que incluye una clasificación, se sintetiza así: individuales, académicos, institucionales y socioeconómicos (Castaño et al., 2006).

Para el caso específico del caso de estudio de la presente tesis doctoral (Universidad Santo Tomas-Seccional Bucaramanga, Colombia); los programas de ingeniería contaban en 2017-2018 con unos altos niveles de deserción, como se relaciona en la Figura 1.

Figura 1. Porcentaje de deserción vs # semestres cursados



Fuente: Tomado del sistema de información SPADIES (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2018)

En la anterior figura se observa que el porcentaje de deserción acumulado luego de diez (10) semestres es de 40.34%, donde se evidencia que cerca del 67% de ese acumulado ocurre en los primeros tres semestres, donde se concentra el ciclo básico del programa. Este resultado llevó al autor de la presente tesis doctoral a evaluar cuáles son los espacios académicos con mayor reprobación, como una de las principales razones de la deserción, encontrando el resultado mostrado en la Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores de reprobación de cursos académicos más altos en los programas de Ingenierías de la USTA-Bucaramanga.

Curso académico	Semestre	Promedio reprobación 2017-2018
CÁLCULO DIFERENCIAL	1	49%
ALGEBRA LINEAL	1	40%
CÁLCULO INTEGRAL	2	35%
CÁLCULO VECTORIAL	3	39%
ECUACIONES DIFERENCIALES	3	32%

Fuente: Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Santo Tomás- Seccional Bucaramanga en los dos semestres lectivos del año 2017-2018

Particularmente se observa que el espacio de cálculo diferencial de primer semestre es el que mayor incidencia de reprobación tiene, convirtiéndose en el objeto de intervención específico de la presente investigación.

Complementando esta información cuantitativa, el Departamento de Ciencias Básicas (Universidad Santo Tomás)¹, realizó en 2017 una valoración cualitativa de la percepción que tienen los estudiantes con bajos rendimientos en los cursos asociados a matemáticas (Universidad Santo Tomás, 2017). Esta valoración se realizó a través de una encuesta semiestructurada donde el estudiante, de forma reflexiva, indica cuáles considera que son los factores que más afectan su bajo desempeño. Se resaltan:

- Falencias en los métodos de enseñanza/aprendizaje.
- Baja motivación por las dinámicas de clase.
- Baja dedicación a las actividades propuestas en las clases y dificultad con los conocimientos previos.

Esta situación ha generado amplias discusiones a nivel internacional, como es el caso presentado por Moore (2005); donde se resalta la creación del Comité de Ciencias Matemáticas el cual reconoció la necesidad de mejorar la enseñanza de las matemáticas en los programas de pregrado. Este estamento identifica las principales debilidades de los currículos asociados al área de las matemáticas y de la forma como esta temática es enseñada. Se hace énfasis en la invitación a los miembros de las facultades de matemáticas a involucrarse en los procesos de enseñanza-aprendizaje de forma creativa, así como la incorporación en procesos de investigación para la generación de nuevo conocimiento.

En la revisión realizada por Bergenson, citada por Lizcano-Dallos (2013) se relaciona una recopilación de proyectos asociados a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, discutiendo buenas y malas prácticas de los diferentes actores del proceso educativo. Entre los aspectos de mayor relevancia encontrados se resaltan:

¹ Unidad de la universidad que lidera los procesos de formación en ciencias básicas, incluido el espacio de cálculo diferencial.

- Frecuentemente ocurre la pérdida del significado de las matemáticas y la aplicación en contexto. Se observa que gran cantidad de estudiantes consideran a las matemáticas como un proceso que se limita a la memorización.
- La linealidad y la formalidad asociada con la enseñanza de matemáticas se obtienen de los esquemas de los libros de texto y tienden a reproducir la aceptación pasiva de las matemáticas desde lo abstracto. En este tipo de procesos de pensamiento existe muy poca relación entre las actividades trabajadas y la vida diaria del estudiante. Los estudiantes aceptan la naturaleza de las matemáticas en términos correctos o incorrectos y su principal preocupación consiste en corregir las matemáticas que están incorrectas.
- Los estudiantes que abordan las soluciones de problemas matemáticos en equipos de trabajo presentan comportamientos y desarrollos de pensamiento con alta similitud a la que logran los expertos del área. Se resaltan en las conclusiones de los trabajos de investigación sobre aprendizaje cooperativo que se observan diferencias estadísticas positivas con respecto a actitudes, habilidades y comprensión de conceptos.
- El uso de ambientes basados en herramientas computacionales impacta en las actitudes de los estudiantes y la respuesta afectiva a la enseñanza de la matemática. El uso de herramientas computacionales también facilita los procesos de realimentación y autoevaluación; gracias a su dinámica y posibilidad de respuesta inmediata.

En este orden de ideas, y tomando como referencia este último postulado, se revisa como las herramientas computacionales pueden contribuir al mejoramiento de desempeño académico, motivación para el aprendizaje y en general el cumplimiento de las metas propuestas por estudiantes y docentes en el área de matemáticas.

Es desde esta perspectiva que se verificaron diferentes estrategias pedagógicas y didácticas para mejorar el proceso de la formación en matemáticas; encontrando, ampliamente en la literatura, que la lúdica apoyada en tecnología cuenta con evidencias de su aporte positivo (Connolly et al., 2012; Kebritchi et al., 2010; Nah et al., 2014; Tenorio et al., 2016; Vandercruysse et al., 2017).

Tres conceptos claves se han considerado en la presente investigación:

- Gamificación, comprendida como el uso de elementos de juego en ambientes diferentes al juego (Deterding et al., 2011b); y utilizada en muchos entornos como salud, productividad, desarrollo organizacional y el mismo campo educativo (Barata et al., 2017).
- Aprendizaje basado en juegos, o como se identifica en inglés Game-Based Learning (GBL); el cuál describe un ambiente donde el contenido de los juegos y el juego por sí mismo permite fomentar el desarrollo de habilidades, competencias y conocimiento (Bennis & Amali, 2019). El GBL utiliza actividades ludificadas para resolver problemas, establecer retos, fomentar compromiso, mejorar rendimiento; siempre orientado en campos educativos (Qian & Clark, 2016a).
- La motivación como categoría principal que orienta el desarrollo de la investigación, definida esta como la explicación de las razones que movilizan a una persona a realizar una acción específica, y el “tamaño” de

esta. La presente investigación toma como referente el modelo de diseño instruccional motivacional ARCS de J. Keller (Keller, 2010), que segmenta la motivación en mantener la Atención, fomentar la conexión de las personas a su proceso de aprendizaje a través de darle Relevancia, generar la Confianza de lograr el éxito y académico y mantener la Satisfacción del estudiante a continuar aprendiendo toda la vida.

Con estos elementos tenidos en cuenta, la presente tesis doctoral ha tenido como alcance la implementación de una estrategia pedagógica, que fundamentada en el aprendizaje basado en juegos-GBL, permita fomentar los índices de motivación de los estudiantes de matemáticas en Ingeniería; particularmente en el caso de estudio de la Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga, Colombia. El incrementar la motivación de los estudiantes propende en un mejor desempeño académico y, en un largo plazo, a disminuir la ya comentada deserción estudiantil.

Se aborda en esta investigación un importante gap o brecha en el uso de juegos en adultos (jóvenes como es el caso de los estudiantes de primer año en ingeniería); así como su aplicación en ambientes educativos en áreas muy abstractas como la matemática. También ubica el foco de revisión no solamente en el rendimiento académico o compromiso del estudiante por sí mismo al proceso educativo, sino a la motivación que estrategias didácticas innovadoras pueden generar en los escenarios de aprendizaje.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Diseñar e Implementar una estrategia pedagógica que, fundamentada en la metodología de aprendizaje basado en juegos-GBL, permita incrementar los índices de motivación de los estudiantes de primer año de matemáticas en Ingeniería de la Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga.

2.2. Objetivos Específicos

O.E.1 Identificar categorías e indicadores específicos asociados a la motivación de los estudiantes en un proceso académico, así como estrategias de intervención pedagógica, a través de la revisión del estado de arte de la metodología de aprendizaje basado en juego-GBL.

O.E.2 Determinar cuáles componentes, pedagógicos y tecnológicos, permiten diseñar una estrategia pedagógica orientada por la metodología de Aprendizaje Basado en Juegos-GBL, en el currículo de matemáticas de primer año de ingeniería.

O.E.3 Desarrollar y aplicar un conjunto de actividades educativas, soportadas en el Aprendizaje Basado en Juegos-GBL, aplicándolas a los cursos de matemáticas de primer año de ingeniería.

O.E.4 Evaluar el aporte de la estrategia didáctica con relación a la motivación de los estudiantes de los cursos de matemáticas de primer año de ingeniería.

3. COMPENDIO DE ARTÍCULOS

Para presentar el desarrollo y resultados de esta tesis, se ha recurrido a la realización de un *compendio de publicaciones*²; con las cuales se evidencia el cumplimiento de los objetivos. Las referencias bibliográficas de dichas publicaciones se presentan a continuación:

Artículo I: Zabala-Vargas, S., Ardila-Segovia, D., Garcia-Mora, L., & de-Benito, B. (2020). Aprendizaje Basado en Juegos (GBL) aplicado a la Enseñanza de la Matemática en Educación Superior: Una revisión Sistemática de Literatura.”. *Formación Universitaria*, 13(1), 13–26. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000100013>

Artículo II: Zabala-Vargas, S., de-Benito, B., Darder-Mesquida, A., Arciniegas-Hernández, E., Reina-Medrano, J., & García-Mora, L. (2021). Strengthening motivation in the mathematical engineering teaching processes- A proposal from gamification and game-based learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(6), 4–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3991/ijet.v16i06.16163>

Artículo III: Zabala-Vargas, S. A., García-Mora, L., Arciniegas-Hernández, E., Reina-Medrano, J., de Benito-Crosetti, B., & Darder-Mésquida, A. (2022). Didactic Strategy Mediated by Games in the Teaching of Mathematics in First-Year Engineering Students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(2), em2082. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11707>

Capítulo de libro de investigación I: Zabala-Vargas, S., García-Mora, L., & de-Benito, B. (2019). Estrategia pedagógica con aprendizaje basado en juegos-GBL, para fomentar la motivación en el área de matemáticas en ingeniería. In *Estrategias didácticas para la innovación en la sociedad del conocimiento* (1st ed., pp. 168–190). Corporación CIMTED. <http://memoriascimted.com/libros/>.

Ponencia I: Zabala-Vargas, S., García-Mora, L., & de-Benito, B. (2019). Estrategia pedagógica con aprendizaje basado en juegos-GBL, para fomentar la motivación en el área de matemáticas en ingeniería. XV Congreso Internacional Sobre El Enfoque Basado En Competencias “Modernización e Innovación En La Educación” - CIEBC 2019, 92–94. <http://memoriascimted.com/wp-content/uploads/2019/05/memorias-16-CIEBC2019.pdf>

Ponencia II: Zabala-Vargas, S. A., Garcia-Mora, L., de-Benito, B., & Ardila-Segovia, D. (2019). Motivation increases of mathematics students in Engineering – A proposal from Game Based Learning. V Simposio ICACIT 2019, 1–6. <http://icacit.org.pe/simposio/>.

Ponencia III: Zabala-Vargas, S., Garcia-Mora, L., de-Benito, B., Darder-Mesquida, A., Arciniegas-Hernández, E., Reina-Medrano, J., & Ardila-Segovia, D. (2019). Incremento de la motivación en estudiantes de matemáticas en ingeniería - Una propuesta desde el aprendizaje basado en juegos. In *Pontificia*

² Según los Criterios de formato de la tesis doctoral en la Universitat de les Illes Balears, para el programa de Doctorado en Tecnología Educativa, debe contar con mínimo 3 Artículos publicados o aceptados para su publicación en revistas científicas del “grupo A” o “grupo de excelencia” según la clasificación del CIRC, o en revistas del JCR, SCOPUS, o ERIH.

Universidad Católica del Perú (Ed.), XXII Congreso internacional EDUTECH - Tecnología e innovación para la diversidad y calidad de los aprendizajes 2019 (pp. 550–567). <https://files.pucp.education/facultad/educacion/wp-content/uploads/2020/04/01130128/LIBRO-PONENCIAS-XXII-CONGRESO-EDUTECH-2019.pdf>

Ponencia IV: Zabala-Vargas, S., Garcia-Mora, L., Reina-Medrano, J., & Arciniegas-Hernández, E. (2020). Concepciones y prácticas docentes sobre la enseñanza de matemáticas en ingenierías apoyada con una estrategia GBL. In CIMTED (Ed.), Memorias X Congreso internacional sobre formación en ciencia, tecnología y competencias- CIFCOM2020. <https://cifcom.com/>

En la Tabla 2 se realiza un cruce, para facilitar la revisión, entre los objetivos propuestos (que se presentan formalmente en el capítulo 2 de este documento), y las publicaciones antes citadas.

Tabla 2. Relación de las publicaciones con los objetivos específicos

Objetivo específico	Artículos			Capítulo de libro	Ponencias			
	I	II	III	I	I	II	III	IV ³
OE1	X							
OE2	X						X	X
OE3		X	X	X	X	X	X	
OE4		X	X	X		X	X	

De otra parte, respecto a la organización del documento en el capítulo 2 se relacionan los objetivos, general y específicos, de la tesis doctoral. La metodología llevada a cabo (de forma general) se describe en el capítulo 3, junto al enfoque seleccionado, la población intervenida, los instrumentos utilizados, las fases ejecutadas y el cronograma de la propuesta.

En el capítulo 4 se relacionan las ocho (8) publicaciones realizadas: tres artículos en revistas indexadas, cuatro comunicaciones o ponencias en conferencias y un capítulo de libro de investigación. La discusión general que da resultado del desarrollo de la tesis se presenta en el capítulo 5, dejando claro que cada publicación cuenta con una revisión específica.

En el capítulo 6 son descritas las limitaciones y principales recomendaciones del autor, para posteriormente presentar las conclusiones en el capítulo 7.

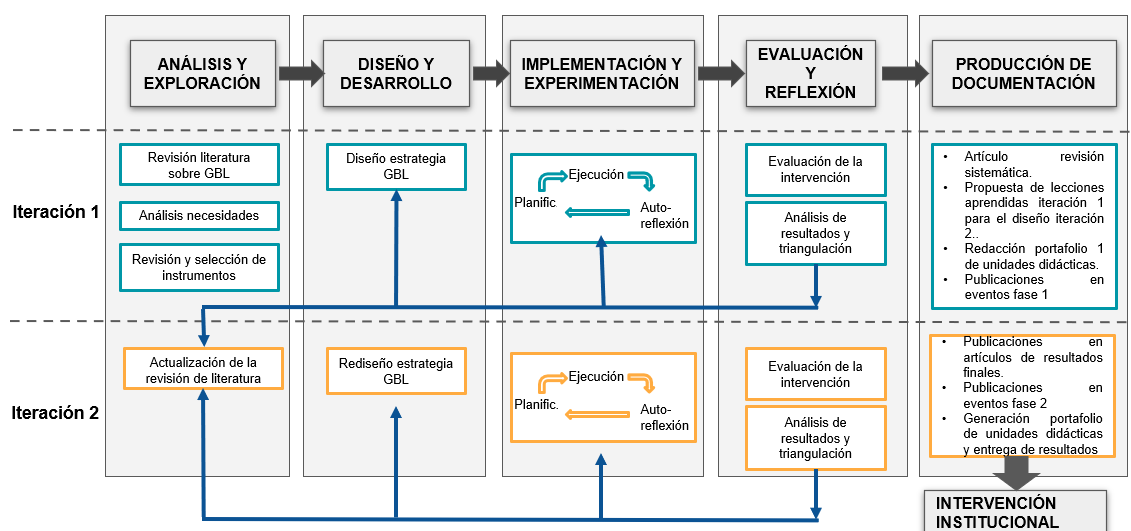
³ La cuarta ponencia se enfoca en la revisión de las concepciones de los docentes en la enseñanza de la matemática, que apoyó también el diseño de las unidades didácticas aplicadas a los estudiantes.

4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La tesis doctoral se fundamenta en una propuesta de intervención educativa hacia el mejoramiento de las prácticas pedagógicas y didácticas, mediada por estrategias basadas en el uso de los juegos como dinamizadores del proceso de aprendizaje. En este sentido, el enfoque metodológico se basa en la investigación basada en el diseño (IBD), presentada por (de-Benito & Salinas, 2016); y la cual es conceptualizada como la investigación básica inspirada en el uso. Esta aproximación metodológica tiene, entre sus principales características, que: se centran en amplios problemas complejos, implica colaboración intensiva entre investigadores y practicantes, integrando principios de diseño reconocidos con las potencialidades tecnológicas, entre otras (Brown, 1992; de-Benito & Salinas, 2016; Reeves, 2006).

Para el caso específico del proyecto, la estrategia cuenta con cinco fases y dos iteraciones⁴; como se muestra en la Figura 2. En la sección del procedimiento se detallará aún más esta estructura.

Figura 2. Ciclo de dos iteraciones IBD adaptada al proyecto



Fuente: Adaptado de (de-Benito & Salinas Ibáñez, 2016)

Particularmente la tesis doctoral ha incorporado la IBD desde un enfoque mixto. Desde lo cuantitativo midiendo la interrelación e impacto de la estrategia didáctica basada en juegos en la motivación (dimensiones de atención, confianza, relevancia y satisfacción del modelo ARCS) del estudiante, utilizando la adaptación del Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) de (Keller, 2010). Desde la perspectiva cualitativa, el uso de Grupo Focal con estudiantes participantes de la intervención; para el registro y análisis categorial también desde las dimensiones del modelo ARCS. A continuación, se detallada con suficiencia esta estrategia. Finalmente, para el diseño instruccional se recurre al formato Canvas de Gamificación, adaptado de lo propuesto por el Instituto

⁴ La propuesta cuenta, como se cita en el artículo II- *Strengthening Motivation in the Mathematical Engineering Teaching Processes – A Proposal from Gamification and Game-Based Learning*; con una iteración inicial (iteración 0), utilizada como piloto para calibrar los diseños iniciales.

Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2015)

Mediante la aplicación de esta metodología de investigación se pretende dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Qué características debe tener una estrategia didáctica de aprendizaje basado en juegos, para favorecer la motivación y mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de primer curso de primer año de matemáticas en Ingeniería de la Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga?

4.1. Categoría de la intervención

Para la identificación de los aspectos de interés en el proyecto, según la orientación de la IBD, esto va más allá de la operacionalización y descripción de variables; y es por esto por lo que en este documento se presentarán elementos iniciales que serán precisados en el desarrollo de cada una de las publicaciones. En este caso más que citar el concepto de variables se ha utilizado la noción de categoría, entendida esta como un término o expresión que describa el contenido o idea general en un contexto (Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres, 2018).

Basado en el conjunto de determinantes de la deserción presentados en (Castaño et al., 2006; Ministerio de Educación Nacional, 2009; Tinto, 1989), los postulados del aprendizaje significativo y sus complementos (Ausubel et al., 2009; Moreira, 2000; Novak, 1998) y los factores que afectan la motivación de los estudiantes (Galbis Córdova et al., 2017; Keller, 2010); se proponen como aspectos de interés para la observación (salida) en el proyecto la siguiente: *Motivación de los estudiantes en los cursos de matemáticas en ingeniería.*

Se espera que al fomentar la motivación en los estudiantes se logre el mejoramiento en el desempeño académico de los estudiantes en el marco del aprendizaje de las matemáticas (Turel & Ozer Sanal, 2018; Vandercruysse et al., 2017; Yildirim, 2017). No obstante, esta categoría se registra como impacto (posterior a la finalización de este) y no se considera como variable de salida de la investigación.

Finalmente, como estrategia didáctica para la intervención pedagógica se propone la incorporación de dinámicas pedagógicas y herramientas tecnológicas, fundamentadas en los juegos, en el currículo de cursos específicos de matemáticas en ingeniería. La descripción del fenómeno, tanto en mediciones cuantitativas como en la percepción cualitativa del mismo, es pieza fundamental en la investigación.

4.2. Participantes

Los participantes asociados al proyecto fueron los estudiantes de los cursos asociados a matemáticas (particularmente cálculo diferencial) de primer año de ingeniería⁵ de la Universidad Santo Tomás- Seccional Bucaramanga. Se contó con 106 participantes distribuidos así: iteración 0 (piloto) =25, iteración 1= 26 e iteración 2=55. La edad de los participantes oscila entre 17 y 22 años. La iteración 0 se realizó en 2018-I, la iteración 1 en 2018-II y la iteración 2 en 2019-I. La asignación de los grupos no es aleatoria y se realiza por el Departamento

⁵ Los programas de ingeniería de la institución son: Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería de Telecomunicaciones, Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial e Ingeniería Ambiental.

de Ciencias Básicas al organizar cada curso. No existió grupo de control en la experiencia llevada a cabo en esta tesis doctoral.

Todos los participantes de la intervención realizaron el registro de formatos de consentimiento y asentimiento informado (según los protocolos éticos de la Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga). Estos formatos son presentados en la sección de anexos.

Finalmente, se propuso una medición cualitativa adicional con tres docentes que implementaron la estrategia propuesta (utilizando GBL), a través de una entrevista semiestructurada y su posterior análisis. Estos resultados son los presentados en la Ponencia IV y apoyan en la validación de la propuesta (O.E.4). Estos docentes fueron parte del proceso iterativo de intervención.

4.3. Procedimiento (Fases)

Como procedimiento de la presente investigación, se propusieron las cinco fases mostradas en la Figura 2; y que en general se enmarcan con las recomendaciones teóricas y procedimentales de la Investigación Basada en Diseño (de-Benito & Salinas, 2016; McKenney & Reeves, 2018). Las fases ejecutadas fueron:

Fase 1. Análisis y exploración de la situación

Iteración 1

A1.1 Recopilación y análisis de la literatura sobre GBL (incluido el concepto de gamificación), a partir de una revisión sistemática de la literatura (Petticrew & Roberts, 2006).

A1.2 Análisis de necesidades, a partir de establecer puntos críticos del currículo como áreas temáticas, perfiles de los estudiantes, resultados de aprendizaje esperados; entre otros. La iteración 0 (piloto) permitió determinar el listado de necesidades como línea base.

A1.3 Adaptación y/o adopción de los instrumentos para el desarrollo de la investigación. IMMS (cuantitativo), grupo focal (cualitativo) y Canvas (diseño instruccional).

Iteración 2

B1.1 Actualización de la revisión de literatura, principalmente el marco conceptual y teórico de la propuesta.

Fase 2. Diseño y desarrollo de la estrategia basado en la fundamentación teórica.

Iteración 1

A2.1 Revisión de estrategias didácticas basadas en juegos, aplicable a la enseñanza de la matemática en ingeniería; consolidando portafolio inicial de actividades.

A2.2 Identificación y selección de herramientas tecnológicas, objetos virtuales de aprendizaje, herramientas hardware, elementos multimediales, y en general juegos; que actúen como los artefactos en el diseño de las intervenciones.

A2.3 Diseño de las unidades didácticas (portafolio 1) asociadas a los diferentes momentos en el currículo del curso de cálculo diferencial, basadas en la incorporación de juegos como estrategia pedagógica.

Iteración 2

B2.1 Rediseño de las unidades didácticas a partir de los procesos de evaluación y reflexión realizados, generando la versión final del portafolio (Anexo 9.1).

Fase 3. Implementación y experimentación

Iteración 1 y 2

AB3.1 Planeación de las intervenciones. Selección de los grupos para intervenir, sensibilización y capacitación con los docentes, gestión administrativa, ajustes tecno-pedagógicos y determinación del calendario específico de trabajo.

AB3.2 Ejecución y desarrollo de cada intervención con la población objeto seleccionada. Esto se llevó a cabo en segundo semestre de 2018 (iteración 0 o piloto), primer semestre de 2019 (iteración 1) y segundo semestre de 2019 (iteración 2).

AB3.3 Autorreflexión y análisis con el equipo de trabajo (docentes y coinvestigadores de la iniciativa).

Fase 4. Evaluación y reflexión

Iteración 1

A4.1 Evaluación de la iteración 1 a través de la aplicación de los instrumentos adaptados (cualitativos y cuantitativos).

A4.2 Análisis de resultados iteración 1 y triangulación de la información.

Iteración 2

B4.1 Evaluación de la iteración 2 a través de la aplicación de los instrumentos adaptados (cualitativos y cuantitativos).

B4.2 Comparación de resultados entre la iteración 1 y la iteración 2.

B4.3 Análisis de resultados conjuntos (iteración 1 y 2) y triangulación de la información.

B4.4 Generación de discusión y conclusiones de la propuesta.

Fase 5. Producción de documentación

Iteración 1

A5.1 Redacción y publicación de un primer artículo científico asociado a revisión sistemática de la literatura.

A5.2 Propuesta de lecciones aprendidas de la iteración 1 para mejorar el diseño hacia la segunda intervención.

A5.3 Redacción de portafolio 1 de unidades didácticas para la formación del cálculo diferencial aplicando GBL.

A5.4 Publicación en eventos científicos de comunicaciones asociadas a la iteración 1.

Iteración 2

B5.1 Redacción y publicación de un segundo artículo científico asociado a los resultados cuantitativos de la investigación.

B5.2 Redacción y publicación de un tercer artículo científico asociado a los resultados cualitativos de la investigación.

B5.3 Propuesta de lecciones aprendidas de la intervención completa como memorias para los docentes de la Universidad Santo Tomás.

B5.4 Redacción de portafolio 2 (final) de unidades didácticas para la formación del cálculo diferencial aplicando GBL; presentado en el Anexo 9.1

B5.5 Publicación en eventos científicos de comunicaciones asociadas a la iteración 2.

4.4. Instrumentos de recolección de datos

Como ya se comentó, la tesis doctoral desarrolla una Investigación Basada en Diseño, con una ruta o enfoque de investigación mixto. Los principales instrumentos utilizados se relacionan a continuación:

- SIMMS (Synthesized Instructional Materials Motivation Survey):

Desde lo cuantitativo, se ha recurrido a la adaptación del Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) propuesto por Keller (2010) y validado en experiencias como las relacionadas en (Castaño et al., 2015; Cheng & Su, 2012; Galbis Córdova et al., 2017; Lorbach et al., 2015). La propuesta original cuenta con 36 preguntas distribuidas así: 12 en Atención, 9 en Relevancia, 9 en Confianza y 6 en Satisfacción.

Para el caso del proyecto, y siguiendo lo propuesto en Di Serio et al. (2013) y Lorbach et al. (2015), se realizó la adaptación a una versión sintetizada que cuenta con 17 preguntas (5 en Atención, 4 en Relevancia, 4 en Satisfacción y 4 en Confianza). Este ajuste permitió adaptar el instrumento al contexto específico. El SIMMS permite medir la percepción de los estudiantes hacia las cuatro dimensiones del modelo ARCS, a través de una escala Likert de 5 niveles. El instrumento se presenta en Anexo 9.5.1, acompañado de cuatro preguntas adicionales utilizadas para observar en la misma población los niveles de trabajo colaborativo.

- Grupo focal:

Desde la perspectiva cualitativa, y con una clara orientación a observar los niveles de motivación de los estudiantes sobre el proceso educativo (bajo modelo ARCS); se realiza un instrumento de grupo focal. En este ejercicio la revisión de actitudes (Barr, 2018) y de percepción del uso del juego (Aldemir et al., 2018), se convierten en pieza clave. Se organizaron grupos focales como subgrupos de los cursos de cálculo diferencial (iteración 1 y 2), contando con 8 a 10 estudiantes por grupo. Se propuso una pregunta por cada dimensión (Atención, Confianza, Relevancia y Satisfacción) y tres preguntas transversales (sobre actitudes, aspectos relevantes y valoración global del ejercicio). El instrumento se presenta en el Anexo 9.5.2.

Finalmente, para el análisis de estos grupos focales se consideró el modelo Keyword in Context- KWIC presentado en Glaser (1992). La fuente de los datos fue una transcripción literal de cada grupo focal que fue registrado en video. Un

análisis de elementos emergentes fue realizado, considerando también a los disidentes (miembros que no están de acuerdo con la mayoría del grupo).

- Herramienta de diseño instruccional – CANVAS

Los conceptos generales para el diseño instruccional, utilizando aprendizaje basado en juegos y con orientación hacia el fomento de la motivación, se encuentran muy bien descritos en la literatura ya presentada (Connolly et al., 2012; Deterding et al., 2010.; Di Serio et al., 2013; Galbis Córdova et al., 2017; Keller, 2010; Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2018).

Ahora bien, como instrumento específico para el registro de cada unidad didáctica se utiliza el esquema llamado Canvas de Gamificación, presentado por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (2015). Este instrumento cuenta con nueve campos:

- Objetivo: Se relacionan los objetivos de la estrategia didáctica.
- Perfil de Jugadores: Propuesto para determinar quiénes son los participantes, que intereses tiene, sus gustos, que esperan de la clase.
- Comportamientos esperados: Describe los comportamientos y acciones que se esperan de los alumnos, y lo que se espera mejorar.
- Componentes: Se relacionan los principales componentes a utilizar, como logros, avatares, medallas, regalos, tablas de líderes, misiones, combates, entre otros.
- Mecánica: Establece que elementos de la mecánica del juego se utilizan. Ejemplos aquí se encuentran los retos, el azar, la competencia, la cooperación, los turnos, las condiciones del juego, entre otros.
- Dinámica: Describe las reglas y el paso a paso del juego. Se debe incluir la narrativa, el progreso, las restricciones, etc.
- Gestión: Relaciona la forma como se hará seguimiento al juego, las formas de monitorear el avance, las plataformas de apoyo y cómo los alumnos estarán al tanto de su progreso.
- Riegos potenciales: Detalla qué riesgos se puede encontrar en el proceso de implementación, particularmente asociados a comportamientos, actitudes o resultados.
- Estética: Relaciona los elementos visuales (identidad) y estética de la estrategia.

Este instrumento se presenta en el Anexo 9.5.3.

4.5. Análisis de Datos

El análisis de datos para la presente tesis doctoral se presenta en cada una de las publicaciones relacionadas, sin embargo, es posible sintetizar:

- Para la revisión de literatura y estado de arte, se utiliza una estrategia de análisis de datos basada en la verificación de calidad de los registros y en la generación del análisis categorial; motivado por las preguntas de investigación formuladas. Se detalla esta información en el Artículo I- Aprendizaje Basado en Juegos (GBL) aplicado a la Enseñanza de la Matemática en Educación Superior: Una revisión Sistemática de Literatura.

La propuesta llevada a cabo no se limita solamente al análisis bibliométrico (históricos de registros, análisis de países, autores, filiaciones con mayor

producción, entre otros); sino también en la evaluación de calidad y un proceso heurístico detallado.

- Para analizar los resultados del SIMMS, incluidos los elementos de colaboración, se utilizó un análisis de frecuencia de respuesta (según la escala Likert) para conocer cuál es la moda de las respuestas. Con estos se hizo inferencia de la importancia de cada dimensión del modelo ARCS al momento de realizar las intervenciones (iteraciones). Se utilizó el Coeficiente de correlación de Pearson, para observar el grado de relación entre las dimensiones del modelo ARCS (incluido el trabajo colaborativo). Estos análisis son presentados con detalle en Artículo II - Strengthening motivation in the mathematical engineering teaching processes- A proposal from gamification and game-based learning. Vale la pena citar que en dicho artículo también se relaciona una curva de reducción de deserción, que permite empezar a estimar el impacto de la propuesta en esta variable.
- Para analizar los resultados del conjunto de grupos focales, se realizó la tabulación de las respuestas de los estudiantes, y se utilizó el software Atlas.ti para generar nubes de palabras, frecuencias de aparición; lo cual facilitó la categorización de los resultados. Esto permitió generar discusión sobre cada una de las categorías del modelo ARCS, así como del impacto global de la estrategia. Este análisis se presenta con detalle en el Artículo III- Didactic Strategy Mediated by Games in the Teaching of Mathematics in First-Year Engineering Students.

5. MARCO REFERENCIA DEL PROYECTO

En esta sección se relacionan algunos elementos fundamentales para comprender el desarrollo de la propuesta. Si bien cada artículo, ponencia o capítulo de libro publicado, cuenta con su respectivo apartado conceptual y referencial; este espacio se considera para facilitar al lector el seguimiento de la temática.

5.1. Aprendizaje Basado en Juego – GBL

Uno de los ejes principales de la presente investigación es, sin lugar a duda, el Aprendizaje Basado en Juego – GBL. Para definir este concepto es importante abordar varias teorías que ofrecen una aproximación a su definición.

El GBL, en términos sencillos, se entiende como el uso de juegos (y su diseño) en ambientes y con intencionalidades educativas. Steiner, Kickmeier-Rust, & Albert (2009) manifiestan en su artículo que la idea central del aprendizaje basado en juegos es utilizar al menos parte del tiempo que las personas dedican a jugar juegos de computadora para propósitos educativos. Reyes (2016) indica que entre las principales características del GBL se encuentra: Uso de los videojuegos con fines didácticos, que dichos juegos tienen un objetivo de aprendizaje específico, que en muchos casos el solo jugar es gratificante, el contenido se adapta a la estructura del juego, puede promover el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo, entre otros aspectos. Según, Gamelearn (2014) el Aprendizaje basado en juegos – GBL, se refiere al área cognitiva del producto, a su apariencia y a su atractivo visual, es decir, es la técnica utilizada en formación en la cual los contenidos teóricos son presentados por medio de un videojuego.

Por su parte, Kapp (2012) el GBL facilita el aprendizaje por asentarse sobre el juego: el proceso se sigue más fácilmente mientras se asimilan los conceptos, ya que el juego crea un entorno virtual que recrea situaciones propias de la realidad (simuladores) y de esta forma los usuarios (alumnos) aprenden a desenvolverse en un contexto sin riesgo, pero con normas, interactividad y feedback. Aún más, para Chen & Wang (2009) el aprendizaje basado en juegos generalmente se considera como un medio eficaz para permitir que los alumnos construyan conocimiento jugando, mantengan una mayor motivación y apliquen el conocimiento adquirido para resolver problemas de la vida real. Por lo tanto, el aprendizaje basado en juegos se convierte en un método prometedor para proporcionar situaciones de aprendizaje altamente motivadoras a los aprendices.

La investigación presentada en Romero et al. (2016) argumenta, a partir de casos de éxito, el uso del aprendizaje basado en juegos a través de la vida, mostrando que el uso de actividades didácticas (juego principalmente) puede ser aplicado con eficacia en diferentes edades. Se destaca el proceso creativo que parte desde la ideación, pasando por la generación de conceptos a partir de estas ideas, el desarrollo de diseños detallados y la construcción de prototipos jugables. Esto puede aplicar tanto con herramientas digitales como con aquellas no digitales.

La elección de los juegos en los procesos pedagógicos genera un reto importante para los docentes. Es en este punto que es fundamental tener claros los elementos más importantes del juego en el contexto del aprendizaje. Becker (

2017) expone que el aprendizaje basado en juegos tiene cuatro grandes pilares, presentados en la Figura 3. Entre estos se destaca

- Jugabilidad y estética, es decir cómo es el juego, que tan divertido es, que tan usable es; en otras palabras, es garantizar el medio educativo ludificado con todos los elementos de un juego.
- Contenido educativo, ósea el pilar que aborda la componente del aprendizaje. Definir los objetivos educativos, los materiales que apoyan, las estrategias que se deben ejecutar; hacen parte de este pilar.
- El apoyo al maestro, comprendido desde la perspectiva de la calidad y cantidad de material que existe del juego disponible para que los docentes lo puedan utilizar. Es clave que exista este apoyo para que las estrategias pedagógicas GBL se puedan ejecutar con la menor incertidumbre posible.
- Equilibrio, entendido como el balance entre los diferentes elementos de aprendizaje para lograr la ejecución de propuesta ludificadas en contextos reales.

Figura 3. Los cuatro pilares del aprendizaje basado en juegos



En síntesis, a través de una combinación del uso del juego, incluido el artefacto (juego digital o no digital), la resolución de problemas, los retos de aprendizaje, entre otros; es posible fomentar el compromiso, motivación y en general el desempeño de los estudiantes en procesos educativos.

5.2. Gamificación

Es importante diferenciar el GBL de otros conceptos que se articular de forma directa con este, pero que tienen aproximaciones conceptuales complementarias, o en otros casos diferentes.

La gamificación, se comprende como “El uso de elementos de diseño de juegos en contextos distintos del juego” (Deterding et al., 2011). Es decir, la articulación

de elementos diversos (narrativas, tiempo, realimentación inmediata, uso de premios, entre otros) en los contextos educativos. La gamificación, como se cita en Gamelearn (2014), fomenta la competencia y la colaboración entre los estudiantes.

Este término de la gamificación, sobre todo en su origen anglosajón, busca diferenciar los términos *playing (paidia)* y el término *gaming (ludus)*. El primero de estos se propone, como indica Caillois (1961) citado por Matallaoui et al. (2016), en una acción libre, es decir no basada en reglas; mientras que el segundo representa una forma de juego basado en reglas y orientada a objetivos. Es así que la gamificación se caracteriza por tener claramente los objetivos y metas establecidos, por contar con reglas definidas que representan límites de cómo lograr los objetivos; un sistema de retroalimentación constante que garantice a los participantes el cumplimiento de las metas y el libre albedrío o decisión de participar en el juego (Matallaoui et al., 2016).

En el mismo sentido, Zichermann y Cunningham (2011), definen el concepto de gamificación como “un proceso relacionado con el pensamiento del jugador y las técnicas de juego para atraer a los usuarios y resolver problemas”. Por su parte Kapp (2012) señala que la gamificación es “la utilización de mecanismos, la estética y el uso del pensamiento, para atraer a las personas, incitar a la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas”.

Para el diseño de experiencias de gamificación es importante considerar que el juego sea bien planificado, con estrategias que fomenten la inmersión y el significado del aprendizaje. Esto conecta bien con una crítica, que se considera más un aspecto relevante en el diseño, y es garantizar una correcta planificación de la estrategia, que afecte la pérdida de interés a largo plazo (Furdu et al., 2017).

Entre los elementos que se resaltan para la gamificación se encuentran: 1-) Metas y objetivos, 2-) Reglas, 3-) Narrativa, 4-) Libertad de elegir, 5-) Libertad para equivocarse, 6-) Recompensas, 7-) Retroalimentación, 8-) Estatus visible, 9-) Cooperación y competencia, 10-) Restricción de tiempo, 11-) Progreso y 12-) Sorpresa (Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2018).

En la literatura se encuentra ampliamente difundido los efectos de la gamificación. Algunos autores resaltan el potencial que esta tienen para generar estados mentales de autoeficacia y fomento del flujo (Csikszentmihalyi & Csikszentmihaly, 1990), motivar emociones positivas o negativas (Russ & Schafer, 2006), generar sentido de pertenencia a un grupo y fomentar la equidad (Sutton-Smith, 2009). Fomentar la creatividad, el pensamiento divergente, el aprendizaje, el compromiso de grupo, la lealtad, motivación y la responsabilidad; son otros efectos importantes de la implementación de estrategias de gamificación en el aula (Robra-Bissantz & Lattemann, 2017).

Es en este sentido, que la combinación entre gamificación y GBL es muy común en la literatura académica sobre el tema de los juegos, así como conceptos adicionales como juegos persuasivos (Bogost, 2007; Visch et al, 2013) y juegos serios (Loh et al, 2015; Sawyer, 2009). Sobre estos últimos dos conceptos no se realiza énfasis en el desarrollo de la presente tesis doctoral.

5.3. Motivación

La motivación es un elemento clave al momento de considerar procesos educativos mediados por juegos, ya que estos permiten fortalecer experiencias llamativas para generar lo que algunos autores denominan comportamientos deseables (Kapp,2012).

Es en este sentido que la motivación es uno de los factores más importantes que afectan la intensidad y dirección del comportamiento humano (Keller,2010); convirtiéndose entonces en un proceso que inicia y mantiene la conducta hacia una meta específica (Firat et al., 2018). Se destaca la motivación intrínseca, es decir al interés de realizar acciones de interés y disfrute inherente (sin depender de fuentes externas) y la motivación extrínseca, asociada a la realización de tareas vinculadas a premios o recompensas (Deci & Ryan, 2020). La mayoría de los modelos de aprendizaje asociados a la motivación contemplan ambos tipos, y el uso de juegos aprovecha sus características.

Es aquí, donde los modelos y teorías asociadas a la motivación, toman importancia. Existen diferentes propuestas en este sentido, tanto en la descripción de las necesidades de las personas como en la respuesta que se dan a estas. Entre las más relevantes (no necesariamente las únicas) se encuentra:

- Teoría de las necesidades de Maslow (Maslow, 1943): conocida también como la Teoría de la motivación humana, propone jerarquizar las necesidades y factores que motivan a los individuos en diferentes niveles o categorías. Esta propuesta tiene una alta relación con la importancia de la supervivencia y la satisfacción de necesidades (Colvin & Rutland, 2008). Las categorías propuestas son: 1-) Fisiológicas, 2-) de Seguridad, 3-) de Amor, afecto y pertenencia, 4-) de Estima y 5-) de Autorrealización. Maslow planteó estas necesidades en un esquema piramidal, por lo cual también se reconoce como la pirámide de Maslow.
- Teoría de ERG de Alderfer (Alderfer, 1969): se considera como una propuesta que combina la teoría de Maslow previamente citada, con una agrupación de necesidades en otros conjuntos. La sigla ERG representa los conceptos de Existencia (necesidades básicas y materiales para factores externos), Relación (necesidades sociales y de aceptación, para satisfacer relaciones interpersonales) y Crecimiento (asociado al desarrollo personal para el cumplimiento de objetivos y el fomento de la autoestima) (Trechera, 2005).
- Teoría de las necesidades de McClelland (McClelland et al., 1953). : esta teoría apunta a que existen tres motivaciones particularmente importantes para una persona: la necesidad de logro, la de afiliación y la de poder . Estas predisponen a las personas a comportarse de formas específicas, y son consideradas como motivaciones sociales que se aprenden de manera inconsciente. Es interesante revisar en esta teoría que las recompensas que sucede a una conducta ayudan a reforzarla, y que en un ambiente propicio se puede fomentar hábitos y comportamientos orientados a la consecución de logros.
- Teoría de las expectativas de Vroom (Vroom, 1964): considera que las personas se motivan a llevar a cabo acciones y a comprometerse con

estas, si comprenden su valor y están seguras de que aportará a su crecimiento. En síntesis, que el esfuerzo en una actividad (que puede estar asociado al aprendizaje) ha valido la pena (Trechera, 2005). Esta teoría segmenta tres variables: valencia, instrumentalidad y expectativas.

- Teoría de expectativa-valor, propuesta por Atkinson (Atkinson, 1964): esta teoría establece que la intención de realizar una acción o actividad está determinada por las expectativas que tienen las personas en alcanzar un incentivo y el valor otorgado a dicho incentivo.

Estas teorías proponen marcos de referencia de interés para la presente tesis doctoral, las cuales se concretan en el diseño instruccional basado en la motivación que se expone en la siguiente sección.

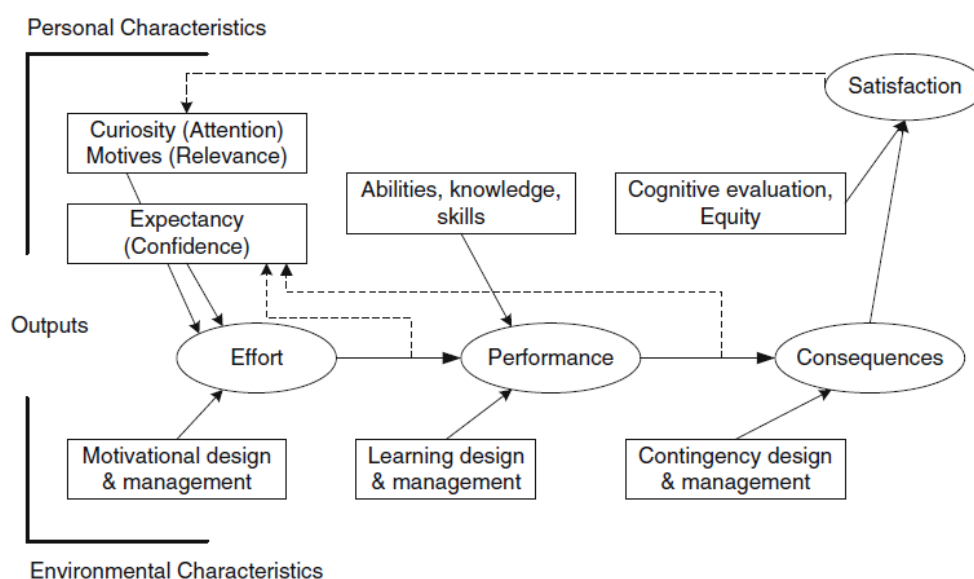
5.4. Diseño instruccional basado en la motivación- Modelo ARCS

El diseño instruccional propuesto por Jhon Keller (Keller,2010), se fundamenta en varios preceptos presentados en las teorías de la sección anterior, principalmente en el manejo de expectativa-valor. El modelo ARCS (Atención-Relevancia, Confianza y Satisfacción), más que convertirse en una nueva teoría; orienta al diseño de ambientes educativos que fomentan la motivación.

La motivación para Keller se define como aquel elemento que explica la dirección y la magnitud del comportamiento o, en otras palabras, explica qué objetivos las personas eligen perseguir y cuán intensamente los persiguen (Keller, 2010). Este modelo tiene como objetivo motivar a las personas a aprender a través de estrategias, principios, procesos y técnicas para estimular y mantener el objetivo orientado al comportamiento de los alumnos.

En la Figura 4 se presenta el esquema general de diseño propuesto en el modelo ARCS. Este se segmenta desde las características personales y las características ambientales. La atención, relevancia y confianza son propias del proceso de aprendizaje, mientras que la satisfacción se proyecta para continuar aprendiendo en el futuro.

Figura 4. Modelo de diseño instruccional ARCS de Keller



Fuente: Tomado de (Keller, 2010)

Para precisar aún más el aspecto conceptual, la Tabla 3 relaciona las principales características de cada dimensión o categoría del modelo ARCS.

Tabla 3. Síntesis de las dimensiones o categorías del modelo ARCS

Dimensión / categoría	Breve descripción	Meta	Preguntas claves
Atención	Contiene las variables relacionadas con estimular y mantener la curiosidad e interés del alumno.	Capturar el interés de los estudiantes, estimulando su curiosidad al aprender.	¿Cómo puedo yo hacer que esta experiencia de aprendizaje sea estimulante e interesante?
Relevancia	El estudiante se convence que el proceso de formación es importante para él.	Satisfacer las necesidades personales/objetivos del alumno para contar con una actividad positiva.	¿De qué manera la experiencia educativa será valiosa para mis alumnos?
Confianza	El estudiante puede tener poca o demasiada confianza en lograr el éxito en el proceso (considerar	Ayudar a los alumnos a creer y sentir que tendrán éxito y que lo podrán controlar.	¿Cómo puedo a través de instrucciones claras ayudar a los estudiantes a tener éxito y permitir controlarlo?

	ambas posibilidades).		
Satisfacción	A.R.C establecen alumnos motivados a aprender. La satisfacción fomenta el deseo a seguir aprendiendo.	Logro de refuerzo con recompensas intrínsecas o extrínsecas.	¿Qué puedo hacer para ayudar al estudiante que se sienta bien en su proceso y desee seguir aprendiendo?

Fuente: Adaptado (Keller, 2010)

Con estas dimensiones conceptualmente establecidas, el proceso del diseño instruccional responde a orientaciones particulares del Modelo; destacando en esta síntesis las relacionadas a continuación:

- Atención: 1-) Despertar la percepción con cambios en niveles de la voz, elementos sorpresa, humor (con cautela) y elementos fuera de lo tradicional; 2-) Fomentar la investigación, con la creación de situaciones problema que puedan ser resultados por el estudiante indagando en diferentes fuentes y 3-) Generar variabilidades en las clases, para mantener la atención del estudiante. Dinámicas que “rompen el hielo” inicial, para luego concretar diálogos, demostraciones y ejercicios prácticos.
- Relevancia: 1-) Orientada al objetivo, presentando la importancia del curso y cómo este aporta a su realidad como estudiante; 2-) Conectar con el estudiante, con escenarios educativos adaptados a la población estudiantil y 3-) Conectar al estudiante en el proceso formativo con sus aprendizajes previos.
- Confianza: 1-) Requisitos de aprendizaje, minimizando la ansiedad y fomentando la confianza hacia dónde va el proceso formativo; 2-) Oportunidades de éxito, generando la expectativa de éxito y generar oportunidades para ir afianzando escalonadamente el proceso y 3-) Control personal, dando la posibilidad al estudiante de controlar su proceso de aprendizaje
- Satisfacción: 1-) Consecuencias naturales, con estrategias para fomentar en el estudiante formas de adquirir o desarrollar conocimientos o habilidades; 2-) Consecuencias positivas, con incentivos extrínsecos e intrínsecos y 3-) Equidad, fomentando escenarios equitativos donde el estudiante se pueda comparar con “la versión previa del mismo”, sin importar quien tenga los mejores resultados en el colectivo.

Un apartado importante del diseño instruccional orientado a la motivación se asocia al diseño efectivo de la realimentación cuando se utilizan juegos. Johnson et al., (2017) evalúa, a partir de revisión de literatura este importante aspecto, desde la perspectiva del valor agregado de la gamificación. Estos autores definen cuatro conceptos fundamentales al realimentar utilizando juegos:

- Contenido: es decir al tipo de información que es presentada a los estudiantes. Este se puede combinar de muchas maneras y depende de

los objetivos de aprendizaje y de las características del alumno. Se considera la realimentación basada en resultados (entregando el resultado o progreso) o la realimentación basada en procesos (dirigido a los alumnos sobre el proceso para llegar a la respuesta correcta o progresar). Es en este aspecto que se sugiere siempre una realimentación del proceso (explicativa) y no solo al resultado (correctiva).

- Modalidad: Es la forma en que se presenta la información. Esta puede ser visual o auditiva; sincrónica o asincrónica; presencial o mediada por tecnología, entre otras. La mejor modalidad para la presentación parece depender en gran medida del diseño del material instruccional, y en ese sentido un buen diseño debe tener en cuenta la carga cognitiva ilustrada al alumno.
- Tiempo: Se encuentra una ventaja estratégica en los tiempos de respuesta inmediatos para el fomento del aprendizaje; sin embargo, es un aspecto que continúa siendo explorado en la literatura. La realimentación con la modalidad de realimentación es clave.
- Adaptación a las diferencias individuales: Se observó en la revisión que varias investigaciones sugieren que las características del estudio pueden afectar los diferentes tipos de realimentación. Es fundamental considerar aspectos como género, características socioculturales, conocimientos previos, entre otros; para planear adecuadamente la realimentación.

5.5. Trabajo colaborativo en el aprendizaje

El proceso de aprendizaje fomentado en la presente tesis doctoral tiene un eje, como ya se ha citado, centrado en el uso de los juegos como estrategia pedagógica y en la motivación como principal categoría o variable de salida. Ahora bien, un segundo aspecto que se ha considerado en los diseños instruccionales realizados es el fomento de la colaboración y la cooperación entre los estudiantes.

En este sentido, (Barkley et al., 2008) expresa que el aprendizaje colaborativo debe ser intencional, es decir que las actividades se estructuren con técnicas que permitan la colaboración en las actividades lúdicas realizadas; que estimule la colaboración, es decir el compromiso activo para lograr, de manera conjunta, los objetivos señalados; y que sea significativo, es decir que genere una modificación en el conocimiento del participante.

Adicional a esto, el trabajo realizado por Johnson & Johnson (1999) define tres orientaciones del aprendizaje: cooperativo productivo, competitivo e individualista. El aprendizaje productivo, es aquel que logra las metas de aprendizaje tanto a nivel individual como grupal, con una interacción entre los miembros. El aprendizaje competitivo es aquel en el que se incentiva la competencia entre los individuos para el logro de los objetivos de aprendizaje. Finalmente, el aprendizaje individualista es aquel que incentiva el trabajo del individuo para el logro de los objetivos de aprendizaje.

Desde lo procedimental, las condiciones, en las que se lleva a cabo el trabajo en grupo, son claves para cumplir las metas propuestas. El trabajo grupal, en condiciones adecuadas, fomenta el aprendizaje entre compañeros muchas investigaciones validan la eficacia del aprendizaje entre pares. De otra parte, bajo las condiciones incorrectas, el trabajo en grupo puede llegar a ser el vehículo para generación de conflictos, lo que requiere de procesos de

regulación y autorregulación que soporten el aprendizaje colaborativo (Hadwin, Järvelä, & Miller, 2018) .

Para el caso de la presente investigación, los aspectos de trabajo individual, colaborativo y competitivo son considerados en el diseño de las actividades específicas. Particularmente en el aspecto de colaboración se propone la estrategia de Instrucción por pares (Peer Instruction) propuesta por (Mazur, 1997); y en la cual el desarrollo del proceso formativo gamificado se lleva a cabo a partir de varios momentos o iteraciones.

Se inicia con una lección básica o introducción al tema, luego se aplica una pregunta con un buen nivel de dificultad, para que los estudiantes seleccionen la respuesta correcta (generalmente de selección múltiple).

La primera iteración se da si el acierto es menor al 30% (o al valor establecido en el diseño instruccional), en el cual se profundiza con un repaso más detallado del concepto. Si la respuesta se encuentra entre el 30% y el 70%, se genera un escenario de diálogo entre pares y generan nuevamente respuesta. Si las respuestas positivas superan el 70%, se procede a explicar las razones que enmarcan el resultado y se sigue con un nuevo tema. En la Figura 5 se presenta un diagrama que ilustra este procedimiento.

Figura 5. Esquema general del trabajo colaborativo con Peer Instruction



Los juegos y las estrategias pedagógicas que los incorporan son una compleja combinación de conflicto/competencia y de cooperación/colaboración; dependiente esencialmente de cómo se combinen. Cuando los juegos son diseñados de forma adecuadas, deben permitir potenciar el proceso de aprendizaje a través del desarrollo de interacción que generan conocimiento cuando los jugadores (estudiantes) colaboran entre si (Wouters & Oostendorp, 2017)

Con estos conceptos desarrollados que permiten generar una base conceptual, el siguiente capítulo presenta la relación de los resultados del trabajo doctoral en el compendio de publicaciones.

6. RESULTADOS: COMPENDIO DE PUBLICACIONES

En este apartado se resumen las publicaciones realizadas durante el desarrollo de la investigación, los cuales son presentados a continuación:

1. Publicación de tres artículos en revistas de alto impacto (Q2 y Q3).
2. Capítulo de libro de investigación en editorial certificada.
3. Participación en cuatro congresos internacionales con avances y resultados del estudio.

Estos ocho productos fueron desarrollados en el horizonte temporal mostrado en la Figura 6.

Figura 6. Línea de tiempo publicaciones tesis doctoral



También se cuenta con productos conexos de la investigación, los cuales se relacionan a continuación.

1. Resúmenes participación en el Seminario interuniversitario de investigación en Tecnología Educativa (SIITE) organizado por las Universidad aliadas en el Doctorado de Tecnología Educativa (2017, 2018 y 2019), buscando orientaciones sobre la evaluación de la estrategia y el capítulo de discusión.

2. Portafolio de unidades didácticas desarrolladas y materiales de apoyo, para facilitar la reproducibilidad de la experiencia.

Los artículos en revistas, capítulo de libro y ponencias en evento se presentan en las siguientes subsecciones. Cada una cuenta con una síntesis de cómo aporta a los cuatro objetivos de la tesis doctoral.

6.1. Artículo I- Aprendizaje Basado en Juegos (GBL) aplicado a la Enseñanza de la Matemática en Educación Superior: Una revisión Sistemática de Literatura.

Aporte específico: Objetivo 1 (OE1). Este primer artículo permitió construir la base conceptual y metodológica para la presente tesis doctoral. La revisión de literatura realizada permitió tener certeza de las categorías más importantes al momento de implementar estrategias de gamificación en el campo de las matemáticas. El ejercicio, como se podrá evidenciar en el texto, fue más allá del concepto de motivación (para tener una perspectiva más amplia) y permitir que de la revisión de literatura emergiesen los aportes hechos por la comunidad científica al fomento de dicha categoría.

Aporte específico: Objetivo 1 (OE2). De otra parte, el tener certeza de los componentes más importantes en los diseños instruccional con GBL en las matemáticas; es un aspecto clave que aporta este artículo al trabajo doctoral. Aspectos como el tipo de juego, la plataforma, la intencionalidad primaria, el proceso de pensamiento que fomenta, las herramientas tecnológicas más utilizadas, las metodologías de intervención más pertinentes; son resultado de esta revisión.

Tabla 4. Ficha del artículo I en Formación Universitaria

Título	Aprendizaje Basado en Juegos (GBL) aplicado a la Enseñanza de la Matemática en Educación Superior: Una revisión Sistemática de Literatura.
Volumen	13
Número	1 (pág. 13-26)
Año	2020
DOI	https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000100013
URL	https://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v13n1/0718-5006-formuniv-13-01-13.pdf
Revista	Formación Universitaria
ISSN	0718-5006
País	Chile
Temáticas	Multidisciplinaria
Indexada en:	Scielo, Scopus, Scimago, Ebsco, Latindex, Dialnet, Clase, ERA y CPE
Factor de impacto / Criterios de calidad	Scimago Journal Rank (SJR. SCOPUS) Factor de impacto: SJR = 0.35 (Q3) para el año 2020 Cite Score 2020 = 1.8 – Cite Score Tracker 2021 = 1.3 SNIP 2020 = 1.11 https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100211373&tip=sid&clean=0

6.2. Artículo II - Strengthening Motivation in the Mathematical Engineering Teaching Processes – A Proposal from Gamification and Game-Based Learning

Aporte específico Objetivo 3 (OE3): Este artículo relaciona de forma sintetizada la estrategia implementada (conjunto de actividades educativas) tanto de la iteración 1 como la iteración 2. También se presentan argumentos del uso de Peer Instruction (estrategia complementaria) para fomentar el trabajo colaborativo en el entorno gamificado.

Aporte específico Objetivo 4 (OE4): Este segundo artículo centra su desarrollo en la evaluación del aporte de la estrategia diseñada asociada a la motivación de los estudiantes. El proceso se realiza desde una perspectiva cuantitativa, analizando la aplicación del instrumento IMMS en la población objetivo de cada una de las iteraciones; generando conclusiones sobre la pertinencia y eficacia de la estrategia mediada por juegos.

Tabla 5. Ficha del artículo II en *International Journal of Emerging Technologies in Learning*

Título	Strengthening Motivation in the Mathematical Engineering Teaching Processes – A Proposal from Gamification and Game-Based Learning
Volumen	16
Número	6
Año	2021
DOI	10.3991/ijet.v16i06.16163
URL	https://doi.org/https://doi.org/10.3991/ijet.v16i06.16163
Revista	International Journal of Emerging Technologies in Learning
ISSN	1863-0383
País	Alemania
Áreas temáticas	Ingeniería Ciencias Sociales (Educación y E-learning).
Indexada en	Scopus IET Inspec dblp EBSCO Education Source DOAJ ULRICHWeb Microsoft Academic Search
Factor de impacto / Criterios de calidad	SJR 2020 = 0.45 (Q2) Cite Score 2020 = 2.6 – Cite Score Tracker 2020 = 2.9 SNIP 2020 = 1.342 https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100197967&tip=sid&clean=0

6.3. Artículo III - Didactic Strategy Mediated by Games in the Teaching of Mathematics in First-Year Engineering Students.

Aporte específico Objetivo 3 (OE3): Este artículo relaciona de forma más detallada la estrategia implementada (conjunto de actividades educativas) tanto de la iteración 1 como la iteración 2. Se resalta información del diseño instruccional, de los tiempos de implementación, de las herramientas utilizadas; y en general del desarrollo de las actividades aplicadas al curso de cálculo diferencial.

Aporte específico Objetivo 4 (OE4): Este tercer artículo se enfoca en la evaluación del aporte de la tesis doctoral desde una perspectiva cualitativa. Se presenta un grupo focal aplicado a los participantes de la investigación, la recolección y análisis de la información, y los resultados obtenidos; describiendo el aporte de la estrategia educativa a la motivación de los estudiantes. Este análisis se realiza en cada una de las dimensiones de la categoría de motivación, según el modelo ARCS de Keller (Atención, Confianza, Relevancia y Satisfacción), así como en la obtención de categorías emergentes que aporta al ejercicio de mejoramiento continuo del IBD.

Tabla 6. Ficha del artículo III en Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education

Título	Didactic Strategy Mediated by Games in the Teaching of Mathematics in First-Year Engineering Students.
Volumen Número Año	18, 2, 2022
DOI	https://doi.org/10.29333/ejmste/11707
URL	https://www.ejmste.com/
Revista	Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education
ISSN	13058215, 13058223
País	Turquía
Áreas	Matemáticas aplicadas Ciencias Sociales
Indexada en	ROAD, ERIC, ERIH, PsycINFO, SCOPUS, Genamics JournalSeek
Factor de impacto / Criterios de calidad	Scimago Journal Rank (SJR. SCOPUS) Factor de impacto: SJR 2020 = 0.44 (Q2) Cite Score 2020 = 4.0 – Cite Score Tracker 2021 = 3.6 SNIP 2020 = 1.248 https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=4400151729&tip=sid&clean=0

6.4. Capítulo de libro de investigación I – ESTRATEGIA PEDAGÓGICA CON APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS-GBL, PARA FOMENTAR LA MOTIVACIÓN EN EL ÁREA DE MATEMÁTICAS EN INGENIERÍA

Aporte específico Objetivo 3 (OE3): Este capítulo expone las actividades educativas realizadas en la iteración 0 (considerada como piloto del trabajo doctoral). Se presenta la ejecución de las actividades en entorno aplicado (estudiantes de Cálculo Diferencial) y se realiza la validación de los instrumentos.

Aporte específico Objetivo 4 (OE4): Este trabajo permitió depurar y ajustar tanto el diseño (siguiendo lo propuesto en el IBD) como los instrumentos cuantitativos utilizados en la investigación (IMMS).

Tabla 7. Ficha para capítulo de libro de investigación I en *Estrategias didácticas para la innovación en la sociedad del conocimiento*- Editorial CIMTED

Título	ESTRATEGIA PEDAGÓGICA CON APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS-GBL, PARA FOMENTAR LA MOTIVACIÓN EN EL ÁREA DE MATEMÁTICAS EN INGENIERÍA.
Año	2019
URL	http://memoriascimted.com/wp-content/uploads/2019/08/Estrategias-did%C3%A1cticas-para-la-innovaci%C3%B3n-en-la-sociedad-del-conocimiento.pdf
Nombre del libro	Estrategias didácticas para la innovación en la sociedad del conocimiento
ISBN	978-958-52097-3-2
Sello editorial	Corporación Centro Internacional de Marketing Territorial para la Educación y el Desarrollo
País	Colombia
Áreas temáticas	Educación
Páginas	168-190

6.5. Ponencia I - Estrategia pedagógica con aprendizaje basado en juegos-GBL, para fomentar la motivación en el área de matemáticas en ingeniería

Aporte específico Objetivo 3 (OE3): Esta ponencia es la primera socialización externa realizada del presente trabajo doctoral, en el marco del Congreso Internacional sobre el Enfoque Basado en Competencias - “Modernización e innovación en la Educación”. En esta se soportan los primeros acercamientos con la temática y las características del diseño de las actividades educativas de la iteración 0.

Tabla 8. Ficha de la ponencia I en XV Congreso Internacional sobre el Enfoque Basado en Competencias “Modernización e innovación en la Educación”

Título	Estrategia pedagógica con aprendizaje basado en juegos-GBL, para fomentar la motivación en el área de matemáticas en
--------	--

	ingeniería (S. Zabala-Vargas, García-Mora, & de Benito, 2019)
Año	2019
URL	http://memoriascimted.com/wp-content/uploads/2019/05/memorias-16-CIEBC2019.pdf
Evento	XV Congreso Internacional sobre el Enfoque Basado en Competencias - "Modernización e innovación en la Educación"
País	Colombia
Áreas temáticas	<ul style="list-style-type: none"> ● Educación. ● Competencias.

6.6. Ponencia II - Motivation increase of mathematics students in Engineering – A proposal from Game Based Learning

Aporte específico Objetivo 3 (OE3): Esta ponencia permitió complementar la socialización los avances iniciales en la iteración 0 de la investigación. Presenta aspectos generales del diseño de las actividades y la ruta ejecutada con la población.

Aporte específico Objetivo 4 (OE4): Se presentan resultados sintetizados de la revisión de la literatura realizada para la investigación, así como las primeras evaluaciones del aporte de la estrategia utilizando el IMMS en la población objetivo. Aún no se aplicó, lo que, si ocurre en el artículo II, un análisis estadístico riguroso.

Tabla 9. Ficha para la ponencia II- 5to Simposio Internacional de Acreditación en Ingeniería ICACIT 2019

Título	Motivation increases of mathematics students in Engineering – A proposal from Game Based Learning (Sergio Andrés Zabala-Vargas, Garcia-Mora, de-Benito, et al., 2019)
Año	2019
URL	https://ieeexplore.ieee.org/document/9130297
Evento	5to Simposio Internacional de Acreditación en Ingeniería ICACIT 2019
País	Perú
Áreas temáticas	Educación, ciencia y tecnología

6.7. Ponencia III - Incremento De La Motivación En Estudiantes De Matemáticas En Ingeniería – Una Propuesta Desde El Aprendizaje Basado En Juegos

Aporte específico Objetivo 2 (OE2): Esta ponencia permitió socializar el marco teórico del proyecto, tanto en los fundamentos epistemológicos de la investigación; como de los componentes pedagógicos y tecnológicos para diseñar la propuesta.

Aporte específico Objetivo 3 (OE3): Se relacionan más detalles de las actividades educativas propuestas en la iteración 0, y algunos avances de los diseños de la iteración 1.

Aporte específico Objetivo 4 (OE4): El documento presenta los instrumentos para evaluación del aporte actualizados según la validación realizada (cuantitativos). También se relacionan mayores detalles del proceso metodológico de la investigación.

Tabla 10. Ficha de la ponencia III- Evento EDUTEC 2019

Título	Incremento de la motivación en estudiantes de matemáticas en ingeniería – una propuesta desde el aprendizaje basado en juegos. (S. Zabala-Vargas, Garcia-Mora, De Benito Crosetti, et al., 2019)
Año	2019
URL	https://eventos.edutec.es/index.php/edutec2019/edutec2021/paper/view/3770
Evento	XXII Congreso Internacional EDUTEC (1135-9250)
País	Perú
Áreas temáticas	<ul style="list-style-type: none"> ● Calidad, políticas y gestión de las tecnologías ● Tecnología para la atención de necesidades de aprendizaje ● Diseños y modelos curriculares integrando las tecnologías ● Investigación y docencia: nuevos escenarios de investigación ● Desarrollo de competencias digitales ● Ética y ciudadanía digital

6.8. Ponencia IV - Concepciones y prácticas docentes sobre la enseñanza de matemáticas en ingenierías apoyada con una estrategia GBL

Aporte específico Objetivo 2 (OE2): Esta ponencia socializa un trabajo adicional realizado en la investigación con una población objetivo complementaria a la originalmente definida (estudiantes de primer año de ingeniería); y son los docentes de dichos estudiantes. En esta se encuentran elementos que permiten fortalecer los componentes para el diseño de nuevas estrategias educativas, a partir del diálogo con los docentes de la institución.

Tabla 11. Ficha de la ponencia IV - X Congreso internacional sobre formación en ciencia, tecnología y competencias- CIFCOM2020

Título	Concepciones y prácticas docentes sobre la enseñanza de matemáticas en ingenierías apoyada con una estrategia GBL (S. Zabala-Vargas, Garcia-Mora, et al., 2020)
Año	2020
URL	https://cifcom.com/
Evento	X Congreso internacional sobre formación en ciencia, tecnología y competencias- CIFCOM2020
País	Colombia
Áreas temáticas	<ul style="list-style-type: none"> ● Educación. ● Competencias.

6.9. Ponencias evento SIITE 2017, 2018 y 2019

Se participó activamente en tres Seminario Interuniversitario de Investigación en Tecnología Educativa; generando diálogo con expertos que aportaron al desarrollo de la presente tesis doctoral. Las participaciones completas son relacionadas en el anexo 9.6.

7. DISCUSIÓN

En esta sección se relaciona la discusión general de la presente tesis doctoral. Si bien cada artículo relaciona resultados específicos y la discusión asociada, en esta sección se realizará orientada a cada objetivo de la investigación. En ese sentido, se relacionan los siguientes aspectos: 1- Categorías, indicadores y estrategias de intervención pedagógica para la enseñanza de las matemáticas mediadas por juegos (OE1); 2- Componentes pedagógicos y tecnológicos a considerar en el diseño de una estrategia pedagógica mediada por juegos (OE2); 3- Aportes de las unidades didácticas utilizando GBL en la motivación de los estudiantes (OE3-OE4).

7.1. Categorías, indicadores y estrategias de intervención pedagógica para la enseñanza de las matemáticas mediadas por juegos (OE1)

Es claro que la tecnología en las aulas ha generado cambios notales y nuevos entornos de aprendizaje, que permiten fomentar aspectos relevantes en los estudiantes: motivación, compromiso, rendimiento, mejor percepción, relevancia, entre otros (Gros & Suárez, 2013; Salinas et al., 2014). Estas últimas se convierten en categorías muy importantes al momento de revisar procesos de intervención educativa que realmente modifiquen y mejoren la dinámica de enseñanza-aprendizaje.

Es en este sentido, que la revisión de literatura propuesta en el Artículo I presentado en esta tesis doctoral (S. Zabala-Vargas, Ardila-Segovia, et al., 2020); buscó profundizar principalmente en aspectos como: I-) tipología de juegos, II-) metodologías de intervención y III-) variables o categorías de interés.

En cuanto a la tipología de juegos, los principales elementos a considerar se asocian al juego en sí, y su aplicación en contexto. Características como propósito primario del mismo, si es digital o no digital, género del juego, la plataforma utilizada y la subárea de las matemáticas; fueron revisadas.

En cuanto a la categoría de Propósito primario del juego, existen 17 artículos que plantearon juegos que desde su orientación inicial (diseño e implementación) ha sido la educación. Los restantes 2 artículos del total de registros abordan juegos serios. El propuesto por Riera et al. (2016) diseña un juego llamado HOME I/O, basado en un software de simulación en tiempo real de una casa inteligente para generar conciencia en la eficiencia energética. De otra parte, el segundo es el propuesto por Yamamoto et al. (2016), donde se implementa un conjunto de estrategias pedagógicas donde, una de estas, es la herramienta para evaluación denominada Hot Potatoe (que puede ser considerado un juego serio por su aplicación en entornos organizacionales). Finalmente, en la revisión realizada no se encuentra ningún registro cuya intervención se haya realizado con un aplicativo software con orientación primaria de entretenimiento.

En la categoría de Juegos de naturaleza digital o no digital se observa que 15 de los estudios se centraron en la primera opción (digitales). La búsqueda identificó 4 artículos que implementaron juegos no digitales. Morelock y Matusovich (2017) en su investigación, abordaron cómo los instructores de ingeniería usan los juegos en el aula y cómo estas prácticas de enseñanza se relacionan con la motivación de los estudiantes para aprender. Por otra parte, Shemran et al. (2017) desarrollaron un marco para involucrar mejor a los estudiantes en el desarrollo de habilidades en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas

(STEM) a través del diseño de juegos de mesa, como un método para evaluar el dominio de los estudiantes en los conceptos de construcción e ingeniería. Por su parte, el trabajo realizado por Clarke et al. (2016) se enfocó en el programa titulado EscapED. El propósito de este es conceptualizar experiencias interactivas y ayudar a otros facilitadores educativos a crear sus propios juegos de acción en vivo con fines educativos y cambios positivos de comportamiento en entornos de educación superior. Finalmente, Naik (2017) diseñó cuatro formas de juegos no digitales orientados a: 1) aritmética - fracciones rummy, 2) un crucigrama decimal, 3) un rompecabezas logarítmico y exponencial y 4) un bingo de ecuaciones algebraicas.

Respecto a la categoría de Género de juego es posible afirmar que los juegos en plataformas virtuales de enseñanza o Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS) son el género más popular con 7 publicaciones, seguido de los juegos aventuras con 4, los simuladores y otro/genérico fueron soportados por 3 artículos paralelamente. Los rompecabezas (Puzzles) tuvieron el soporte de 2 artículos, mientras que hubo solo una publicación que soporte el género de juego de rol. Diecisiete estudios examinaron el impacto de los juegos en general, mientras que dos esperan evaluar este impacto en el futuro. En el mismo sentido, 2 estudios clasificaron su juego en el género otro/genérico: Shemran et al. (2017) exploran el uso de juegos de mesa desarrollados por los estudiantes como un método para evaluar el dominio de los estudiantes en los conceptos de construcción e ingeniería. Por su parte, González-Tablas (2013), buscó reforzar las habilidades matemáticas de rutina con un sistema de torneos web. El juego está diseñado como un torneo basado en un concurso con una estructura de múltiples premios y rangos de puntuación pública, con el propósito de disminuir las desventajas de las competencias interpersonales puras y motivar la participación de los estudiantes.

Sobre la categoría de plataforma más popular para la ejecución de los juegos fue Computador (PC)/móvil en línea (12), seguida de Computador (PC)/móvil fuera de línea (3) y la consola de video juegos (1). De las 12 publicaciones que se distribuyeron en PC/móvil en línea, 7 fueron plataformas virtuales de enseñanza, 3 juegos de aventura, 1 juego de rol y 1 clasificado en otro/genérico. De los distribuidos en PC/móvil fuera de línea, 2 fueron simuladores y 1 de aventura. El único que se desarrolló por medio de consola de video juegos fue un simulador. En cuanto a las subáreas de las matemáticas, 6 de los juegos se utilizaron para el aprendizaje de la aritmética, 3 estuvieron orientados al álgebra y 3 al cálculo equitativamente. Es importante mencionar que Benakli et al. (2017), en su artículo planteó nueve experimentos con aplicaciones para el cálculo, la probabilidad y el análisis de datos. Es por eso por lo que tuvo una doble clasificación. Sin embargo, existieron publicaciones donde no estaba disponible o no fue clara la información de la subárea a la cual estaba orientado el juego, como fue el caso de: (Benakli et al., 2017; Clarke et al., 2016; Goehle, 2013; Heidmann et al., 2016; Morelock y Matusovich, 2017; Riera et al., 2016; Shemran et al., 2017; Yildirim, 2017).

Ahora bien, respecto a la sobre las metodologías de intervención, es posible afirmar que el 58% de los registros utilizan un enfoque investigación de corte cualitativo, siendo la más utilizada en el corpus de conocimiento revisado. Un 32% aborda enfoque mixto y solo el 11% recurre a la ruta cuantitativa como enfoque de investigación. Respecto a los instrumentos utilizados, el más popular

en los artículos revisados en la Encuesta cualitativa, apareciendo en cerca del 63%; seguido de la Observación (21%), la Entrevista (16%) y la Encuesta (16%). Cabe citar que el total de la adición de los porcentajes relacionados supera el 100% pues existen investigaciones que relacionan más de un instrumento.

De otra parte, dentro de las categorías de interés en el proceso se encuentran en la literatura académica principalmente: rendimiento académico, percepción del proceso de aprendizaje, motivación, compromiso, entre otros.(Sergio A. Zabala-Vargas et al., 2020).

Esta categorización se puede centrar en los resultados de aprendizaje o salidas del proceso. En cuanto al dominio cognitivo de adquisición y comprensión del aprendizaje, todos los estudios resaltan interés o consideración del aspecto. Esto es una característica importante al evaluar la orientación de dichas investigaciones y el interés de la comunidad académica en la relación entre el uso de juegos y el impacto directo al desarrollo de conocimiento. Muchos de estos estudios demuestran que el uso de los juegos afecta, de forma positiva, el desarrollo de habilidades y competencias en la población objetivo, lo cual es coincidente con lo discutido por (J Hamari et al., 2014). El segundo dominio de mayor interés para las investigaciones es el asociado al plano de la motivación. Varios de los estudios no lo refieren como una variable de interés directa, no obstante, se observa una fuerte relación con los procesos del dominio cognitivo y el afectivo-emocional. Por ejemplo, Heidmann et al. (2016) y Morelock y Matusovich (2017), exclusivamente examinaron el impacto del juego en la participación y motivación de los estudiantes; Kime et al. (2015), Morsi y Mull (2015), Clarke et al. (2016) y Goehle (2013) evaluaron la adquisición y desarrollo de conocimientos determinando el desempeño y el rendimiento de los estudiantes una vez participaron en el juego. Los resultados arrojaron un impacto positivo en la motivación y en el rendimiento de los estudiantes. Como cita (Connolly et al., 2012) el desarrollo de este dominio genera, en muchos casos, un aprendizaje no intencional, lo cual genera finalmente un fomento en el compromiso de los estudiantes al proceso educativo.

Un tercer elemento para considerar es el Dominio de habilidades o competencias blandas y sociales. Este tipo de resultados aparecen en seis (6) de los registros analizados, sin que sean de análisis directo o intencionado, es decir que emergen en la búsqueda de resultados de aprendizaje específicos; lo que se observa claramente en los trabajos de (Benakli et al., 2017; Clarke et al., 2016; Heidmann et al., 2016; Kime et al., 2015; Shemran et al., 2017; Yamamoto et al., 2016). Finalmente, el Dominio comportamental es el que tiene menos estudios asociados (4), y al igual que en el caso anterior no se evidencia como intencionalidad primaria de las investigaciones. Se resalta el trabajo presentado por Goehle (2013), donde los estudiantes, de forma autónoma, realizan el monitoreo de sus acciones formativo e intentan voluntariamente autorregular el desarrollo de los logros y su comportamiento hacia el proceso educativo. Este último aspecto se encuentra acorde con parte de los resultados y discusiones propuestos en (Boyle et al., 2016).

Finalmente, respecto a estrategias particulares de intervención, se encuentra un uso, en muchos casos indistinto, del aprendizaje basado en juegos (Chen & Wang, 2009; Kapp, 2012; Reyes, 2016; Steiner et al., 2009) y la gamificación (Deterding et al., 2011; Zichermann y Cunningham, 2011; Kapp, 2012; Bogost, 2007; Loh et tal., 2015). Esto depende en muchos casos de los marcos de

referencia utilizados por los autores, el contexto en el que se desarrolla, los recursos tecnológicos existentes, entre otros.

7.2. Componentes pedagógicos y tecnológicos para considerar en el diseño de una estrategia pedagógica mediada por juegos (OE2)

Sin duda al realizar el diseño de las estrategias educativas para esta tesis doctoral, han sido consideradas muchas corrientes y teorías pedagógicas como el constructivismo, el aprendizaje significativo, los referentes de motivación en el aprendizaje, entre otros; es claro que se ha concretado el ejercicio en un modelo de diseño instruccional específico basado en la motivación (Keller, 2010; Li & Keller, 2018) y con el aprendizaje basado en juegos como estrategia pedagógica principal (Al-Azawi et al., 2016; Naik, 2017; S. Zabala-Vargas, Ardila-Segovia, et al., 2020).

Los componentes pedagógicos más relevantes considerados en el diseño de la estrategia se sintetizan en:

- Incorporación de elementos de juego en la construcción de estrategias didácticas para la enseñanza, centradas en elementos como: narrativa, realimentación inmediata, restricciones de tiempo, reglas y objetivos claros, procesos incrementales, estímulos, entre otros (Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2018). Estos se articulan con la incorporación del artefacto lúdico (juego) propuesto desde las discusiones de (Kapp, 2012; Steiner et al., 2009).
- Diseño basado en las dimensiones del modelo ARCS, considerando los aspectos y características de la Atención, Confianza, Relevancia y Satisfacción (Di Serio et al., 2013; Keller, 2010; Loorbach et al., 2015). Estos aspectos al considerarse en el diseño de las unidades de las diferentes iteraciones (0,1 y 2) permitieron fomentar la motivación de los estudiantes, en un contexto altamente abstracto como es la enseñanza de la matemática.
- La incorporación de trabajo individual, competitivo y colaborativo (Hadwin et al., 2018; Johnson et al., 1994; Onrubia, 2016) en el diseño instruccional, considerando de forma operativa la estrategia de aprendizaje o instrucción por partes (Mazur, 1997). El fomento e intercambio constante entre trabajar por su propio aprendizaje, competir sanamente con otros y generar colaboración como equipo; es evidente en el diseño de esta investigación y en lo destacado por los participantes de la investigación.

Desde los aspectos tecnológicos el incorporar diferentes herramientas con intencionalidades diferentes, es reconocido por la población como un acierto de la investigación. Contar con una plataforma para ludificar todo el entorno de aprendizaje (Classcraft), herramientas para el fomento de la conceptualización (Crossword Puzzle), consolidación de conocimientos (Socratic), evaluación (Kahoot), escenario de simulación (Wolfram Mathematica) y entornos de debate; permiten mantener la novedad, y por ende la atención en el proceso por parte de los estudiantes (Di Serio et al., 2013; S. Zabala-Vargas et al., 2021; Sergio Andrés Zabala-Vargas et al., 2022)

7.3. Aporte que las unidades didácticas utilizando GBL realizan a la motivación de los estudiantes (OE3 y OE4)

En cuanto al aporte positivo que realiza el implementar estrategias pedagógicas mediadas por juegos a la motivación de los estudiantes en esta tesis doctoral, estas coinciden por lo citado en (Galbis Córdova et al., 2017); particularmente en cuanto a la contribución de la estrategia pedagógica en los diferentes aspectos del modelo ARCS (Keller, 2010). Los juegos digitales son muy habituales en la población objetivo y esto se relaciona positivamente con su interés por utilizarlos en clase.

La herramienta tecnológica, a diferencia de lo propuesto en (Kebritchi, Hirumi, & Bai, 2010), no se convierte en una distracción, sino en un aliado de la estrategia. La tesis doctoral explora aspectos cognitivos, motivacionales y afectivos; que son fundamentales en la incorporación de los juegos en la educación (Plass et al., 2015). Los resultados coinciden con lo señalado por (Partovi & Razavi, 2019) en cuanto a incrementar la atención y enfoque de los alumnos, además de facilitar su aprendizaje.

Desde una perspectiva cuantitativa se muestran que las categorías: Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción se encuentran en niveles altos. Esto permite inferir que la motivación, asociada a estos factores, aumenta con el uso de GBL y la gamificación; coincidiendo con lo mostrado en (Barata, Gama, Fonseca, & Gonçalves, 2013; Zainuddin et al., 2020). También se observa que las características de las unidades didácticas, como la calidad de los materiales, la retroalimentación inmediata y pertinente del docente, la relación de las actividades con el contexto y los intereses del alumno, el trabajo en grupo y la forma de presentar la actividad, son muy relevantes. Este aspecto, asociado al diseño, es consistente con lo citado por (Castaño Garrido et al., 2015)

Dado que diversas actividades están orientadas a la resolución de problemas, es posible indicar que existe evidencia de que la estrategia de enseñanza mediada por GBL también puede ayudar a generar el andamiaje necesario para la resolución de problemas matemáticos. A su vez, es importante considerar la posible frustración de algunos estudiantes, que puede afectar negativamente el proceso. Esto coincide con lo propuesto por (Chen, 2017). Los resultados del andamio también son consistentes con los presentados por Chen & Law (2016), quienes indican que los resultados muestran que tanto el andamio duro como el andamio blando tienen impactos positivos en la motivación y el rendimiento académico.

También existen aspectos negativos del uso de elementos de juego en los procesos educativos que deben ser considerados. Algunos profesores que participaron en la investigación indicaron que los estudiantes solicitan constantemente un aumento en la evaluación cuantitativa si se involucran activamente en la iniciativa. Esto puede promover un aumento de la motivación extrínseca, afectando la motivación intrínseca del ser, en coherencia con lo expuesto por (Derfler-Rozin & Pitesa, 2020; Facey-Shaw, Specht, Van Rosmalen, & Bartley-Bryan, 2020). Esto debería revisarse con más detalle en el trabajo futuro.

Respecto a la intervención 1, es posible afirmar que el resultado puede estar asociado con el hecho de que solo una de las tres actividades propuestas tiene un trabajo en equipo explícito. Además, en el desarrollo de la actividad, en varios

casos, el resultado del trabajo en equipo fue menos efectivo que el resultado individual. La Intervención 2 generó más espacios para el trabajo en equipo, promoviendo el aprendizaje colaborativo. La colaboración se convierte en una estrategia relevante en la incorporación de los juegos en los entornos educativos, coincidiendo con (Suárez-Guerrero & Gros-Salvat, 2013) en la motivación para hacer networking. También permite potenciar el significado que el alumno encuentra en su proceso de formación (Mazur, 1997). La cohesión generada por el concepto de liga (grupo de trabajo) también generó efectos positivos sobre la motivación (intervención 2) que no se observaron en la intervención 1.

De otra parte, los resultados del instrumento cualitativo aplicado (focus group) muestran que las diferentes categorías del modelo ARCS (Keller, 2010) son promovidas positivamente por la intervención educativa que utiliza juegos y herramientas informáticas. Esto permite inferir que la motivación aumenta con el uso de GBL y la gamificación. Lo anterior está de acuerdo con lo presentado en (Aslan & Zhu, 2018; Barata et al., 2013; Li & Keller, 2018)

La relación que existe entre las diferentes dimensiones del modelo ARCS y el trabajo colaborativo complementa lo planteado en (Zabala-Vargas et al., 2021). Los aspectos cualitativos expuestos en el presente trabajo permiten fortalecer los resultados expuestos anteriormente; principalmente limitando las opciones de mejora para un diseño instruccional futuro.

Entre otros aspectos importantes están el sentido de compromiso con el proceso educativo y el trabajo en equipo que se evidencia en los participantes, la alta percepción del juego como una estrategia innovadora que potencia el proceso educativo, y el uso de una narrativa es atractiva para los estudiantes que incentiva competitividad y colaboración. Estos elementos son consistentes con los resultados obtenidos en (Díaz-Ramírez, 2020; Jagušt et al., 2018).

En cuanto al uso de recursos tecnológicos (principalmente equipos informáticos y teléfonos móviles), es ampliamente destacado por los estudiantes como una estrategia generadora de compromiso. Sin embargo, como se indica (Kebritchi et al., 2010), se deben establecer reglas y condiciones de uso para evitar que el teléfono móvil se convierta en una distracción.

Los resultados de la investigación también muestran la importancia de seguir promoviendo la calidad de los materiales utilizados en las actividades. Entre las opciones de mejora que más destacan los alumnos están: A-) fortalecer las actividades mediante preguntas abiertas, que se diferencian de las tradicionales preguntas de opción múltiple con una sola respuesta (prueba), B-) incorporar imágenes, videos, y otros multimedia para facilitar la visualización e interpretación de las actividades propuestas, y C-) ajustar mejor el tiempo de las actividades para lograr el pleno desarrollo de estas. Estos aspectos de diseño y su relevancia para el éxito de la intervención son consistentes con lo señalado por (Castaño Garrido et al., 2015).

El uso de desafíos o problemas que utilizan el contexto de los estudiantes (situaciones cotidianas) se convierte en un aspecto importante en las intervenciones educativas. Esto permite generar el andamiaje necesario para la resolución de problemas matemáticos, en consonancia con lo planteado en (Y. Chen, 2017).

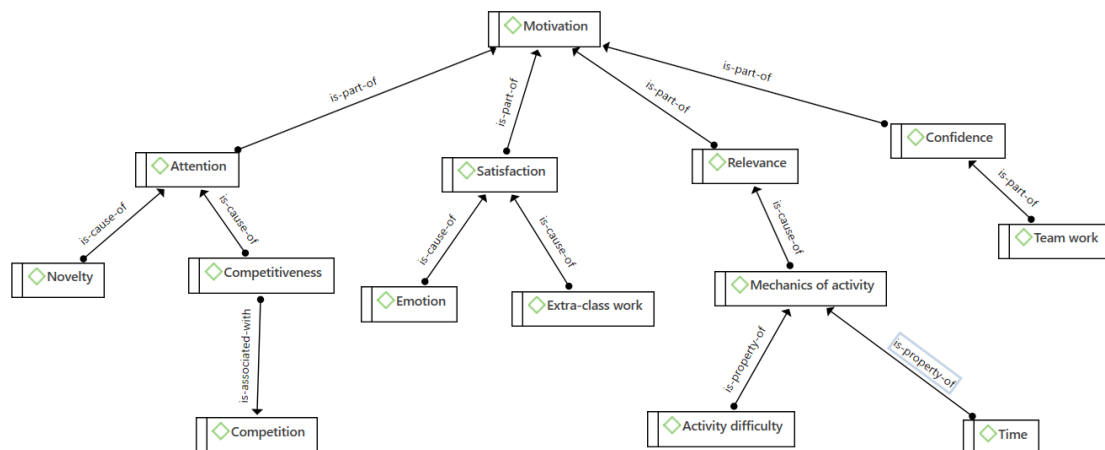
De otra parte, desde el enfoque cualitativo el análisis del grupo focal permite no solo contar con la aproximación de las cuatro categorías ya mencionadas del modelo ARCS, sino también a que emergen otras nueve categorías de relevancia para el estudio. Tabla 12.

Tabla 12. Relación de frecuencia de aparición de las categorías resultados desde el grupo focal

Name	Grounded	Density
Dificultad de la actividad	20	1
Atención	30	3
Competencia	10	1
Competitividad	10	2
Confianza	45	2
Emoción	10	1
Trabajo extra-clase	5	1
Mecanicas de la actividad	60	3
Novedad	20	1
Relevancia	55	2
Satisfacción	40	3
Trabajo en equipo	45	1
Restricción de tiempo	10	1

La dinámica entre dichas categorías se sintetiza en el mapa expuesto en la Figura 7.

Figura 7. Mapa de categorías resultado del grupo focal.



Los resultados de aplicar el instrumento del grupo focal ratifican que las diferentes categorías del modelo ARCS (Keller, 2010) son potenciadas por la intervención educativa que utiliza juegos y herramientas tecnológicas de apoyo. Esto permite inferir que la motivación se incrementa con el uso de aprendizaje basado en juegos – GBL y la gamificación, muy de acuerdo con lo propuesto en (Aslan & Zhu, 2018; Barata et al., 2013; Li & Keller, 2018).

La relación que existen entre las diferentes dimensiones del modelo ARCS y el trabajo colaborativo fue presentado en (Zabala-Vargas et al., 2021). Los aspectos cualitativos expuestos en el presente trabajo muestran el fortalecimiento del proceso de aprendizaje. La propuesta realizada explora aspectos motivacionales, cognitivos y afectivos, que apuntan a un proceso educativo comprensivo. Estos aspectos son fundamentales en la incorporación de juegos en aula, coincidiendo con (Plass et al., 2015).

En resumen, el uso de una estrategia educativa mediada por juegos, el trabajo colaborativo entre estudiantes y el uso de problemas en el contexto real son los aspectos más positivos destacados por los estudiantes. Por otro lado, los aspectos a mejorar se centran en la calidad de los elementos de soporte multimedia, la velocidad de la retroalimentación, el uso de preguntas de opción múltiple con una sola respuesta y las distracciones que pueden generar los teléfonos móviles.

8. LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de esta tesis deben ser valorados teniendo en cuenta las siguientes limitaciones y recomendaciones.

8.1. Limitaciones de la Estrategia

- El número de estudiantes participantes en la propuesta supera levemente el centenar; siendo esto una limitante para lograr generalización de los resultados; lo cual no es objeto de este trabajo según alcance y metodología.
- La incorporación del GBL en las sesiones de clase se realizó desde el diseño microcurricular, sin aún modificar de fondo el diseño completo de los programas de ingeniería de la Universidad.
- Se contó con la participación de 5 docentes del Departamento de Ciencias Básicas, sien estos el 30% del equipo de trabajo completo.
- No se extendió la intervención a otros espacios de ciencias básicas como el álgebra lineal, la trigonometría o la física.

8.2. Recomendaciones para la aplicación de la estrategia

- Continuar explorando el uso de juegos en futuras investigaciones que permitan determinar su aporte a otras variables diferentes a la motivación, como es el caso del compromiso hacia el proceso educativo, desempeño académico, entre otros.
- Una futura línea de investigación asociada con esta tesis doctoral asocia el aprendizaje basado en juegos y la comprensión de los fenómenos a partir de la analítica de datos. Esta última puede permitir comprender mejor la dinámica de aprendizaje, a los docentes, estudiantes y otros actores del proceso; para tomar acciones correctivas, preventivas y/o predictivas en los diseños instruccionales.
- En el marco de un escenario de pandemia como la producida por el COVID-19, es interesante revisar herramientas tecnológicas que faciliten el desarrollo de procesos formativos desde la virtualidad. Si bien esta tesis doctoral se hace en un proceso de formación de ingenieros en modalidad presencial, vale la pena explorar otros escenarios y contextos.

9. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de la investigación se relacionan a continuación:

La revisión bibliográfica realizada sobre la aplicación del Aprendizaje Basado en Juegos en la enseñanza de la matemática permitió identificar una tendencia incremental en la publicación, resultado de intereses de investigación, del uso del aprendizaje basado en juegos en educación superior, particularmente para la enseñanza de la matemática. Los tres países con mayor índice de publicación en el área son Estados Unidos de América, China y Reino Unido. Las publicaciones con mayor cantidad de artículos en el área son Computer and Education, Computer in Human Behavior y el International Journal of Game-Based Learning. En la gran mayoría de los estudios revisados las características asociadas a la mediación o artefacto de apoyo (juego) han sido diseñados con el propósito específico de la educación.

Los juegos digitales priman en los registros observados, sin embargo, también se evidencia la existencia del uso de los juegos no digitales (tradicionales). El mayor porcentaje de herramientas tecnológicas se han implementado en plataformas digitales en línea y la subárea de la matemática más revisada es la aritmética. Las salidas o resultados de aprendizaje de las experiencias analizadas se centran, en su gran mayoría, en el fomento de procesos cognitivos, es decir asociados a la adquisición de competencias y habilidades; así como a la comprensión de conceptos. Estos aspectos son claramente intencionados en las investigaciones revisadas. El dominio afectivo y emocional se encuentra también en un alto porcentaje de los estudios, con procesos de investigación que se orientan a fortalecer el compromiso de los estudiantes en los procesos de aprendizaje, la relación de lo que se aprende con su contexto e intereses, así como en sus metas personales.

El presente estudio tuvo como objetivo investigar el efecto de la gamificación y el aprendizaje basado en juegos sobre la motivación y el abandono de los estudiantes de los cursos de ingeniería matemática de primer año. Los hallazgos muestran que los estudiantes que utilizan estrategias pedagógicas basadas en juegos tienen altos niveles de motivación, registrados en las dimensiones de Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción. Hay un resultado más significativo en la motivación en la intervención 1 que en la intervención 2; sin embargo, esto puede estar asociado al efecto novedoso que producen las acciones formativas con juegos en cortos periodos de tiempo. La intervención 2 se llevó a cabo durante un período mucho más largo y con más actividades, lo que logró un punto de estabilidad.

Desde los aspectos cualitativos existe una relación clara entre las dimensiones asociadas a la motivación, así como aspectos de novedad, trabajo colaborativo, mecánicas innovadoras de las actividades, la emoción de participar en juegos en aula, entre otras; que se convirtieron en categorías emergentes de la investigación.

Un aspecto importante es la planificación de procesos y la definición de reglas claras para los estudiantes (jugadores). La calidad de los materiales y la retroalimentación del profesor también. Las actividades con una narrativa llamativa y relacionadas con los intereses de los estudiantes también son importantes para el diseño de la estrategia pedagógica. También se encuentra que la colaboración fomenta la motivación de los estudiantes, generando

escenarios adecuados de aprendizaje colaborativo. La cohesión que producen las actividades grupales (concepto de ligas) fomenta la motivación de los estudiantes. El aumento de las características del avatar y la liga motiva a los estudiantes a realizar sus actividades formativas con mayor calidad. Existe evidencia empírica inicial para proyectar que la deserción del curso tiene una línea de tendencia decreciente cuando se implementan juegos educativos.

El uso de la gamificación y el aprendizaje basado en juegos también fomenta el desarrollo de actividades con herramientas y estrategias de alto interés para los estudiantes. El uso adecuado de recursos como equipos informáticos o teléfonos móviles en el proceso académico es otro resultado importante.

El análisis categorial realizado desde el grupo focal ha permitido establecer acciones de mejora para el diseño instruccional de una nueva propuesta de unidades didácticas. La mejora de los materiales y recursos de soporte, la revisión de los tiempos de duración de cada prueba, la actualización del tipo de preguntas propuestas (para fomentar una mayor discusión) y la incorporación de nuevos juegos y desafíos son parte de los resultados más importantes.

Es así, que la gamificación y el aprendizaje basado en juegos se pueden utilizar para fortalecer los procesos educativos en ingeniería con resultados muy prometedores en términos de motivación. Extender esta investigación a otras áreas, como la física y la ingeniería aplicada, puede ser relevante. Se espera que a largo plazo este tipo de acciones formativas redunden en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes y la minimización de la deserción escolar.

10. REFERENCIAS

En este ítem son presentadas las fuentes de información de las tesis, incluidas las que fueron citadas en las publicaciones:

ABET. (2016). CRITERIA FOR ACCREDITING ENGINEERING PROGRAMS. In *ABET*. Engineering Accreditation Commission. <http://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/10/E001-16-17-EAC-Criteria-10-20-15.pdf>

Al-Azawi, R., Al-Faliti, F., & Al-Blushi, M. (2016). Educational Gamification Vs. Game Based Learning: Comparative Study. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 7(4), 131–136. <https://doi.org/10.18178/ijimt.2016.7.4.659>

Alami, D., & Dalpiaz, F. (2017). A Gamified Tutorial for Learning About Security Requirements Engineering. *2017 IEEE 25th International Requirements Engineering Conference (RE)*, 418–423. <https://doi.org/10.1109/RE.2017.67>

Aldemir, T., Celik, B., & Kaplan, G. (2018). A qualitative investigation of student perceptions of game elements in a gamified course. *Computers in Human Behavior*, 78, 235–254. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.10.001>

Alderfer, C. P. (1969). An empirical test of a new theory of human needs. *Organizational Behavior and Human Performance*, 4(2), 142–175.

Alhammad, M. M., & Moreno, A. M. (2018). Gamification in software engineering education: A systematic mapping. *Journal of Systems and Software*, 141, 131–150. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.03.065>

Andrew, J., Henry, S., Yudhisthira, A. N., Arifin, Y., & Permai, S. D. (2019). Analyzing the factors that influence learning experience through game-based learning using visual novel game for learning pancasila. *Procedia Computer Science*, 157, 353–359. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.177>

Annamalai, S. (2016). Implementing ARCS model to design a motivating multimedia e-book for polytechnic ESL classroom. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, 8(8), 57–60.

Arruzza, E., & Chau, M. (2021). A scoping review of randomised controlled trials to assess the value of gamification in the higher education of health science students. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 52(1), 137–146. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmir.2020.10.003>

Ashkenazi, S., & Henik, A. (2012). Does attentional training improve numerical processing in developmental dyscalculia? *Neuropsychology*, 26(1), 45–56. <https://doi.org/10.1037/a0026209>

Aslan, A., & Zhu, C. (2018). Starting teachers' integration of ICT into their teaching practices in the lower secondary schools in Turkey. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, 18(1), 23–45. <https://doi.org/10.12738/estp.2018.1.0431>

Astleitner, H., & Hufnagl, M. (2003). The effects of situation-outcome-expectancies and of ARCS-strategies on self-regulated learning with web-lectures. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12(4), 361–376.

Atkinson, J.W. (1964). *An introduction to motivation*. Princeton, NJ: Van

Nostrand.

Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva* (Paidós (ed.)).

Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (2009). *Psicología Educativa, un punto de vista cognoscitivo* (E. Trillas (ed.)).

Barata, G., Gama, S., Fonseca, M. J., & Gonçalves, D. (2013). Improving student creativity with gamification and virtual worlds. *Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications*, 95–98. <https://doi.org/10.1145/2583008.2583023>

Barata, G., Gama, S., Jorge, J., & Gonçalves, D. (2017). Studying student differentiation in gamified education: A long-term study. *Computers in Human Behavior*, 71, 550–585. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.049>

Barkley, E., Major, C. H., & Cross, K. (2008). *Técnicas de aprendizaje colaborativo. Manual para el profesorado universitario*.

Barquero, B., Bosch, M., & Gascón, J. (2011). Los Recorridos de Estudio e Investigación y la modelización matemática en la enseñanza universitaria de las Ciencias Experimentales. *Enseñanza de Las Ciencias*, 29(3), 339–352.

Barr, M. (2018). Student attitudes to games-based skills development: Learning from video games in higher education. *Computers in Human Behavior*, 80, 283–294. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.11.030>

Baumgartner, T. A., Strong, C. H., & Hensley, L. D. (2005). *Conducting and reading research in health and human performance* (4th ed.). McGraw-Hill.

Becker, K. (2017). *Choosing and using digital games in the classroom*. Springer.

Benakli, N., Kostadinov, B., Satyanarayana, A., & Singh, S. (2017). Introducing computational thinking through hands-on projects using R with applications to calculus, probability, and data analysis. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, 48(3), 393–427.

Bennis, L., & Amali, S. (2019). From Learning Game to Adaptive Ubiquitous Game Based Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 14(16), 55–65.

Bergeson, T. (2000). *Teaching and Learning Mathematics. Using Research to Shift From the “Yesterday” Mind to the “Tomorrow” Mind*. State Superintendent of Public Instruction. <http://www.k12.wa.us/research/pubdocs/pdf/MathBook.pdf>

Bilge, P., & Severengiz, M. (2019). Analysis of industrial engineering qualification for the job market. *Procedia Manufacturing*, 33, 725–731. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.091>

Blohm, I., & Leimeister, J. (2013). Gamification. *Business & Information Systems Engineering*, 5(4), 275–278. <https://doi.org/10.1007/s12599-013-0273-5>.

Bogost, I., *Persuasive games: The expressive power of videogames*. Mit Press. Cambridge, MA, USA (2007).

Borras, O., Martínez, M., & Blanco, A. (2014). Gamification in MOOC: Challenges, Opportunities and Proposals for Advancing MOOC Model. *Proceedings of the Second International Conference on Technological*

Ecosystems for Enhancing Multiculturality, 215–220.
<https://doi.org/10.1145/2669711.2669902>

Boyle, E. A., Hainey, T., Connolly, T. M., Gray, G., Earp, J., Ott, M., Lim, T., Ninaus, M., Ribeiro, C., & Pereira, J. (2016). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education*, 94(Supplement C), 178–192. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.003>

Brown, A. (1992). Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141–178.

Burke, B. (2016). *Gamify: How gamification motivates people to do extraordinary things*. Routledge.

Cabero-Almenara, J. (2016). *Tendencias educativas para el siglo XXI* (1st ed.). UDIMA.

Castaño, C., Maiz, I., & Garay, U. (2015). Design, Motivation and Performance in a Cooperative MOOC Course. *Comunicar*, 44, 19–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.3916/C44-2015-02>

Castaño, E., Gallón, S., Gómez, K., & Vásquez, J. (2006). Análisis de los factores asociados a la deserción y graduación estudiantil universitaria.; *Lecturas de Economía*, 65, 9–36.

Castaño Garrido, C., Maiz Olazabalaga, I., & Garay Ruiz, U. (2015). Diseño, motivación y rendimiento en un curso MOOC cooperativo. *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación*, 44, 19–26. <https://doi.org/10.3916/C44-2015-02> .

Ceballos-Parra, P. J., Sarache, W. A., & Gómez, D. M. (2018). Un Análisis Bibliométrico de las Tendencias en Logística Humanitaria. In *Información tecnológica* (Vol. 29, pp. 91–104). scielocl. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000100091>.

Chen, C.-H., & Law, V. (2016). Scaffolding individual and collaborative game-based learning in learning performance and intrinsic motivation. *Computers in Human Behavior*, 55, 1201–1212. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.010>.

Chen, C.-M., Li, M.-C., & Chen, T.-C. (2020). A web-based collaborative reading annotation system with gamification mechanisms to improve reading performance. *Computers & Education*, 144, 103697.

Chen, C. H., & Law, V. (2016). Scaffolding individual and collaborative game-based learning in learning performance and intrinsic motivation. *Computers in Human Behavior*, 55, 1201–1212. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.010>.

Chen, M.-P., & Wang, L.-C. (2009). The Effects of Type of Interactivity in Experiential Game-Based Learning. In M. Chang, R. Kuo, Kinshuk, G.-D. Chen, & M. Hirose (Eds.), *Learning by Playing. Game-based Education System Design and Development* (pp. 273–282). Springer Berlin Heidelberg.

Chen, Y. (2017). Empirical study on the effect of digital game-based instruction on students' learning motivation and achievement. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3177–3187.

<https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00711a>.

Cheng, C. H., & Su, C. H. (2012). A Game-based learning system for improving student's learning effectiveness in system analysis course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31(2011), 669–675. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.122>.

Churches, A. (2009). Taxonomía de Bloom para la Era digital. *Eduteka*. <http://www.eduteka.org/articulos/TaxonomiaBloomDigital>

Clarke, S., Arnab, S., Keegan, H., Morini, L., & Wood, O. (2016). *EscapED: Adapting Live-Action, Interactive Games to Support Higher Education Teaching and Learning Practices BT - Games and Learning Alliance* (R. Bottino, J. Jeuring, & R. C. Veltkamp (eds.); pp. 144–153). Springer International Publishing.

Classcraft. (2018). *Herramienta para gamificar - Classcraft*. <https://www.classcraft.com/es/overview/>.

Colvin, M. y F. Rutland, Is Maslow's Hierarchy of Needs a Valid Model of Motivation, (en línea: <http://www.business.latech.edu/>, acceso 20 de marzo de 2019), Louisiana Tech University, USA (2008).

Collazos, C., Gonzalez, C., & Garcia, R. (2014). Computer Supported Collaborative MOOCs: CSCM. *Proceedings of the 2014 Workshop on Interaction Design in Educational Environments*, 28:32. <https://doi.org/10.1145/2643604.2643629>.

Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661–686. <https://doi.org//dx.doi.org.ezproxy.unal.edu.co/10.1016/j.compedu.2012.03.004>

Csikszentmihalyi, M., & Csikszentmihaly, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience* (Vol. 1990). Harper & Row New York.

De-Marcos, L., Garcia-Lopez, E., & Garcia-Cabot, A. (2016). On the effectiveness of game-like and social approaches in learning: Comparing educational gaming, gamification & social networking. *Computers and Education*, 95, 99–113. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.12.008>.

De-Benito, B., & Salinas, J. (2016). La investigación basada en diseño en Tecnología Educativa. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, 0, 44–59. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.6018/riite/2016/260631>

Deci, E. L., y Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale: Self-determination in personality. *Journal of Research in Personality*, 19(2), 109-134. [https://doi.org/10.1016/0092-6566\(85\)90023-6](https://doi.org/10.1016/0092-6566(85)90023-6).

Dempsey, J. V., & Burke Johnson, R. (1998). The development of an ARCS gaming scale. *Journal of Instructional Psychology*, 25(4), 215–221.

Derfler-Rozin, R., & Pitesa, M. (2020). Motivation Purity Bias: Expression of Extrinsic Motivation Undermines Perceived Intrinsic Motivation and Engenders Bias in Selection Decisions. *Academy of Management Journal*, ja.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011a). From game design elements to gamefulness: Defining “Gamification.” *Proceedings of the 15th*

Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers and Education*, 68, 586–596. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>.

Díaz-Ramírez, J. (2020). Gamification in engineering education – An empirical assessment on learning and game performance. *Heliyon*, 6(9), e04972. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04972>.

Dunn, M., Loch, B., & Scott, W. (2018). The effectiveness of resources created by students as partners in explaining the relevance of mathematics in engineering education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(1), 31–45.

ENAAE. (2015). EUR-ACE® FRAMEWORK STANDARDS AND GUIDELINES. In *European Network for Engineering Accreditation*. <http://www.enaee.eu/wp-assets-enaee/uploads/2012/02/EAFSG-Doc-Full-status-8-Sept-15-on-web-fm-Denis.pdf>.

Facey-Shaw, L., Specht, M., Van Rosmalen, P., & Bartley-Bryan, J. (2020). Do Badges Affect Intrinsic Motivation in Introductory Programming Students? *Simulation & Gaming*, 1046878119884996.

Faghihi, U., Brautigam, A., Jorgenson, K., Martin, D., Brown, A., Measures, E., & Maldonado-Bouchard, S. (2014). How Gamification Applies for Educational Purpose Specially with College Algebra. *Procedia Computer Science*, 41, 182–187. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.11.102>.

Farias, D., & Pérez, J. (2010). Motivación en la Enseñanza de las Matemáticas y la Administración. *Formación Universitaria*, 3(6), 33–40. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062010000600005>

Firat, M., Kiliç, H., y Yüzer, T. V. (2018). Level of intrinsic motivation of distance education students in e-learning environments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(1), 63-70. <https://doi.org/10.1111/jcal.12214>.

Fonseca-Tovar, L., Suarez-Gasca, C., & Zabala-Vargas, S. (2018). Estrategias pedagógicas, fundamentadas en Aprendizaje Basado en Juegos, para el mejoramiento en el proceso de enseñanza del concepto de fracciones matemáticas, en estudiantes de último nivel de básica primaria. In CIMTED (Ed.), *Las competencias y la sociedad del conocimiento* (1st ed., pp. 130–154).

Fuch, M., Fizek, S., Ruffino, P., & Schrape, N. (2014). *Rethinking gamification* (S. Fizek, M. Fuchs, P. Ruffino, & N. Schrape (eds.); 1st ed.). Meson Press-Hybrid Publishing Lab.

Furdu, I., Tomozei, C., Kose, U. Pros and Cons Gamification and Gaming in Classroom. *BRAIN: Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 2017, 8(2), 56-62.

Galbis Córdova, A., Martí Parreño, J., & Currás Pérez, R. (2017). *Higher education students' attitude towards the use of gamification for competencies development*. <http://hdl.handle.net/11268/6190>

Gamelearn, ¿Qué es Game-Based Learning? (en línea: <https://www.gamelearn.com/que-es-game-based-learning/>, acceso 20 de marzo de 2019), España

(2014).

Gast, I., Schildkamp, K., & van der Veen, J. T. (2017). Team-Based Professional Development Interventions in Higher Education: A Systematic Review. *Review of Educational Research*, 87(4), 736–767. <https://doi.org/10.3102/0034654317704306>.

Glaser, B. G. (1992). *Discovery of grounded theory*. Aldine.

Goehle, G. (2013). Gamification and Web-based Homework. *Primus: Problems, Resources & Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 23(3), 234–246.

Gómez-Prada, U., Orellana-Hernández, M., & Salinas-Ibáñez, J. (2020). Strategy for the Appropriation of a DSS in Small Bovine Producers Using Simulation and a Serious Video Game. *Information*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/info11120566>.

González-Tablas, A. I., de Fuentes, J. M., Hernández-Ardieta, J. L., & Ramos, B. (2013). Leveraging Quiz-based Multiple-prize Web Tournaments for Reinforcing Routine Mathematical Skills. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(3), 28–43.

Gros, B., & Suárez, C. (2013). *Aprender en red. De la interacción a la colaboración* (1st ed.). UOC.

Hainey, T., Connolly, T. M., Boyle, E. A., Wilson, A., & Razak, A. (2016). A systematic literature review of games-based learning empirical evidence in primary education. *Computers & Education*, 102, 202–223. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.09.001>.

Hakak, S., Noor, N. F. M., Ayub, M. N., Affal, H., Hussin, N., ahmed, E., & Imran, M. (2019). Cloud-assisted gamification for education and learning – Recent advances and challenges. *Computers & Electrical Engineering*, 74, 22–34. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2019.01.002>.

Hämäläinen, R., Manninen, T., Järvelä, S., & Häkkinen, P. (2006). Learning to collaborate: Designing collaboration in a 3-D game environment. *The Internet and Higher Education*, 9(1), 47–61. <https://doi.org/2048/10.1016/j.iheduc.2005.12.004>.

Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? -- A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025–3034. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>.

Hamari, Juho, Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016a). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow, and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045>.

Hamizul, M., & Rahimi, N. M. (2015). Design and Development of Arabic Online Games – A Conceptual Paper. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 1428–1433. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.771>.

Hanus, M. D., & Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers and Education*, 80, 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.019>.

Hao, K.-C., & Lee, L.-C. (2019). The development and evaluation of an educational game integrating augmented reality, ARCS model, and types of games for English experiment learning: an analysis of learning. *Interactive Learning Environments*, 1–14.

Heidmann, O., Vaz de Carvalho, C., Tsalapatas, H., Alimisi, R., & Houstis, E. (2016). *A Virtual City Environment for Engineering Problem Based Learning BT - Serious Games, Interaction, and Simulation* (C. Vaz de Carvalho, P. Escudeiro, & A. Coelho (eds.); pp. 74–79). Springer International Publishing.

Hernandez-Horta, I. A., Monroy-Reza, A., & Jimenez-García, M. (2018). Aprendizaje mediante Juegos basados en Principios de Gamificación en Instituciones de Educación Superior. *Formación Universitaria*, 11(5), 31–40. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062018000500031>.

Hernandez-Sampieri, R., & Mendoza-Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación - Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana. <https://www.ebooks7-24.com:443/?il=6443>.

Herrera Villamizar, N. L., Montenegro Velandia, W., & Poveda Jaimes, S. (2012). Revisión teorica sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Revista Virtual Universidad Catolica Del Norte*, 1(35), 254–287.

House, J. D. (2003). Instructional activities and interest in science learning for adolescent students in Japan and the United States: Findings from the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). *International Journal of Instructional Media*, 30(4), 429–443.

Huang, B., & Hew, K. F. (2016). Measuring learners' motivation level in massive open online courses. *International Journal of Information and Education Technology*, 6, 759–764. <https://doi.org/10.7763/IJJET.2016.V6.788>.

Huang, W. D., Johnson, T. E., & Han, S.-H. C. (2013). Impact of online instructional game features on college students perceived motivational support and cognitive investment: A structural equation modeling study. *The Internet and Higher Education*, 17, 58–68. <https://doi.org/2048/10.1016/j.iheduc.2012.11.004>.

Huang, W., Huang, W., Diefes-Dux, H., & Imbrie, P. K. (2006). A preliminary validation of Attention, Relevance, Confidence and Satisfaction model-based Instructional Material Motivational Survey in a computer-based tutorial setting. *British Journal of Educational Technology*, 37(2), 243–259.

Ibáñez, M. B., Uriarte Portillo, A., Zatarain Cabada, R., & Barrón, M. L. (2020). Impact of augmented reality technology on academic achievement and motivation of students from public and private Mexican schools. A case study in a middle-school geometry course. *Computers and Education*, 145(October 2019). <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103734>.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (2015). *Canvas de gamificación*. Canvas de Gamificación. <https://idea.itesm.mx/wp-content/uploads/2017/10/formato-canvas-para-gamification.pdf>.

Jagušt, T., Botički, I., & So, H.-J. (2018). Examining competitive, collaborative, and adaptive gamification in young learners' math learning. *Computers & Education*, 125, 444–457. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.022>.

Jayasinghe, U., & Dharmaratne, A. (2013). Game based learning vs. gamification from the higher education students' perspective. *Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)*, 683–688. <https://doi.org/10.1109/TALE.2013.6654524>.

Johnson, C. I., Bailey, S. K. T., & Buskirk, W. L. Van. (2017). Designing effective feedback messages in serious games and simulations: A research review. *Instructional Techniques to Facilitate Learning and Motivation of Serious Games*, 119–140.

Johnson, D., & Johnson, R. (1999). *Aprender juntos y solos* (G. E. A. S.A. (ed.)). <http://terras.edu.ar/jornadas/3/biblio/3JOHNSON-David-JOHNSON-Roger-Apendice.pdf>.

Johnson, D., Johnson, R., & Holubec, E. (1994). *Cooperative Learning in the Classroom*. Association for Supervision and Curriculum Development. http://cooperativo.sallep.net/El_aprendizaje_cooperativo_en_el_aula.pdf.

Kaczmarek, P. S. (2019). Mastering fourth industrial revolution through innovative personnel management – A study analysis on how game-based approaches affect competence development. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 2332–2337. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.554>.

Kapp, K. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*.

Karakis, H., Karamete, A., & Okçu, A. (2016). The effects of a computer-assisted teaching material, designed according to the assure instructional design and the ARCS model of motivation, on students' achievement levels in a mathematics lesson and their resulting attitudes. *European Journal of Contemporary Education*, 15(1), 105–113.

Ke, F., & Hsu, Y.-C. (2015). Mobile augmented-reality artifact creation as a component of mobile computer-supported collaborative learning. *The Internet and Higher Education*, 26, 33–41. <https://doi.org/2048/10.1016/j.iheduc.2015.04.003>.

Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & Education*, 55(2), 427–443. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.007>.

Keller, J. M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance- The ARCS Model Approach* (Vol. 1, Issue 1). Springer. <https://doi.org/10.1007/BF02905780>.

Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and Higher Education*, 8(1), 13–24. <https://doi.org/2048/10.1016/j.iheduc.2004.12.001>.

Kime, K., Torrey, R., & Hickey, T. (2015). CalcTutor: Applying the teachers dilemma methodology to calculus pedagogy. *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/FIE.2015.7344124>.

Klein, J. D. (1992). Effect of instructional gaming and reentry status on performance and motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 17(4), 364–370.

- Kovács, T., Szilágyi, R., & Várallyai, L. (2021). *Chapter 17 - The role of gamification in sustainable agricultural higher education* (D. Bochtis, C. Achillas, G. Baniyas, & M. B. T.-B.-E. and A. Lampridi (eds.); pp. 279–288). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819774-5.00017-5>.
- Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2014). *Focus groups: A practical guide for applied research* (5th ed.). Sage publications.
- Li, K., & Keller, J. M. (2018). Use of the ARCS model in education: A literature review. *Computers and Education*, 122(March), 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.019>.
- Li, Q., Lemieux, C., Vandermeiden, E., & Nathoo, S. (2013). Are You Ready to Teach Secondary Mathematics in the 21st Century? A Study of Preservice Teachers' Digital Game Design Experience. *Journal of Research on Technology in Education*, 45(4), 309–337.
- Liao, C.-W., Chen, C.-H., & Shih, S.-J. (2019). The interactivity of video and collaboration for learning achievement, intrinsic motivation, cognitive load, and behavior patterns in a digital game-based learning environment. *Computers & Education*, 133, 43–55. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.013>.
- Lizcano-Dallos, A. (2013). *Estudio de la dinámica de la cooperación en el aprendizaje de la matemática a través de la solución colaborativa de casos*. Universidad Autónoma de Bucaramanga.
- Lizcano-Dallos, A., Parra-Valencia, J., & Pineda-Ballesteros, E. (2016). Categorías ontológicas en el aprendizaje colaborativo: la solución de casos matemáticos. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 48, 100–115.
- Lizcano-Dallos, A. R., Parra-Valencia, J., Zabala-Vargas, J. E., Zabala-Vargas, S. A., & Lizcano-Reyes, R. N. (2018). Hallazgos y conclusiones. In *Las Tecnologías de la Información y las comunicaciones (TIC) en el desarrollo de competencias lecto-escritoras en educación básica y media- sistematización de experiencias en Colombia* (1st ed., p. 174). UDES.
- Loh, C. S., Sheng, Y., & Ifenthaler, D. (2015). *Serious Games Analytics: Theoretical Framework BT - Serious Games Analytics: Methodologies for Performance Measurement, Assessment, and Improvement* (C. S. Loh, Y. Sheng, & D. Ifenthaler (eds.); pp. 3–29). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05834-4_1.
- Loorbach, N., Peters, O., Karreman, J., & Stehouder, M. (2015). Validation of the Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) in a self-directed instructional setting aimed at working with technology. *British Journal of Educational Technology*, 46(1), 204–218. <https://doi.org/10.1111/bjet.12138>.
- Low, A. L. Y., Low, K. L. T., & Koo, V. C. (2003). Multimedia learning systems: a future interactive educational tool. *The Internet and Higher Education*, 6(1), 25–40. [https://doi.org/2048/10.1016/S1096-7516\(02\)00160-4](https://doi.org/2048/10.1016/S1096-7516(02)00160-4).
- Martens, A., & Mueller, W. (2016). Gamification - A Structured Analysis. *2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 138–142. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2016.72>.
- Martínez, G. A. (2017). Diseño de una Guía Didáctica basada en la Integración

de Mundos Virtuales al Entorno Educativo de la Universidad de Cundinamarca. In *Formación universitaria* (Vol. 10, pp. 3–14). scielocl. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000100002>

Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4), 370.

Matallaoui, A., Hanner, N., & Zarnekow, R. (2016). Gamification: Using game elements in serious contexts. StieglitzS. LattemannC. Robra-BissantzS. ZarnekowR. BrockmannT.(Eds.), 3–19.

Matteson, M. L., Anderson, L., & Boyden, C. (2016). “Soft Skills”: A Phrase in Search of Meaning. *Libraries and the Academy*, 16(1), 71–88. <https://doi.org/10.1353/pla.2016.0009>.

Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User’s Manual*. Prentice Hall. <https://books.google.com.co/books?id=tjcbAQAAIAAJ>

McKenney, S., & Reeves, T. C. (2018). *Conducting educational design research*. Routledge.

McClelland, D. C., Atkinson, J. W., Clark, R. A., & Lowell, E. L. (1953). The achievement motive. New York, 5.

Ministerio de Educación Nacional. (2008). *Ser competente en tecnología: ¡Una necesidad para el desarrollo!* http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-160915_archivo_pdf.pdf.

Ministerio de Educación Nacional. (2009). Deserción estudiantil en la educación superior colombiana-;Metodología de seguimiento, diagnóstico y elementos para su prevención. In *Ministerio de Educación Nacional de Colombia*. http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-254702_libro_desercion.pdf.

Ministerio de Educación Nacional. (2017). *La evaluación formativa y sus componentes para la construcción de una cultura del mejoramiento*. [http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/La evaluación formativa y sus componentes para la construcción de una cultura de mejoramiento.pdf](http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/La%20evaluaci3n%20formativa%20y%20sus%20componentes%20para%20la%20construcci3n%20de%20una%20cultura%20de%20mejoramiento.pdf)

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2003). *Resolución Número 2773 de 2013*. http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-86417_Archivo_pdf.pdf.

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2019). *Estadísticas del Sistema para la Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior* – SPADIES. https://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-357549.html?_noredirect=1

Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica* (Visor (ed.)).

Morelock, J. R., & Matusovich, H. M. (2017). Beginning to understand variation in teaching approaches to game-based learning. *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/FIE.2017.8190440>.

Morsi, R., & Mull, S. (2015). Digital Lockdown: A 3D adventure game for engineering education. *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/FIE.2015.7344072>.

- Nah, F. F.-H., Zeng, Q., Telaprolu, V. R., Ayyappa, A. P., & Eschenbrenner, B. (2014). Gamification of Education: A Review of Literature. In F. F.-H. Nah (Ed.), *HCI in Business: First International Conference, HCIB 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014. Proceedings* (pp. 401–409). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07293-7_39.
- Naik, N. (2017). The use of GBL to teach mathematics in higher education. *Innovations in Education & Teaching International*, 54(3), 238–246.
- Novak, J. (1998). *Learning, Creating and Using Knowledge* (L. E. Associates (ed.)).
- Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. (2018). *Edutrens- Gamificacion*. <https://observatorio.tec.mx/edutrendsgamificacion>
- Olmedo, V. H., & Ariza, R. (2012). Matemáticas en medicina: una necesidad de capacitación. *Medicina Interna de México*, 28, 278–281.
- Onwuegbuzie, A., Dickinson, W., Leech, N., & Zoran, A. (2011). Un marco cualitativo para la recolección y análisis de datos en la investigación basada en grupos focales. *Paradigmas*, 3(1), 127–157.
- Partovi, T., & Razavi, M. R. (2019). The effect of game-based learning on academic achievement motivation of elementary school students. *Learning and Motivation*, 68(August), 101592. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2019.101592>.
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide* (Oxford (ed.)). Wiley-Blackwell.
- Pivec, M., & Dziabenko, O. (2004). Game-based learning framework for collaborative learning and student e-teamwork. *Internet: Http://Www.Unigame.Net/Html/Publications.Html [May 2008]*.
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>.
- Priyaadharshini, M., Natha Mayil, N., Dakshina, R., Sandhya, S., & Bettina, S. (2020). Learning Analytics: Game-based Learning for Programming Course in Higher Education. *Procedia Computer Science*, 172, 468–472. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.143>.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>.
- Reeves, T. (2006). Design research from the technology perspective. In *Educational Design Research* (pp. 86–109). Taylor & Francis.
- Reyes, N. (2016). *Encuentra las diferencias: Gamificación y Aprendizaje Basado en el Juego*. Shift. <http://info.shiftlearning.com/blogshift/gamificacion-y-aprendizaje-basado-en-el-juego>
- Riera, B., Annebicque, D., & Vigário, B. (2016). HOME I/O: an example of Human-Machine Systems concepts applied to STEM education. *IFAC-PapersOnLine*, 49(19), 233–238. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.10.530>.

- Robra-Bissantz, S., & Lattemann, C. (2017). Customer-oriented strategies and gamification—The example of open customer innovation. In *Gamification* (pp. 51–63). Springer.
- Romero, M., Sawchuk, K., Blat, J., Sayago, S., & Ouellet, H. (2016). *Game-Based Learning across the Lifespan*. Springer.
- Russ, S. W., & Schafer, E. D. (2006). Affect in fantasy play, emotion in memories, and divergent thinking. *Creativity Research Journal*, 18(3), 347–354.
- Salinas, Jesus. (2000). *El aprendizaje colaborativo con los nuevos canales de comunicación* (pp. 199–228).
- Salinas, Jesús, de-Benito, B., & Lizana, A. (2014). Competencias docentes para los nuevos escenarios de aprendizaje. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 28(1), 145–163. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27431190010>.
- Sandrone, S., & Carlson, C. (2021). Gamification and game-based education in neurology and neuroscience: Applications, challenges, and opportunities. *Brain Disorders*, 1, 100008. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dscb.2021.100008>
- Sawyer, B. Foreword: From virtual U to serious game to something bigger; In *Serious games: Mechanisms and effects* by U. Ritterfeld y otros dos autores, pp 11–16, New York, USA (2009).
- SCIMAGO. (2018). *Scimago Journal & Country Rank*. Scimago Institutions Rankings. <https://www.scimagojr.com/>
- Shaffer, D. W., Squire, K. R., Halverson, R., & Gee, J. P. (2005). Video Games and the Future of Learning. *Phi Delta Kappan*, 87(2), 105–111. <https://doi.org/10.1177/003172170508700205>.
- Shemran, R. P., Clark, R. M., Bilec, M. M., Landis, A. E., & Parrish, K. (2017). Developing a Framework to Better Engage students in STEM via Game Design: Findings from Year 1. *2017 ASEE Annual Conference & Exposition*.
- Sim, J. (1998). Collecting and analysing qualitative data: issues raised by the focus group. *Journal of Advanced Nursing*, 28(2), 345–352. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.1998.00692.x>.
- Song, D., Tavares, A., Pinto, S., & Xu, H. (2017). Setting engineering students up for success in the 21st century: integrating gamification and crowdsourcing into a CDIO-based web design course. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3565–3585.
- Sousa, M. J., & Rocha, Á. (2019). Leadership styles and skills developed through game-based learning. *Journal of Business Research*, 94, 360–366. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ibusres.2018.01.057>.
- SPADIES. (2019). *Estadísticas de deserción programas virtuales de orden universitario*.
- Steiner, C. M., Kickmeier-Rust, M. D., & Albert, D. (2009). *Little Big Difference: Gender Aspects and Gender-Based Adaptation in Educational Games BT - Learning by Playing. Game-based Education System Design and Development* (M. Chang, R. Kuo, Kinshuk, G.-D. Chen, & M. Hirose (eds.); pp. 150–161). Springer Berlin Heidelberg.

Su, C., & Cheng, C. (2015). A mobile gamification learning system for improving the learning motivation and achievements. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(3), 268–286.

Suárez-Guerrero, C., & Gros-Salvat, B. (2013). *Aprender en red. De la interacción a la colaboración* (Primera ed, Vol. 52). Universitat Oberta de Catalunya. <http://www.digitaliapublishing.com/a/24389/>.

Subhash, S., & Cudney, E. A. (2018). Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature. *Computers in Human Behavior*, 87, 192–206. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.05.028>.

Sung, H.-Y., Hwang, G.-J., & Yen, Y.-F. (2015). Development of a contextual decision-making game for improving students' learning performance in a health education course. *Computers & Education*, 82, 179–190. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.012>

Sutton-Smith, B. (2009). *The ambiguity of play*. Harvard University Press.

Trechera, J. L. (2005). Saber motivar: ¿El palo o la zanahoria? Consultado de: <http://www.psicologiaonline.com/articulos/2005/motivacion.shtml>

Tenório, T., Bittencourt, I. I., Isotani, S., Pedro, A., & Ospina, P. (2016). A gamified peer assessment model for on-line learning environments in a competitive context. *Computers in Human Behavior*, 64, 247–263. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.06.049>.

Tinto, V. (1989). Definir la deserción: una cuestión de perspectiva. *Revista de Educación Superior*, 18(3), 33–51.

Tlili, A., Essalmi, F., Jemni, M., & Kinshuk. (2017). *Towards Applying Keller's ARCS Model and Learning by doing strategy in Classroom Courses BT - Innovations in Smart Learning* (E. Popescu, Kinshuk, M. K. Khribi, R. Huang, M. Jemni, N.-S. Chen, & D. G. Sampson (eds.); pp. 189–198). Springer Singapore.

Toda, A. M., do Carmo, R. M. C., da Silva, A. P., Bittencourt, I. I., & Isotani, S. (2019). An approach for planning and deploying gamification concepts with social networks within educational contexts. *International Journal of Information Management*, 46(October 2018), 294–303. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.10.001>.

Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2020). Collaboration and fuzzy-modeled personalization for mobile game-based learning in higher education. *Computers & Education*, 144, 103698. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103698>.

Turel, Y. K., & Ozer Sanal, S. (2018). The effects of an ARCS based e-book on student's achievement, motivation, and anxiety. *Computers and Education*, 127(August), 130–140. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.006>

Universidad Santo Tomás. (2004). *Proyecto Educativo Institucional*. <http://www.usta.edu.co/images/documentos/documentos-institucionales/pei.pdf>

Universidad Santo Tomás. (2014). *Departamento de Ciencias Básicas*. Portal Web Institucional de La Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga. <http://www.ustabuca.edu.co/gpresencia/vista/tpl/ustabmanga/departamento-ciencias-basicas.html>

Universidad Santo Tomás. (2015). *Unidad de Desarrollo Curricular y Formación Docente*. Portal Web Institucional de La Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga. <http://www.ustabuca.edu.co/ustabmanga/unidad-de-desarrollo-curricular-y-formacion-docente>

Universidad Santo Tomás. (2017). Instrumento de medición de causas de bajo rendimiento académico. In *Programa de Retención y Sostenibilidad Académica (PAAI)* (pp. 1–5).

Vandercruysse, S., ter Vrugte, J., de Jong, T., Wouters, P., van Oostendorp, H., Verschaffel, L., & Elen, J. (2017). Content integration as a factor in math-game effectiveness. *Educational Technology Research and Development*, 65(5), 1345–1368. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9530-5>

Visch, V.; N. Vegt, H. Anderiesen y K. Van der Kooij, Persuasive Game Design: A model and its definitions; CHI 2013: Workshop Designing Gamification: Creating Gameful and Playful Experiences, Paris-France: ACM, Abril (2013).

Wouters, P., & Oostendorp, H. van. (2017). Overview of instructional techniques to facilitate learning and motivation of serious games. In *Instructional techniques to facilitate learning and motivation of serious games* (pp. 1–16). Springer.

Wu, P.-L., Tsai, C.-H., Yang, T.-H., Huang, S.-H., & Lin, C.-H. (2012). Using ARCS Model to Promote Technical and Vocational College Students' Motivation and Achievement. *International Journal of Learning*, 18(4).

Wu, T. (2018). Improving the effectiveness of English vocabulary review by integrating ARCS with mobile game-based learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(3), 315–323.

Yamamoto, T., Sasaki, T., & Hayashida, S. (2016). MOOC Based Educational Model for Pre-University Writing Program. *International Symposium on Grids and Clouds 2015*, 239, 13.

Yang, K., Chen, J., & Lu, B. (2016). Development of a Digital Game-Based Learning System with Graduated Prompting Strategy for Math Course. *2016 5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*, 423–426. <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2016.152>.

Yildirim, I. (2017). The effects of gamification-based teaching practices on student achievement and students' attitudes toward lessons. *The Internet and Higher Education*. <https://doi.org/2048/10.1016/j.iheduc.2017.02.002>.

Zabala-Vargas, S., Ardila-Segovia, D., García-Mora, L., & de-Benito, B. (2020). Aprendizaje Basado en Juegos (GBL) aplicado a la Enseñanza de la Matemática en Educación Superior: Una revisión Sistemática de Literatura. *Formación Universitaria*, 13(1), 13–26. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000100013>.

Zabala-Vargas, S., de-Benito, B., Darder-Mesquida, A., Arciniegas-Hernandez, E., Reina-Medrano, J., & García-Mora, L. (2021). Strengthening motivation in the mathematical engineering teaching processes- A proposal from gamification and game-based learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(6), 4–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3991/ijet.v16i06.16163>.

Zabala-Vargas, S., García-Mora, L., & de-Benito, B. (2019). Estrategia pedagógica con aprendizaje basado en juegos-GBL, para fomentar la motivación

en el área de matemáticas en ingeniería. *XV Congreso Internacional Sobre El Enfoque Basado En Competencias “Modernización e Innovación En La Educación” - CIEBC 2019*, 92–94.

Zabala-Vargas, S., Garcia-Mora, L., de-Benito, B., Darder-Mesquida, A., Arciniegas-Hernandez, E., Reina-Medrano, J., & Ardila-Segovia, D. (2019). Incremento de la motivación en estudiantes de matemáticas en ingeniería - Una propuesta desde el aprendizaje basado en juegos. In Pontificia Universidad Católica del Perú (Ed.), *XXII Congreso internacional EDUTEC - Tecnología e innovación para la diversidad y calidad de los aprendizajes 2019* (pp. 550–567). <https://files.pucp.education/facultad/educacion/wp-content/uploads/2020/04/01130128/LIBRO-PONENCIAS-XXII-CONGRESO-EDUTEC-2019.pdf>.

Zabala-Vargas, S., Garcia-Mora, L., Reina-Medrano, J., & Arciniegas-Hernandez, E. (2020). Concepciones y prácticas docentes sobre la enseñanza de matemáticas en ingenierías apoyada con una estrategia GBL. In CIMTED (Ed.), *Memorias X Congreso internacional sobre formación en ciencia, tecnología y competencias- CIFCOM2020*.

Zabala-Vargas, Sergio A., Ardila-Segovia, D. A., García-Mora, L. H., & de-Benito, B. L. d. (2020). Game-based learning (GBL) applied to the teaching of mathematics in higher education. A systematic review of the literature. *Formacion Universitaria*, 13(1), 13–26. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000100013>.

Zabala-Vargas, Sergio Andrés, Garcia-Mora, L., de-Benito, B., & Ardila-Segovia, D. (2019). Motivation increases of mathematics students in Engineering – A proposal from Game Based Learning. *V Simposio ICACIT 2019*, 1–6. <http://icacit.org.pe/simposio/>

Zabala-Vargas, Sergio Andres, Montenegro, L., & Alfonso, D. (2013). Representación computacional y desarrollo de la competencia de modelamiento. In *El modelamiento matemático en la formación del ingeniero* (pp. 149–171). Universidad Central. <https://doi.org/978-958-26-0196-6>.

Zabala-Vargas, Sergio Andrés, Quique, P., & Fonseca, L. M. (2016). Implementación de estrategias educativas, mediadas por TIC, para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en último grado de Educación Primaria. *XI CONFERENCIA INTERNACIONAL GUIDE*, 591–614.

Zainuddin, Z., Chu, S. K. W., Shujahat, M., & Perera, C. J. (2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educational Research Review*, 30(February). <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>.

Zichermann, G. y C. Cunningham, *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*, O'Reilly Media, Inc, Canada (2011).

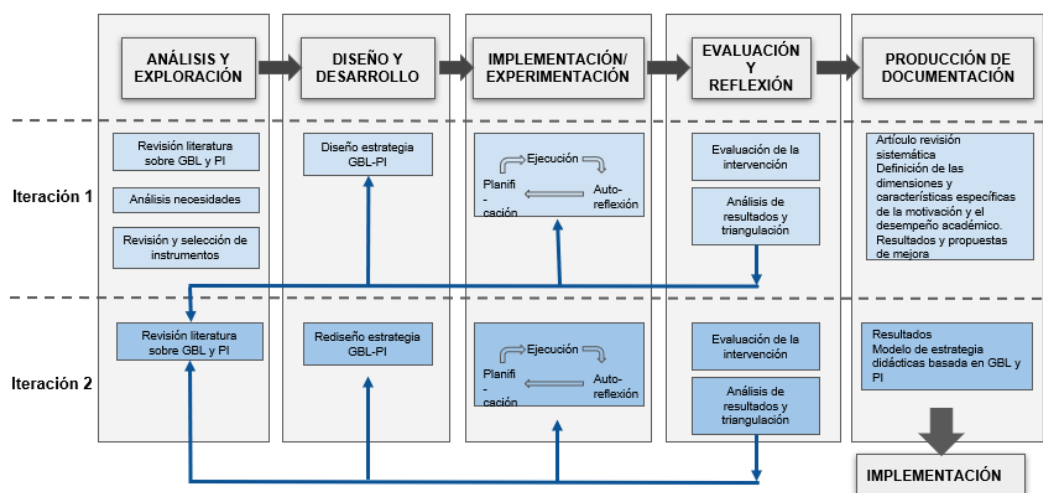
Zimmerling, E., Höllig, C. E., Sandner, P. G., & Welppe, I. M. (2019). Exploring the influence of common game elements on ideation output and motivation. *Journal of Business Research*, 94(February), 302–312. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.02.030>.

11. ANEXOS

11.1. Portafolio de unidades didácticas- Material de apoyo

Descripción de la acción formativa: La intervención educativa asociada al proyecto se ha realizado en dos momentos, I semestre de 2019 y II semestre de 2019 (posterior a un piloto en II semestre de 2018). Cada una de las intervenciones en los semestres citados se denominan en este documento **Iteración**, y fueron planeadas en conjunto con los aliados de la Universidad de las Islas Baleares (Doctorado en Tecnología educativa). La metodología propuesta es la Investigación Basada en Diseño (de-Benito & Salinas, 2016). El detalle se presenta en la Figura 8.

Figura 8. Esquema metodológico del proyecto



Se observa en este esquema que la intervención ha requerido de dos iteraciones (semestre) donde en el primero se realiza el diseño e implementación de una intervención educativa, fruto de la revisión de literatura y de los instrumentos existentes. En la segunda iteración se implementó un rediseño de la intervención, la cual se encuentra finalizada y en proceso de revisión de resultados.

Iteración 1

A continuación, se presenta, soportado con anexos de cada actividad, el proceso realizado. En la Tabla 13 se relaciona la información asociada a la primera iteración.

Tabla 13. Síntesis iteración I.

Iteración	I
Semestre	I Semestre de 2019.
Docentes involucrados	Investigador: Edgar Gilberto Arciniegas Docente apoyo: Rubén Darío Castillo
Número de grupos involucrados	2
Curso	Cálculo Diferencial
Número de estudiantes intervenidos	32
Actividades realizadas	Actividad 1- Peer Instruction sincrónica utilizando aplicativo Socrative

	Actividad 2- Preparación parcial final (evaluación formativa) sincrónica utilizando aplicativo Kahoot
Valoración porcentual asignada	0%. El trabajo se realizó sin valoración de nota para los estudiantes.

Actividad 1- Peer Instruction sincrónica

En una jornada de clase se realizó la aplicación del proceso iterativo de Peer Instruction, propuesto inicialmente por (Mazur, 1997), y en la que, a partir de preguntas complejas se espera que los estudiantes desarrollen un proceso de pensamiento, partiendo de lo individual a lo grupal, para la consolidación del concepto promovido por el docente. La estrategia se ludifica (aplicación de juegos) utilizando la herramienta interactiva Socrative. En la Figura 9 se muestra la estructura general de la metodología y en la Figura 10 se ilustra una de las preguntas motivadoras utilizadas. La duración de esta estrategia fue una sesión de 120 minutos.

Figura 9. Estrategia Peer Instruction que complementa al GBL

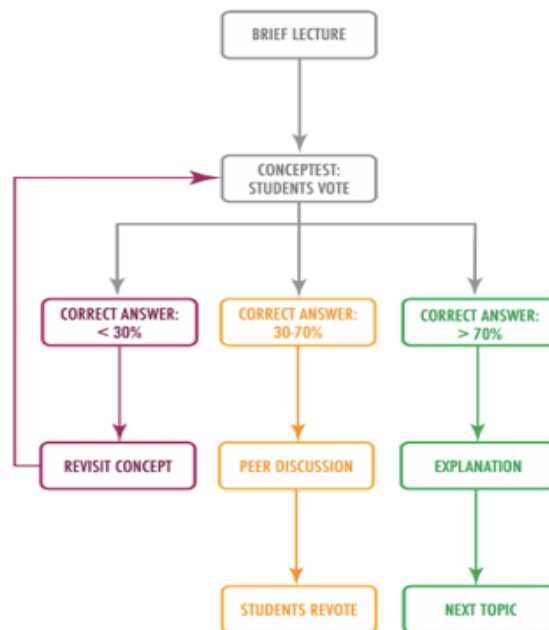


Figura 10. Ejemplo de pregunta propuesta para la discusión peer Instruction

#1

Ricardo, un egresado de la Facultad de Ingeniería Industrial de la USTA, está realizando un control de calidad en la fabricación y venta de un producto en una empresa del sector textil, sabe que la ecuación de la demanda para el producto es:

$$10P+x+0,01x^2=700.$$

y la función de costo total está dada por:

$$C(x)=1.000+0,01x^2.$$

Con el análisis de esta información Ricardo asegura que:

OPCIONES DE RESPUESTA

A La Utilidad marginal, cuando se producen y venden 100 artículos del producto, no se puede calcular dado que el precio del producto "P" sería negativo.

B La utilidad marginal que es la utilidad que obtenemos por el consumo de una unidad menos de un bien o servicio, se obtiene calculando la suma de los costos e ingresos marginales.

C La utilidad por el consumo de una unidad adicional cuando se fabrican y vendes 100 artículos del producto es de \$18 por unidad adicional.

D La utilidad por el consumo de una unidad adicional cuando se fabrican y vendes 100 artículos del producto es de \$3900 por unidad adicional, se obtiene de remplazar el valor de X por 100 en la función correspondiente.

Actividad 2- Preparación parcial final (evaluación formativa) sincrónica utilizando aplicativo Kahoot

En esta actividad se prepararon 30 preguntas de selección múltiple con única respuesta, considerando la Taxonomía de Bloom para preguntas (conocimiento, comprensión, aplicación y análisis) mostradas en (Churches, 2009). Se seleccionaron 23 preguntas que fueron implementadas en una sesión de 120 minutos con los estudiantes, un día antes del parcial final para apoyar la preparación de este. En la Figura 11 se muestra la implementación de dos preguntas en Kahoot y la visual (front-end del juego) y la Figura 12 muestra un par de evidencias de la implementación en clase.

Figura 11. Ejemplo de preguntas implementadas en Kahoot

Resolver el siguiente interrogante

86 Si $p(x)$ es un polinomio de grado 4 y $q(x)$ es un polinomio de grado 6, entonces $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{p(x)}{q(x)}$ es:

Answers: 0

▲ 1 ◆ 0

● Infinito ■ 4/6

Analizar el siguiente caso

A continuación, se presenta la gráfica cartesiana de una cierta función f .

La ecuación de la forma $y = a \sin(bx) + c$ que mejor se ajusta a la gráfica de la función f es:

▲ $y = 4\sin(2x) - 2$ ◆ $y = 3\sin(2x) + 1$

● $y = 4\sin(x/2) - 2$ ■ $y = 3\sin(x/2) + 1$

Figura 12. Evidencias desarrollo de las actividades



Iteración 2

A partir del aprendizaje obtenido en la primera iteración, y con la actualización de la revisión sistemática, se generó el rediseño para la segunda interacción. Se adicionó la herramienta Classcraft (Classcraft, 2018) como mediación general que incorpora otras herramientas ya utilizadas en la experiencia (Kahoot, Socrative), así como nuevas estrategias como el crucigrama online, Wolfram Mathematica, actividades sincrónicas, entre otros.

Tabla 14. Síntesis iteración II.

Iteración	II
Semestre	II Semestre de 2019.
Docentes involucrados	Investigador: Edgar Gilberto Arciniegas Docentes apoyo: Javier León y Jonatan López
Número de grupos involucrados	5
Curso	Cálculo Diferencial
Número de estudiantes intervenidos	74
Actividades realizadas	<p>Corte 2: Actividad 0 – Introducción al juego Classcraft Actividad 1- La gema del espacio – Parte 1- Actividad Socrative individual asincrónico con preguntas corte 1 Actividad 2.1 – La gema de la mente – Parte 1- Debate sobre el concepto de límite Actividad 2.2 – La gema del espacio parte II- Actividad Wolfram Mathematica Actividad 3 - La gema de la mente – Parte 2- Actividad conocimientos mediado por Socrative 2.0</p> <p>Corte 3: Actividad 4- La gema de la realidad- Reto Wolfram Mathematica</p>

	<p>Actividad 5- Reto Bonus - Participación evento IV Encuentro de estudiantes en torno a las ciencias básicas</p> <p>Actividad 6- Crucigrama de conceptos importantes del cálculo.</p> <p>Actividad 7 – Final- Las gemas del tiempo y el alma- Actividad de preparación final para el parcial – Kahoot</p>
Valoración porcentual asignada	10% para el corte II y 10% para el corte III según sugerencia del <u>Comité Académico del Departamento de Ciencias Básicas.</u>

Actividad 0- Introducción al juego Classcraft

La primera actividad de la segunda iteración con los estudiantes fue realizar la presentación formal del juego Classcraft como estrategia pedagógica para el trabajo en el curso de cálculo diferencial. En dicho juego existen misiones o actividades que el estudiante desarrolla a través de una historia (*story line*) llamativo para los estudiantes, el cuál es una adaptación de la historia de Marvel Comic – Avengers. En la Figura 13 se presenta la evidencia del mapa con 4 actividades (fuera del inicio y fin) que se establece como ruta de trabajo para el estudiante. En cada actividad hay una historia guía (llamativa para el estudiante) y un reto asociado al cálculo diferencial.

Figura 13. Ejemplo de mapa corte 2 y aventura propuesta.



En la Figura 14 se presentan todos los cursos generados para cada uno de los tres docentes. En la Figura 15 se muestra como ejemplo un listado de estudiantes y sus respectivos avatares (diferentes características propias para su formación integral).

Figura 14. Relación de cursos generados.

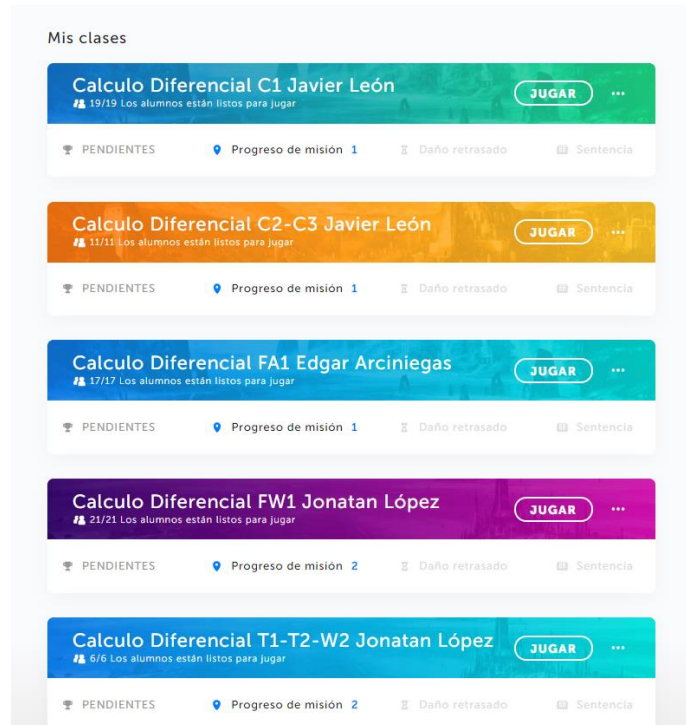
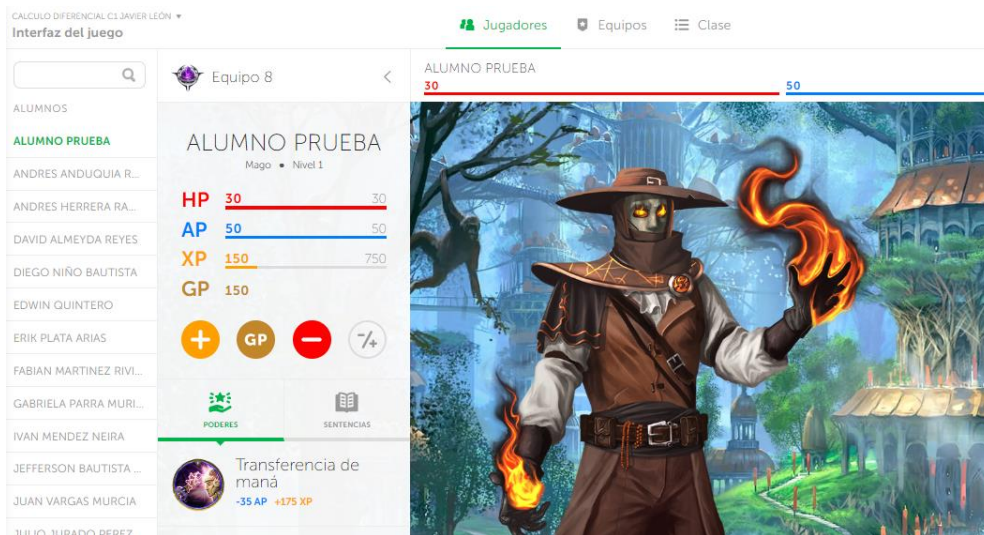



Figura 15. Estudiantes y sus avatares









Nota aclaratoria: En la Figura 15 se muestran los cuatro indicadores que tiene el juego HP (Puntos de vida), AP (Puntos de magia), XP (experiencia) y GP (puntos de oro). El HP es un indicador que mantiene al estudiante "en el juego", es decir que si su puntuación en este indicador llega a 0 debe realizar una acción específica o "penitencia" para volver al mismo. Dentro de una formación integral

se determinan aspectos transversales propios de las competencias genéricas y asociados a la formación del estudiante como persona íntegra y enmarcada en una sociedad (Universidad Santo Tomás, 2004). Estos comportamientos se presentan en la Figura 16 y no generan descuento o aumento de su nota. La idea central es garantizar un buen ambiente para el proceso de formación.

Figura 16. Relación de comportamientos a desalentar.

 HP (Puntos de salud)

HP	DESCRIPCIÓN	
-20	Ser grosero con el profesor o cualquiera de sus compañeros	
-20	Realizar cualquier tipo de fraude en las actividades programadas en el curso	
-15	Usar el teléfono móvil cuando no está permitido	
-15	No presentar actividades de clase designadas por el docente o presentarlas incompletas	
-10	Llegar tarde a clase	
-10	Retirarse del salón sin haber concluido la clase	
-8	Realizar actividades que no corresponden al espacio académico	
-5	Hablar fuera de lugar / Comentario inapropiado	
-5	No prestar atención a las explicaciones del profesor	

Los puntos de AP (puntos de magia) se van aprendiendo en la medida que el estudiante cumple sus actividades y permite que estos encuentren vías, individuales o colaborativas, para mejorar la experiencia del juego, encontrando estrategias que fomenten la participación del grupo.

Los puntos de GP (oro) son elementos que solo aportan en el juego y que permiten que el estudiante mejore la imagen de su personaje. La Figura 17 muestra un ejemplo de la evolución.

Figura 17. Ejemplo de evolución gráfica del personaje del estudiante.



Los puntos o parámetros de XP son los únicos que se relacionan con la nota del estudiante (asociado al 10% aprobado por el Comité). Estos puntos solo se obtienen del desarrollo de actividades asociadas al curso de cálculo diferencial y que se relacionan a continuación.

Actividad 1- La gema del espacio – Parte 1- Actividad Socrative individual asincrónico

En la primera actividad del corte 2 asociado al proyecto se desarrolló una prueba de 10 preguntas de tipo asincrónico, en el cual los estudiantes contaron con una semana para resolverlo. El tema central fue corte 1, para lograr apropiarse y afianzar estos conocimientos. En la Figura 18 se presenta un ejemplo de pregunta y en la Figura 19 se muestra un informe (anonimizado) de los resultados de los estudiantes en la prueba.

Figura 18. Ejemplo de pregunta implementada en el software online

#5 EDITAR

Observa la siguiente imagen y elige la opción que consideras correcta.

$f(x) = -3x^2 + 2x + 5$
 $f(4) = -4$

OPCIONES DE RESPUESTA

A

B

C

D

Figura 19. Ejemplo de informe recibido por cada estudiante

Nombre ↑	Puntuación (%) ↓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
*****	90%	D	B	B	D	D	C	D	A	C	E
*****	40%	A				D		D	A	C	
*****	0%										
*****	0%										
*****	30%	C	A	D	D	B	D	D	A	E	E
*****	90%	A	B	B	D	D	C	D	A	C	A
*****	50%	A	C	B	C	D	C	C	A	C	E
*****	70%	D	A	C	D	D	D	D	A	C	A
*****	70%	C	B	C	C	D	C	D	A	C	A
*****	90%	D	C	B	D	D	C	D	A	C	A
*****	90%	A	B	B	D	D	C	D	A	C	A
*****	70%	A	B	B	A	D	C	D	A	C	C
*****	70%	D	C	B	C	D	C	D	A	A	A
*****	80%	D	C	D	D	D	C	D	A	C	A
*****	0%										
*****	50%	B	D	B	A	D	C	C	B	C	A
*****	60%	B	B	B	A	D	C	D	E	C	C
*****	80%	D	D	B	C	D	C	D	A	C	A
*****	70%	C	A	B	D	D	C	D	B	C	A
*****	80%	D	B	C	D	D	A	D	A	C	A


Actividad 2.1 – La gema de la mente – Parte 1- Debate sobre el concepto de límite

En esta actividad se invitó a los estudiantes a debatir, colectivamente a través de un debate, sobre el concepto de límites matemáticos y su aplicación en contextos reales (de la ingeniería, de la vida, entre otros). Se generó una discusión respecto a posturas de teóricos y a la relación de esto con la realidad de la vida en sociedad. La actividad se desarrolló de forma sincrónica y asincrónica. La Figura 20 presenta la síntesis del trabajo propuesto.

Figura 20. Síntesis de la actividad.

2.1 Debate sobre el concepto de límite.

Muy buenos días héroes, espero se hayan sentido muy dinámicos recorriendo las actividades propuestas en nuestro viaje por el Universo, buscando las gemas del infinito. Dialogando con el poderoso Vengador Visión nos ha expresado lo siguiente:



"He superado mis límites, creo que obtener la gema de la mente me ha impulsado".

Al leer este apartado, podrías argumentar cómo Visión en su comentario, utilizando el término de límite, se puede relacionar contextualmente con nuestros habituales límites de funciones reales?

Actividad 2.2 – La gema del espacio– Parte 2- Actividad Wolfran Mathematica

Acorde con la orientación institucional del uso y apropiación del software Wolfran Matemática, se diseñó una propuesta en la cual los estudiantes realizaron un tutorial del aplicativo; y desarrollaron una serie de retos sobre el tema. El estudiante realizó la actividad en trabajo autónoma (asincrónica) y la entregó en físico a cada docente, quienes realizaron la evaluación. Se presentan como anexos la historia planteada, el reto propuesto, el documento tutorial y un archivo en W. Mathematica para ser utilizado como referencia.

Actividad 3 – La gema de la mente – Parte 2- Actividad conocimientos mediado por Socrative 2.0

Se retoma para la actividad final del corte 2 la herramienta Socrative y se preparó un conjunto de preguntas asociadas al corte 2, esto como resumen o preparación para el parcial final. El fomento de las competencias se centró en este caso en el concepto de límite y el cálculo en múltiples casos.

Esta actividad fue el cierre del corte dos.

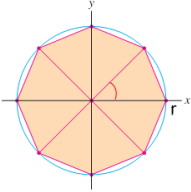
Actividad 4- La gema de la realidad- Reto Wolfran Mathematica

Reto con el que se dio apertura al corte 3 retomando el concepto de límite en la herramienta Wolfran Mathematica. La propuesta consistió en un trabajo grupal asincrónico donde los estudiantes realizaron un video donde describen la solución de un reto del cálculo de área a partir del límite al infinito. Este ejercicio, además de dar cuenta de temáticas de cálculo diferencial es apertura para las temáticas iniciales de cálculo integral. En la Figura 21 se presenta un extracto o apartado del reto propuesto y en la Figura 22 se presentan ejemplos de los videos desarrollados en el trabajo grupal de los estudiantes.

Figura 21. Apartado del reto propuesto.

APROXIMACIÓN AL ÁREA A PARTIR DEL LÍMITE AL INFINITO

Las gemas del infinito tienen figura de un n-gono regular, es decir, un polígono regular de n lados inscrito en un círculo; el polígono está formado por n puntos equidistantes sobre el círculo. Supongamos que el polígono que se muestra a continuación representa un n-gono regular inscrito en un círculo de radio r.



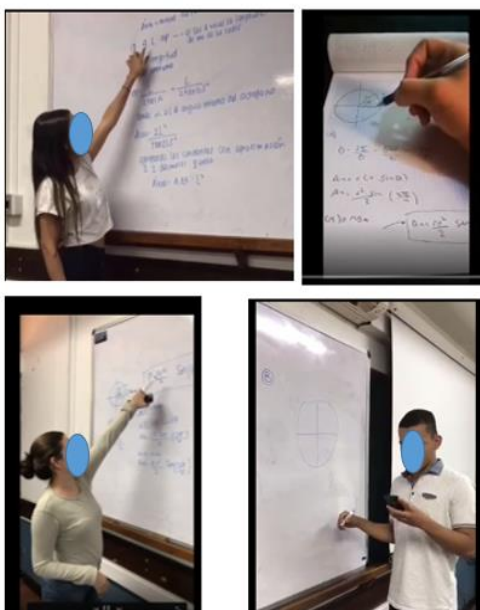
a. Use argumentos de trigonometría para demostrar que el área $A(n)$ del n-gono está dada por

$$A(n) = \frac{nr^2}{2} \sin\left(\frac{2\pi}{n}\right)$$

b. Si el número de lados del n-gono es muy grande, tal que $n \rightarrow \infty$, ¿porqué podríamos esperar que $A(n)$ tienda al área de un círculo?

c. Calcular $\lim_{n \rightarrow \infty} A(n)$ y comprobar su respuesta al literal b.

Figura 22. Ejemplos de cuatro videos del trabajo de los estudiantes



Actividad 5- Reto Bonus - Participación evento IV Encuentro de estudiantes

en torno a las ciencias Como actividad Bonus, adicional a las propias del cálculo diferencial, se le motivó a los estudiantes a participar en el evento institucional IV Encuentro de estudiantes en torno a las ciencias básicas. Cada estudiante para lograr su puntaje debía participar en el evento, redactar un párrafo sobre las temáticas de mayor interés y remitir un soporte o evidencia de su participación; es decir la bonificación no se propone solo por la inscripción al evento sino con la evidencia clara de participación. En la Figura 23 se presenta evidencias de esta actividad.

Figura 23. Ejemplo de participación de estudiantes



Actividad 6- Crucigrama de conceptos importantes del cálculo

Como estrategia para consolidación conceptual, se propuso el uso de un crucigrama con 17 conceptos claves del cálculo diferencial, para ser desarrollado y realimentado en clase (actividad sincrónica). En la Figura 24 se presenta el crucigrama implementado, el cual también se relaciona como anexo y en la Figura 25 se presentan dos momentos importantes de la actividad (estudiantes realizando la prueba y estudiantes voluntarios participando en la realimentación final).

Figura 24. Crucigrama diseñado para la actividad

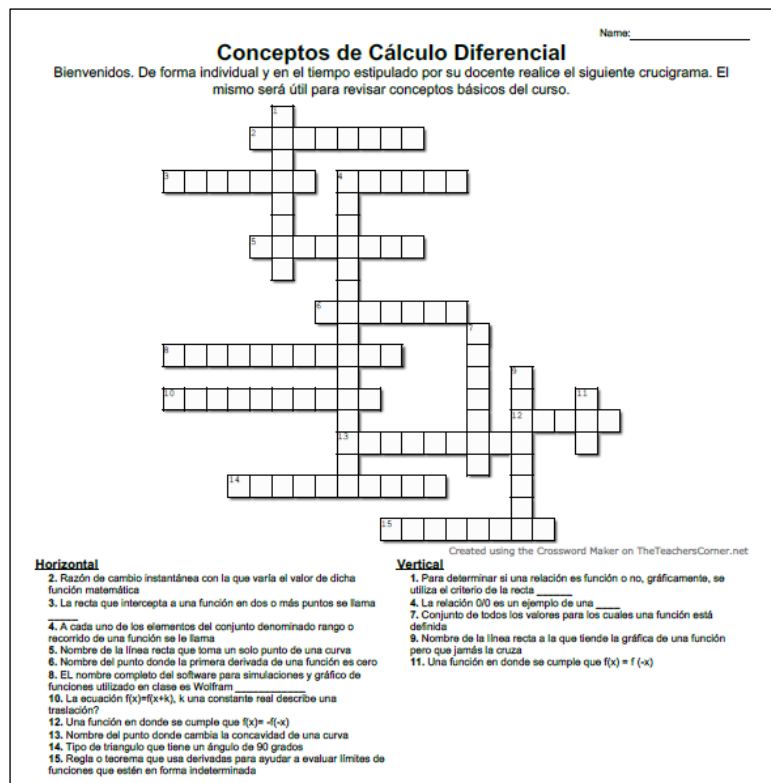


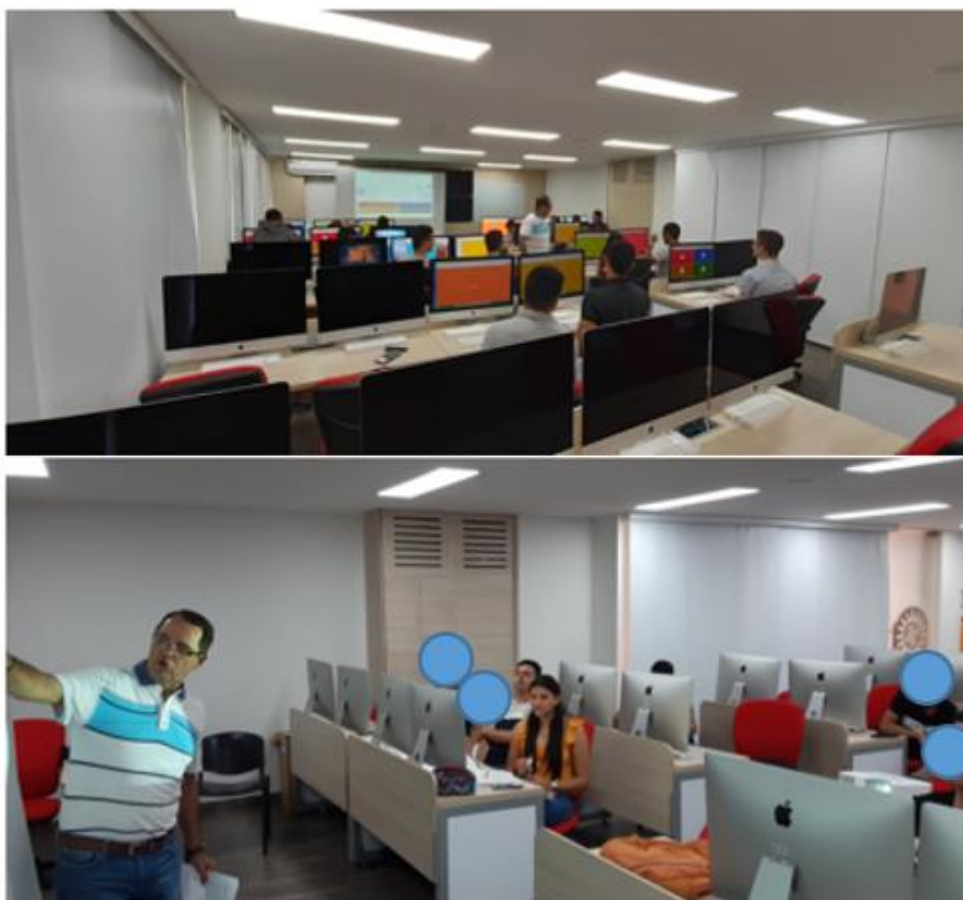
Figura 25. Evidencia de estudiantes participando en la actividad.



Actividad 7 – Final- Las gemas del tiempo y el alma- Actividad de preparación final para el parcial – Kahoot

El cierre del proceso con los estudiantes se da a partir de una prueba de preparación final para el parcial recurriendo a la herramienta Kahoot. Se preparó una secuencia de 12 preguntas de los tres cortes del curso de cálculo diferencial para ser desarrolladas en un taller sincrónico en aula de cómputo de forma individual. En la Figura 26 se presentan evidencias del desarrollo de los talleres, contando con una participación superior al 85 % de la población de estudiantes.

Figura 26. Evidencias del taller de preparación con Kahoot



11.2. Formato de consentimiento informado

Nombre del Estudio:	Estrategia de enseñanza-aprendizaje, soportada en aprendizaje basado en juegos-GBL y en Instrucción por Pares-PI, para mejorar la motivación y el desempeño académico de los estudiantes del área de matemáticas en programas de Ingeniería.
Patrocinador del Estudio / Fuente Financiamiento	Universidad Santo Tomás Universidad Santo Tomás- Seccional Bucaramanga
Investigadores Responsable:	Sergio Andrés Zabala Vargas Lewis Herney García Mora Jerson Iván Reina Medrano Edgar Gilberto Arciniegas Hernández
Depto/UDA	Grupo UNITEL Grupo Interdisciplinario de Investigación Educativa-ESPIRAL Grupo de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas- GICIBAYA

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar (o permitir participar a su hijo o representando), en una investigación realizada por los grupos de investigación de la Universidad Santo Tomás: Unidad de Investigación en Telecomunicaciones UNITEL, Grupo Interdisciplinario de

Investigación Educativa-ESPIRAL y Grupo de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas- GICIBAYA

Tome el tiempo que requiera para decidirse, lea cuidadosamente este documento y haga las preguntas que desee al personal del estudio. Este estudio está siendo financiado por la Universidad Santo Tomás- Seccional Bucaramanga, mediante un proyecto de la XI Convocatoria de Investigación.

La invitación a esta investigación se extiende pues usted (o su hijo o apoderado) es miembro activo de la comunidad educativa de la Universidad Santo Tomás. El objetivo de la presente investigación es *Implementar una estrategia de enseñanza-aprendizaje, soportada en aprendizaje basado en juegos-GBL e Instrucción por Pares-PI; orientada a mejorar el desempeño académico y la motivación de los estudiantes del área de matemáticas en Ingeniería.*

La principal intencionalidad de este es poder seguir mejorando los procesos pedagógicos para la formación de los ingenieros de la Universidad Santo Tomás, particularmente en un área de alta relevancia y complejidad como es la de matemáticas; a través del uso de juegos y otras estrategias motivadoras.

Procedimiento de la investigación: Durante la investigación vamos a realizar sesiones, en el marco del curso de Cálculo Diferencial, así como actividades de trabajo autónomo; donde se implementan estrategias, basadas en juegos, para observar posible mejora en la dinámica de aprendizaje. Los instrumentos para medición se aplicarán en el transcurso del semestre

Riesgos: No existen riesgos durante la investigación, los datos contarán con un trato confidencial, y de anonimización de los datos, con el fin de salvaguardar los derechos y autonomía de los participantes

Beneficios: Con esta investigación se busca tener insumos para fortalecer las estrategias de enseñanza y aprendizaje en las matemáticas, así como aportar en una mayor motivación y comprensión de los cursos asociados a esta área.

Confidencialidad: No diremos a otras personas que estas en esta investigación y no compartiremos información sobre ti a nadie que no trabaje en el estudio de investigación.

Voluntariedad: Tu participación en esta investigación es completamente voluntaria. Tú tienes el derecho a no aceptar participar o a retirar tu consentimiento de esta investigación en el momento que lo estimes conveniente. Al hacerlo, tu no pierdes ningún derecho como estudiante de la Universidad Santo Tomás. Si retiras tu consentimiento la información obtenida no será utilizada.

- Entiende que tu participación es voluntaria _____(SI/NO)

A Quien Contactar:

Si tienes preguntas acerca de esta investigación puedes contactar al Ingeniero Sergio Andrés Zabala Vargas- Docente de la Facultad de Ingeniería de

Telecomunicaciones e Investigador de proyecto, al correo sergio.zabala@ustabuca.edu.co

Firma del Sujeto (o representante de menor de edad)

Nombre del Sujeto _____

C.C: _____

Fecha (Día/mes/año): _____

11.3. Tutorial para la construcción de unidades didácticas en Classcraft

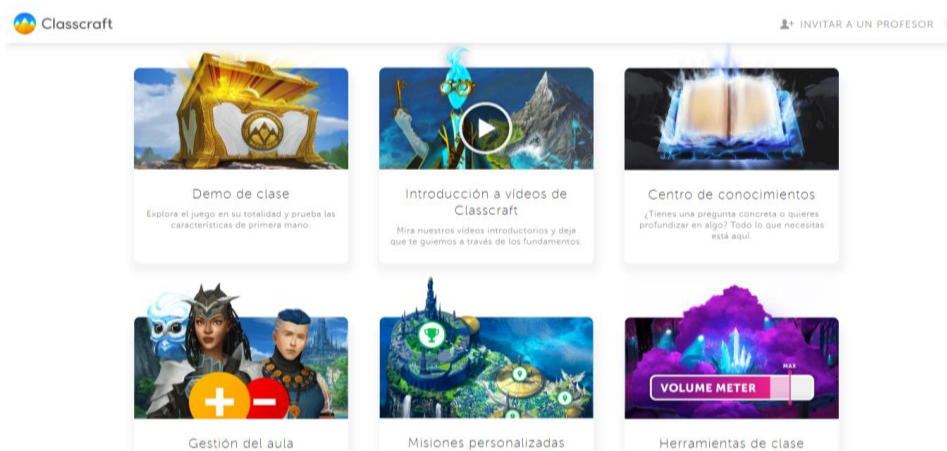
11.3.1. Creación del curso en Classcraft

En esta sección se presenta un breve tutorial realizado por el autor de la tesis doctoral para la implementación de unidades didácticas en la plataforma CLASSCRAFT; la cual permitió albergar las unidades didácticas de la iteración II.

Para construir un curso en Classcraft, tome en cuenta lo siguiente:

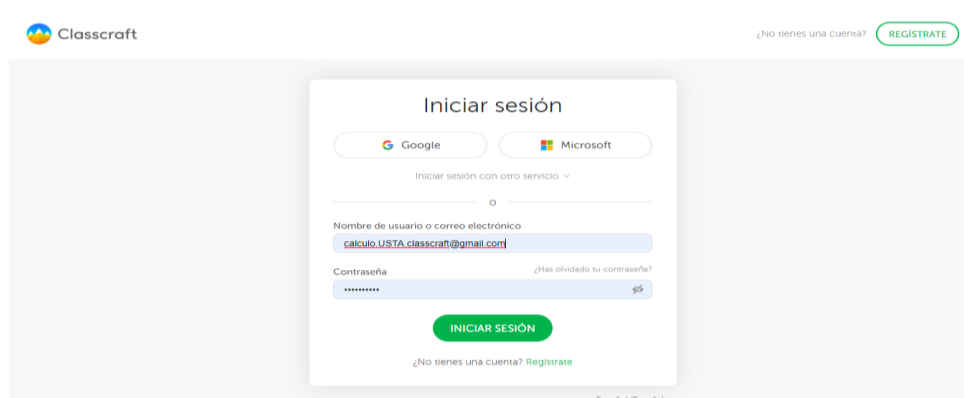
1. Dentro de la plataforma aparece un video tutorial de cómo funciona todo. Se recomienda verlo, para tener una inducción sobre la funcionalidad de esta.

Figura 27. Video tutorial Classcraft



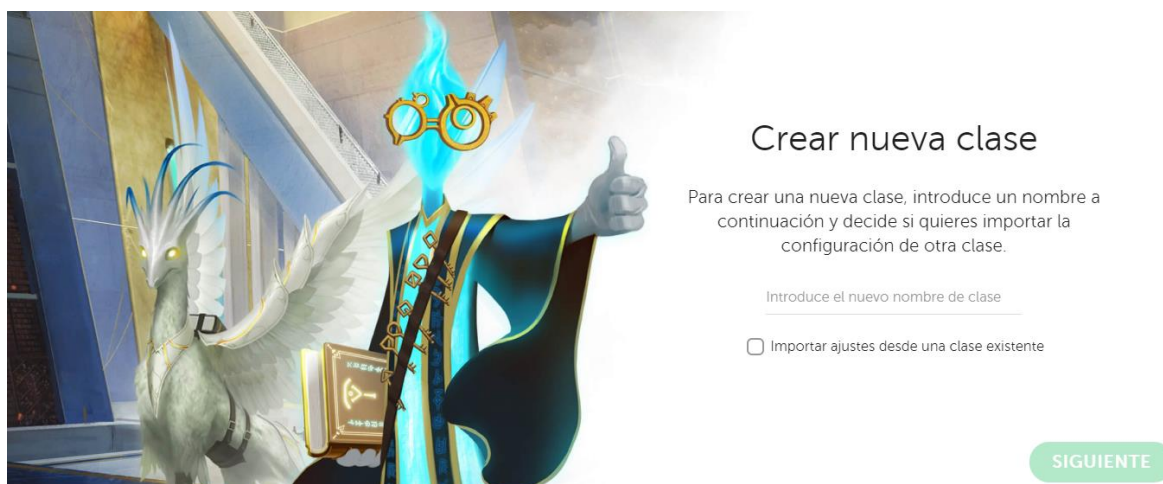
2. Una vez terminado el primer paso, se ingresa a la plataforma utilizando el correo electrónico y contraseña registrados.

Figura 28. Inicio de sesión Classcraft



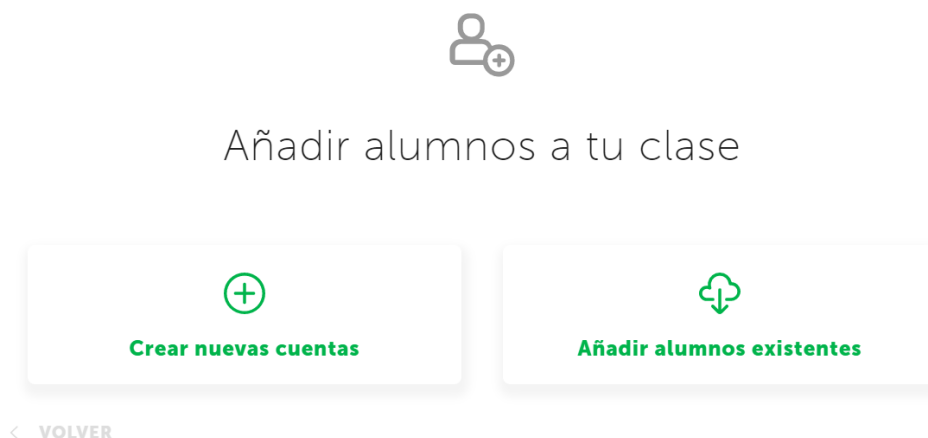
3. Luego se empieza a crear la clase. En la opción crear nueva clase, se desplegará una ventana donde ingresará el nombre de la clase, la duración de la clase, que hace referencia a cuánto tiempo va a durar las clases en las que se aplicará Classcraft; y cuántas horas a la semana.

Figura 29. Creación de nueva clase/aula



4. Terminado el paso 3. Se procede a preparar la clase con los alumnos que van a jugar en ella. Se introducen los alumnos con sus respectivos correos electrónicos.

Figura 30. Creación de perfil de alumnos Classcraft



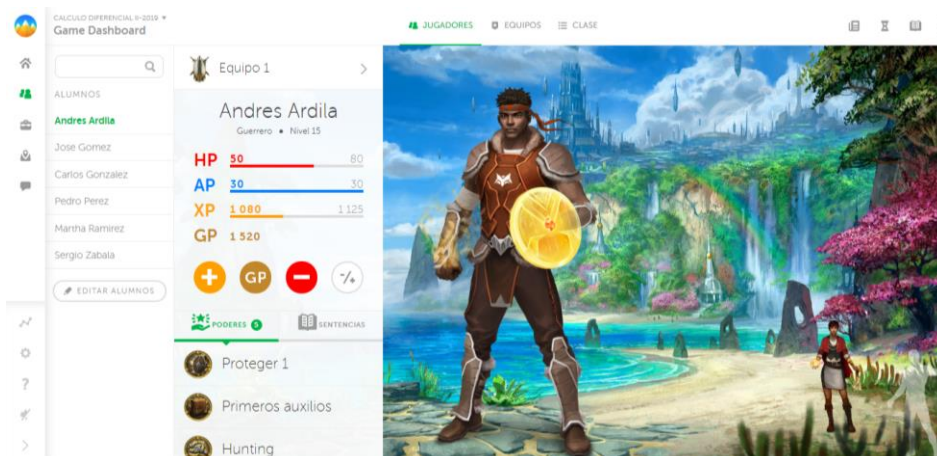
5. El siguiente paso, es distribuirlos por equipos, porque básicamente Classcraft es un juego que funciona por equipos y fomenta el trabajo cooperativo.

Figura 31. Creación de equipos para juego Classcraft



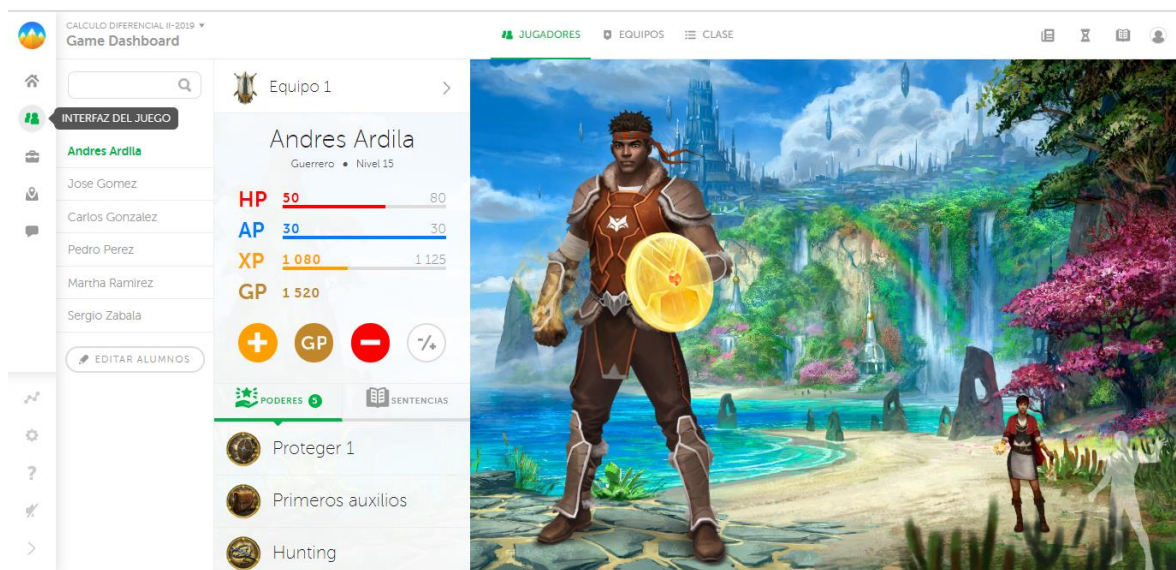
6. Ya terminado el 5 paso, se desplegará una ventana que dirá que su nueva clase está lista. Se debe continuar con el supervisor de clase y dar clic en comenzar.
7. Una vez creada la clase, le da clic a la clase que creo y ya se puede acceder a todas las opciones ofrecidas por Classcraft.

Figura 32. Características e información del avatar



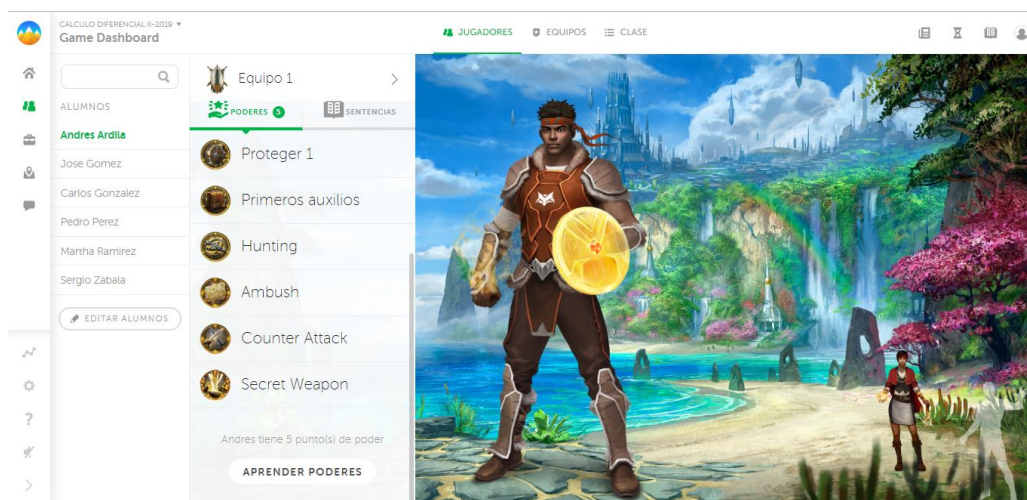
8. En la parte superior izquierda, se tienen todas las opciones minimizadas. En la opción "Inicio", se volverá a la interfaz donde aparecen las clases creadas.
9. En la opción "Interfaz del juego", se visualizará la clase con el paisaje seleccionado y algunos de los alumnos que hayan creado su avatar. También, se puede observar los personajes creados, que pueden ser Guerrero, Mago y Sanador. Cada personaje tiene puntos: HP, que son los puntos de salud; AP, puntos de poder; XP, puntos de experiencia y GP, monedas de oro. Estos son los puntos que los docentes deben administrar en sus clases según los resultados de los estudiantes. Con estos puntos, los estudiantes pueden obtener poderes o recompensas que pueden utilizar en las clases y también, perder puntos de vida.

Figura 33. información de HP, AP, XP, GP y otros parámetros de Classcraft



10. En la parte inferior, cuando se da clic a uno de los personajes, aparece la opción “Aprender poderes” donde hay instrucciones tanto para los alumnos y maestros acerca del funcionamiento.

Figura 34. Relación de poderes Classcraft



11. En las “Herramientas de clase”, aparecerá las herramientas para ludificar las lecciones (La Rueda del Destino, Los Jinetes de Vay, Batalla de jefes, La Montaña Blanca, La Pista Forestal, El Valle de Makus y Tesoros de Tavuros).

Figura 35. Herramienta de clases especiales



12. En la opción “Misiones”, aparecerán las misiones creadas para la clase, que son las actividades que se tienen para el curso que pueden ser de modalidad sincrónica o asincrónica. Ahí podrás ver el mapa central o misión, que estará conformado por unos círculos, llamados objetivos (metas), donde se definen las actividades que se desea que el estudiante desarrolle.

Figura 36. Entorno de juego- isla

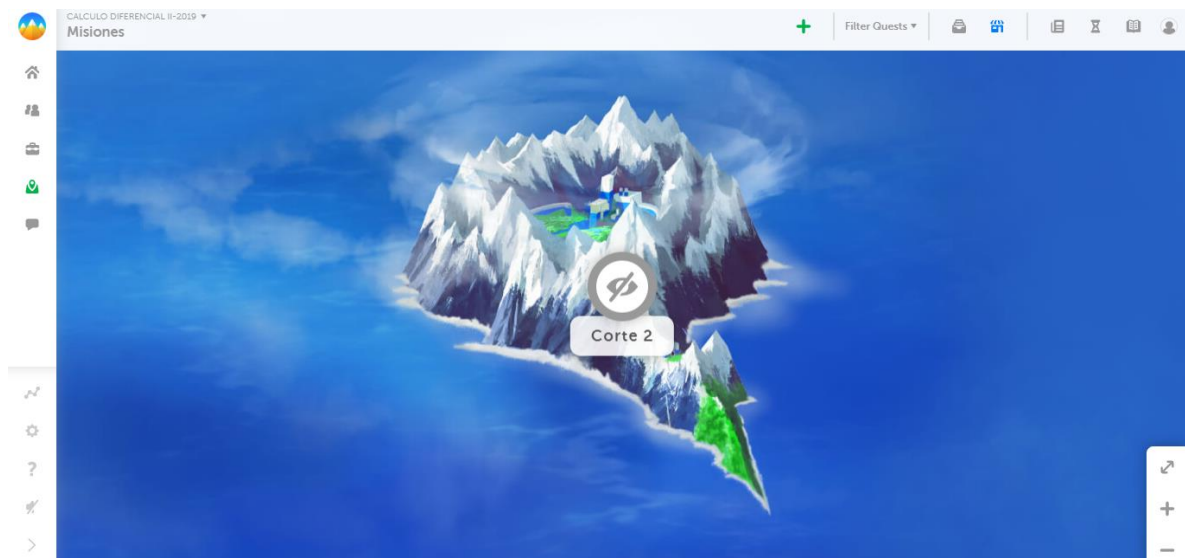


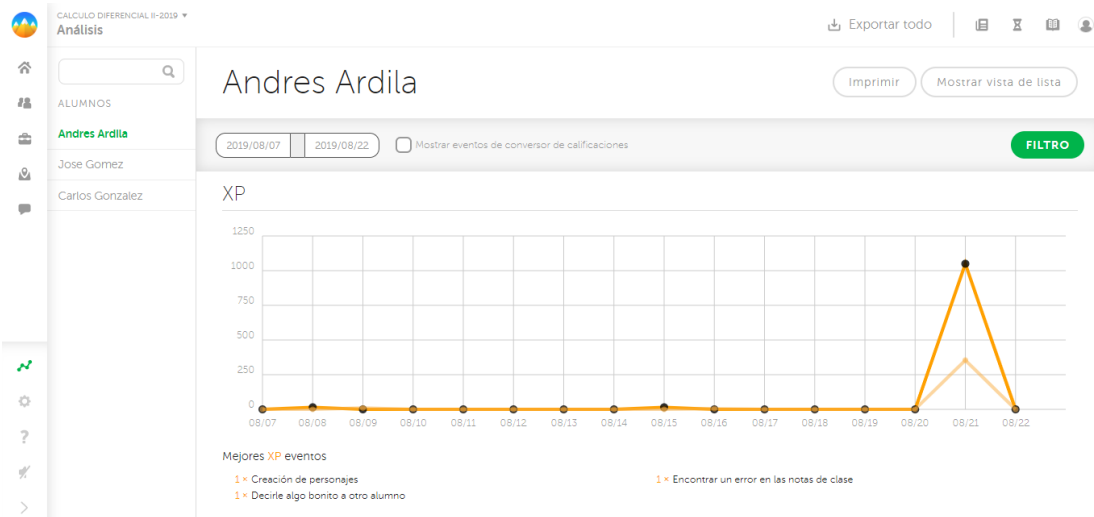
Figura 37. Mapa específico Classcraft con actividades



13. En la opción “Mensajes”, se puede interactuar con los jugadores y padres para responder algunas de sus inquietudes enviar algún mensaje informativo.

14. En la opción “Análisis”, se despliega un informe con los análisis del comportamiento de todos los jugadores y equipos en la clase.

Figura 38. Informe participación estudiantes



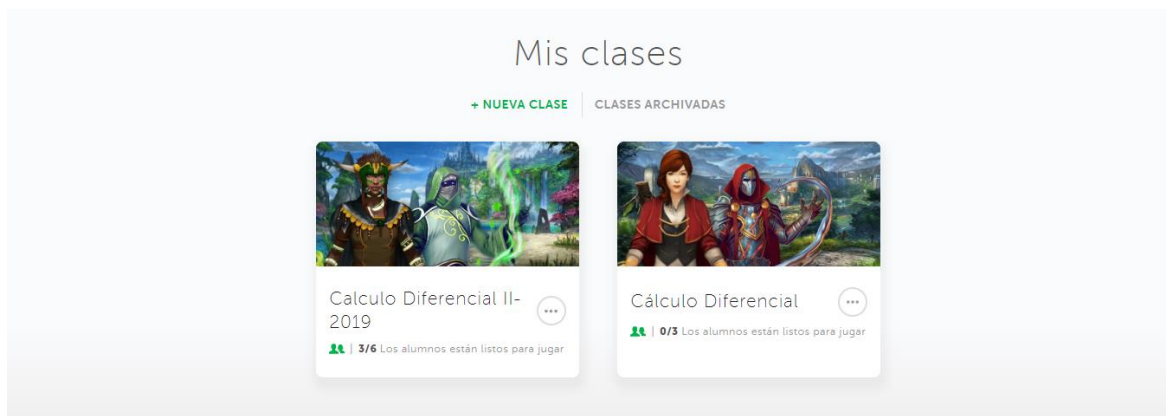
15. En la rueda “Configurar la clase”, se podrán editar todos los comportamientos de cómo pueden ganar los puntos de experiencia, perder puntos de salud y ganar monedas de oro. Igualmente, con los poderes, se podrán configurar los poderes que estarán disponibles para cada personaje, ajustados a la clase. Lo mismo pasa con las sentencias y eventos aleatorios. Además, en la parte inferior se podrán configurar las reglas del juego, la interfaz de Classcraft e incluso si se quiere borrar la clase en la opción “Archivar”.

11.3.2. Gestión del curso en Classcraft

Cuando vaya a utilizar Classcraft en sus clases, tome en cuenta lo siguiente:

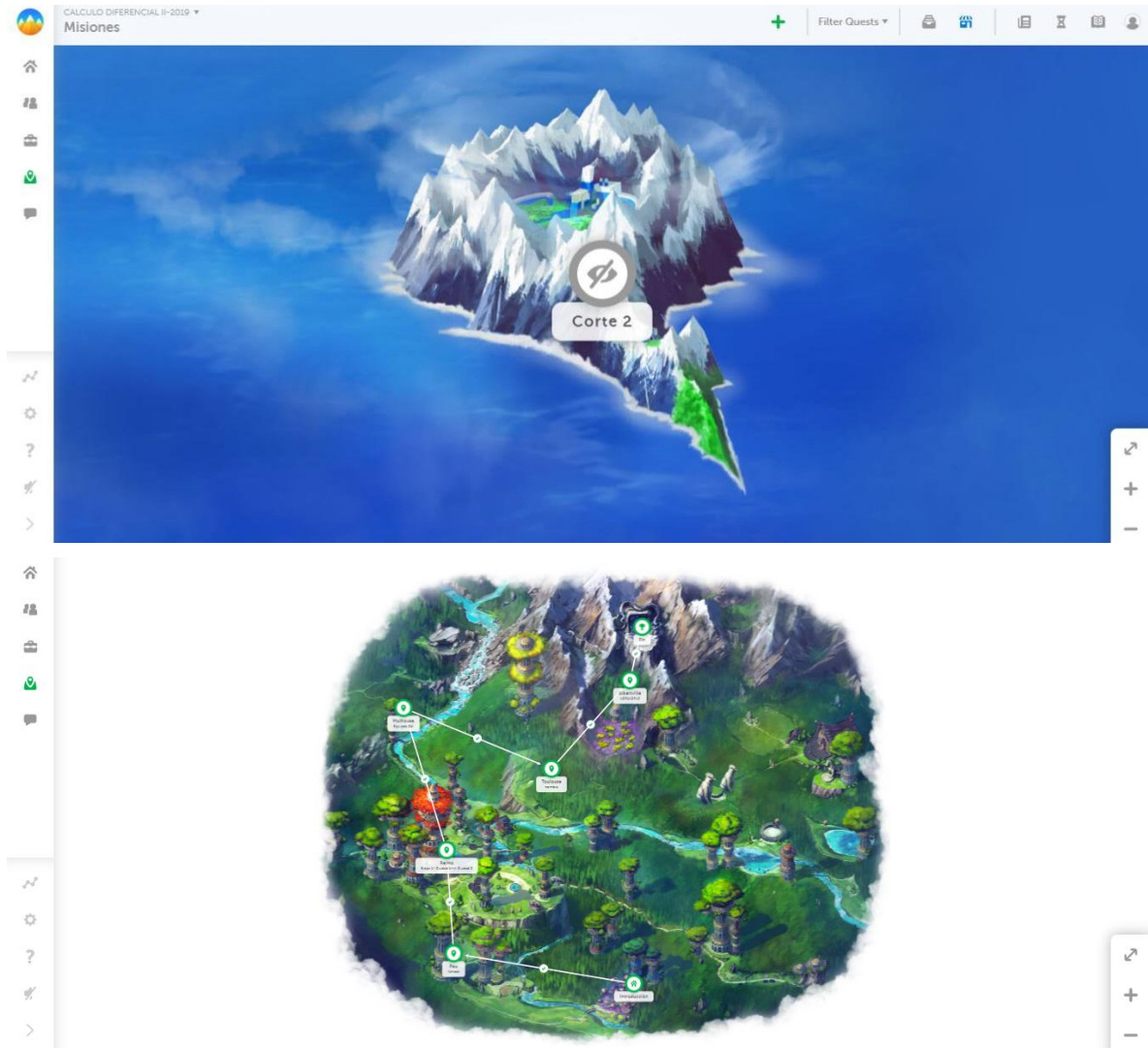
1. Ingrese a la plataforma utilizando el correo electrónico y contraseña registrados.
2. Ya ingresado, se desplegará una ventana donde aparecerá la clase. Se debe dar clic sobre ella y comenzar.

Figura 39. Entorno de clases disponibles



3. Se desplegará la interfaz del juego donde aparecerán los avatares correspondientes a todos los estudiantes que participan en la clase. También, se puede observar los puntos que tiene cada personaje: HP, que son los puntos de salud; AP, puntos de poder; XP, puntos de experiencia y GP, monedas de oro. Estos son los puntos que los docentes deben administrar en sus clases según los resultados de los estudiantes. Con estos puntos, los estudiantes pueden obtener poderes o recompensas que pueden utilizar en las clases y también, perder puntos de vida.
4. Para iniciar con la actividad programada para la clase, el docente deberá dirigirse hacia la parte superior izquierda y dar clic sobre el cuarto símbolo llamado "Misiones" y luego entrar en la misión respectiva. Ahí podrán visualizar el mapa central de la misión, conformado por cada uno de los objetivos, donde se definen las actividades que se desea que el estudiante desarrolle.

Figura 40. Entorno de juego - Classcraft



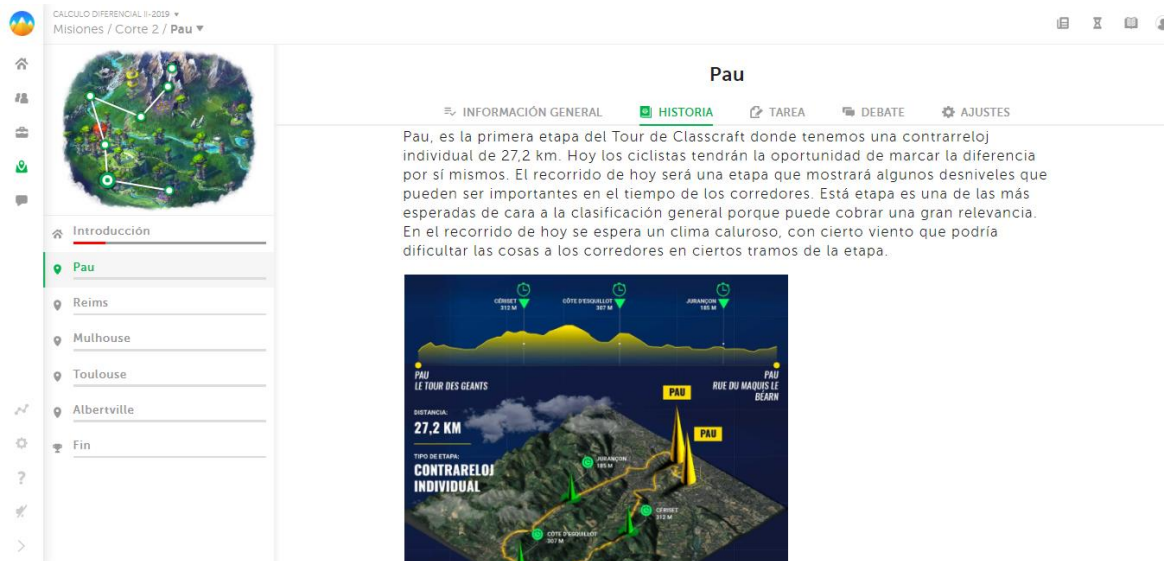
5. Una vez realizado el paso anterior, se debe seleccionar el objetivo que representa a la actividad que se va a desarrollar en clase. Dentro del objetivo aparecerá información general de la actividad, historia, tarea, debate y los ajustes de esta.

Figura 41. Panel frontal de actividades.



Dentro de la información general aparecerán los puntos otorgados a los alumnos por cumplir con la tarea, es decir la recompensa. En Historia, se describe la trama del objetivo.

Figura 42. Historia - Narrativa de la actividad



En la opción Tarea, se describen los pasos que deben seguir los estudiantes para cumplir con el objetivo. La opción Debate, es por si los estudiantes deben agregar alguna opinión, respuesta sobre una pregunta o actividad propuesta. Y la opción Ajustes, que es como tal la configuración que se le hace a la actividad, en relación con el vencimiento de la actividad, recompensa, la habilitación de algunas herramientas.

6. Una vez los estudiantes cumplan con el objetivo, se marcará el progreso como satisfactorio o insatisfactorio. Para pasar a la siguiente actividad. En la parte superior izquierda del segundo recuadro, aparece la opción

“Enviar opinión”, por si se quiere hacer alguna retroalimentación de la actividad.

Figura 43. Cumplimiento de la actividad

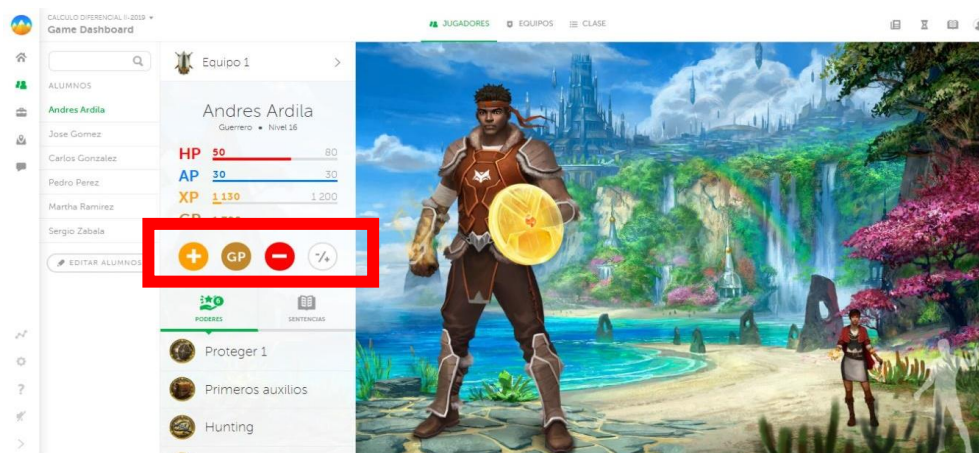
NOMBRE	A TIEMPO	TARDE	OPINIONES	RESULTADO
Jose Gomez				✓ ✗
Carlos Gonzalez				✓ ✗

7. Para iniciar alguna de las actividades, se puede hacer uso de las herramientas de clase. Para hacer uso de alguna de ellas, se debe dar clic sobre el tercer símbolo que aparece en la parte superior izquierda.

- Con la Rueda del Destino, puede seleccionar un estudiante o equipo al azar durante la clase.
- Con los Jinetes de Vay, puede seleccionar un evento aleatorio para iniciar la clase. Los eventos aleatorios pueden ser positivos, negativos o simplemente tontos. ¡A veces, incluso pueden involucrar al maestro! Sus efectos pueden ser instantáneos o durar todo el período de clase
- Con las Batallas de jefes, se puede preparar a los estudiantes para exámenes y cuestionarios y evaluar su aprendizaje. Son una forma de revisar las evaluaciones formativas durante la clase, y los estudiantes responden preguntas en voz alta en el aula.
- Con la Montaña Blanca, se puede un temporizador clásico. Está configurado en 5 minutos, pero puede hacer clic en cualquier número en la pantalla para cambiarlo.
- Con la Pista Forestal, puede hacer uso de un cronómetro. ¡Solo presione play y el reloj comenzará! Puede pausar y reanudar el cronómetro en cualquier momento, abrir la Rueda del Destino para elegir equipos o jugadores aleatorios y asignar puntos en el resultado, al igual que con La Montaña Blanca.
- Con el Valle de Makus, puede medir el volumen de ruido de su clase, este medidor de volumen es una herramienta que alienta a los estudiantes a que se callen.
- Con el Tesoro de Tavuros, puede ingresar resultados de exámenes, tareas o cuestionarios y convertirlos en puntos de salud (HP) y puntos de experiencia (XP) en el juego.

- Para asignar los puntos obtenidos por los estudiantes, se da clic en el segundo símbolo "Interfaz del juego", se selecciona al estudiante y aparecen los símbolos debajo de la descripción de los puntos que tiene cada avatar, se da clic sobre el último símbolo horizontal y ahí se pueden otorgar o quitar los puntos correspondientes. También, se puede hacer clic en cada uno de los tres primeros símbolos horizontales si solo se va a otorgar puntos de experiencia, moneda de oro o si se quitarán puntos de salud.

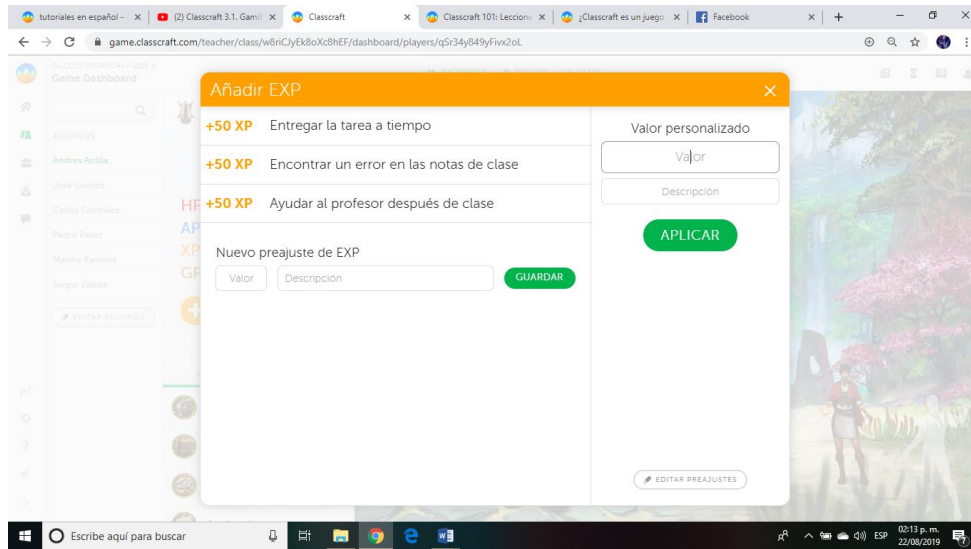
Figura 44. Asignación de puntos por parte del docente



Cuando se da clic sobre el último símbolo se desplegará la siguiente ventana, donde introducirá los puntos a otorgar o quitar. Una vez ingresado los valores se da clic sobre el chulo verde o en recibir daño, según corresponda.

Si se da clic sobre el primero, se desplegará la siguiente ventana donde se puede otorgar los puntos de experiencia. También, se puede añadir otras descripciones y valores sobre nuevos pre-ajustes de EXP. Al igual que pasa con el segundo y tercer símbolo horizontal.

Figura 45. Configuración de puntos de experiencia - XP



- Otorgar o quitar puntos, también se puede realizar por equipos y clase. Cuando se realiza por equipos, se da clic sobre la opción “Equipos” que aparece en el medio de la parte superior de la pantalla.

Se realiza el mismo procedimiento explicado anteriormente sobre la otorgación de puntos, dando clic sobre los símbolos que aparecen debajo del nombre del equipo.

Sin embargo, cuando se realiza por medio de clase, se da clic sobre la opción “Clase”, se selecciona a los estudiantes y se realiza el mismo procedimiento de otorgación de puntos, utilizando los símbolos que aparecen la parte superior derecha.

Figura 46. Panel frontal gestión del curso

The screenshot shows the 'CLASE' management panel in the game dashboard. It features a table of students with various stats and management options. The table has columns for 'NOMBRE', 'AUSENTE', 'MANAGE POINTS', 'TIPO', 'NIVEL', 'HP', 'AP', 'XP', and 'GP'. Each student row includes a 'CONFIGURAR PERSONAJE' button and a set of icons for managing points (+, GP, -, %).

NOMBRE	AUSENTE	MANAGE POINTS	TIPO	NIVEL	HP	AP	XP	GP
Pedro Perez	<input type="checkbox"/>	CONFIGURAR PERSONAJE						
Martha Ramirez	<input type="checkbox"/>	CONFIGURAR PERSONAJE						
Sergio Zabala	<input type="checkbox"/>	CONFIGURAR PERSONAJE						
Andrés Ardila	<input type="checkbox"/>	+ GP - %	Guerrero	16	50 / 80	30 / 30	1 130 / 1 200	1 700
Carlos Gonzalez	<input type="checkbox"/>	+ GP - %	Sanador	1	30 / 50	35 / 35	15 / 75	50
Jose Gomez	<input type="checkbox"/>	+ GP - %	Mago	1	30 / 30	50 / 50	65 / 75	75

10. Las reglas, poderes, comportamientos, sentencias y eventos aleatorios se editan en la rueda “Configurar la clase”, ahí se seleccionan los que se ajusten a la clase.

11. Una vez realizada la actividad y asignación de puntos, se cierra sesión.

11.4. Historial proyectos de investigación asociados a tesis doctoral

La presente tesis doctoral permitió la articulación estratégica entre el grupo de investigación UNITEL de la Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga, Colombia (donde el autor se desempeña como académico) con investigadores del grupo GTE de la Universidad de las Islas Baleares (particularmente la Dra. Bárbara de Benito C. y la Dra. Antonia Darder M).

La siguiente tabla relaciona algunos aspectos importantes de los proyectos relacionados. En todos, el autor de la tesis doctoral llevó labores de investigador principal.

Tabla 15. Relación proyectos de investigación asociados a la tesis doctoral

Nombre del proyecto	Coinvestigadores	Año	Recursos asignados (Euros)
Estrategia de enseñanza y aprendizaje, basada en elementos del aprendizaje basado en juegos- GBL, para el mejoramiento del desempeño académico y la motivación de estudiantes de ingeniería en cursos académicos del área de matemáticas.	USTA: Lewis Herney García M. UIB: Bárbara Luisa de Benito C.	2018	20000
Estrategia de enseñanza-aprendizaje, soportada en aprendizaje basado en juegos-GBL y en Instrucción por Pares-PI, para mejorar la motivación y el desempeño académico de los estudiantes del área de matemáticas en programas de Ingeniería.	USTA: Lewis Herney García M. Jerson Iván Reina M. Edgar H. Arciniegas UIB: Bárbara Luisa de Benito C. Antonia Darder M.	2019	45000
Estrategia de enseñanza-aprendizaje, soportada en aprendizaje basado en juegos-GBL y en		2020	40000

aprendizaje colaborativo, para mejorar la motivación y el desempeño académico de los estudiantes del área de matemáticas en programas de Ingeniería-Fase II.			
--	--	--	--

11.5. Instrumentos utilizados en la tesis doctoral

11.5.1. SIMMS

A continuación, se presenta el instrumento SIMMS, adaptación del IMMS de (Keller, 2010); junto a la codificación utilizada.

Tabla 16. Instrumento SIMMS utilizado en la tesis doctoral

INSTRUMENTO SIMMS PARA VALORACIÓN DEL MODELO ARCS						
INSTRUCCIONES						
A continuación, encontrará una serie de afirmaciones que intentan describen su experiencia durante la actividad realizada, califique de 1 a 5 según se sienta de acuerdo o no con cada una de ellas realizando una marca en el nivel de identificación que usted considere.						
Niveles de calificación:						
1. Totalmente desacuerdo						
2. Parcialmente desacuerdo						
3. Le es Indiferente						
4. Parcialmente de acuerdo						
5. Totalmente de acuerdo						
No olvide responder a la totalidad de las preguntas.						
Ejemplo						
Nº	ATENCIÓN	1	2	3	4	5
1	Me siento orgullo de ser colombiano					X
NOMBRE: _____ EDAD: _____						
Nº	PREGUNTA	1	2	3	4	5
1	Existió algo interesante cuando me presentaron la actividad utilizando la herramienta tecnológica que llamó mi atención desde el inicio.					
2	Cuando vi el ejercicio tuve la impresión de que iba a ser fácil para mí.					
3	Desarrollar los ejercicios me generó una sensación satisfactoria por haberlo realizado.					

4	Los ejercicios que se presentaron durante la actividad NO fueron atractivos.					
5	Finalizar la actividad satisfactoriamente fue importante para mí.					
6	La calidad en que se presentaron los ejercicios contribuyó a mantener mi Atención.					
7	Los ejercicios eran más difíciles de entender de lo que me hubiera gustado.					
8	Los ejercicios y la actividad en general son relevante para mis intereses.					
9	Los conocimientos desarrollados en las clases son útiles para resolver los ejercicios de la actividad.					
10	Disfruté participando en la resolución de las preguntas durante la actividad.					
11	La expresión de comentarios positivos, por parte de mis docentes y compañeros tras realizar los ejercicios, hicieron que me sintiera recompensado(a) por mi esfuerzo.					
12	Los ejercicios son tan abstractos que fue difícil mantener la atención sobre la actividad.					
13	Los ejercicios que planteaban en la actividad aumentaron mi curiosidad.					
14	Mientras estaba en la actividad, estaba seguro(a) de que podría resolver los ejercicios.					
15	El desarrollo de estas actividades será útil para mejorar mi desempeño en el curso.					
16	Me siento bien al haber finalizado la actividad satisfactoriamente.					
17	El desarrollo de la actividad servirá para mejorar mi desempeño en el curso.					
A	De 1 a 5 ¿Qué valor le darías a la experiencia vivida, siendo 1 el menor valor en cuanto a satisfacción y aprendizaje y 5 el mayor valor de satisfacción y aprendizaje?					

CODIFICACION

Orden de Aparición	Codificación Keller	ATENCIÓN
1	02A01	Existió algo interesante cuando me presentaron la actividad utilizando la herramienta tecnológica que llamó mi atención desde el inicio.
4	08A02	Los ejercicios que se presentaron durante la actividad no eran atractivos*
6	11A03	La calidad en que se presentaron los ejercicios contribuyó a mantener mi Atención
12	12A04	Los ejercicios son tan abstractos que fue difícil mantener la atención sobre la actividad

13	20A07	Los ejercicios que planteaban en la actividad aumentaron mi curiosidad
CONFIANZA		
2	01C01	Cuando vi el ejercicio tuve la impresión de que iba a ser fácil para mi
7	03C02	Los ejercicios eran más difíciles de entender de lo que me hubiera gustado
14	25C07	Mientras estaba en la actividad, estaba seguro(a) de que podría resolver los ejercicios
15	26C07	El desarrollo de estas actividades será útil para mejorar mi desempeño en el curso.
SATISFACCIÓN		
3	05S01	Desarrollar los ejercicios me generó una sensación satisfactoria por haberlo realizado
10	21S03	Disfruté participando en la resolución de las preguntas durante la actividad
11	27S04	La expresión de comentarios positivos tras los ejercicios, hicieron que me sintiera recompensado(a) por mi esfuerzo
16	32S05	Me siento bien al haber finalizado la actividad satisfactoriamente
RELEVANCIA		
5	10R03	Finalizar la actividad satisfactoriamente fue importante para mi
17	30R08	El desarrollo de la actividad servirá para mejorar mi desempeño en el curso.
8	16R04	Las actividades realizadas son relevantes para mis intereses
9	33R09	Los conocimientos desarrollados en las clases son útiles para resolver los ejercicios

Preguntas adicionales para evaluar el nivel de colaboración entre estudiantes⁶

Collaboration Ítem	%				
	1	2	3	4	5
The positive feedback from my classmates motivates my learning process					
Discussion with my classmates facilitated understanding of the topic					
I would have achieved the same understanding on the subject that I have now with individual work (inverse)					
My contribution to the well-being of my team was relevant to the development of the course					

⁶ Cuatro preguntas adicionales que fueron utilizadas en el instrumento SIMMS y que permitieron articular el elemento de trabajo colaborativo para el Artículo II.

11.5.2. Preguntas asociadas al grupo focal

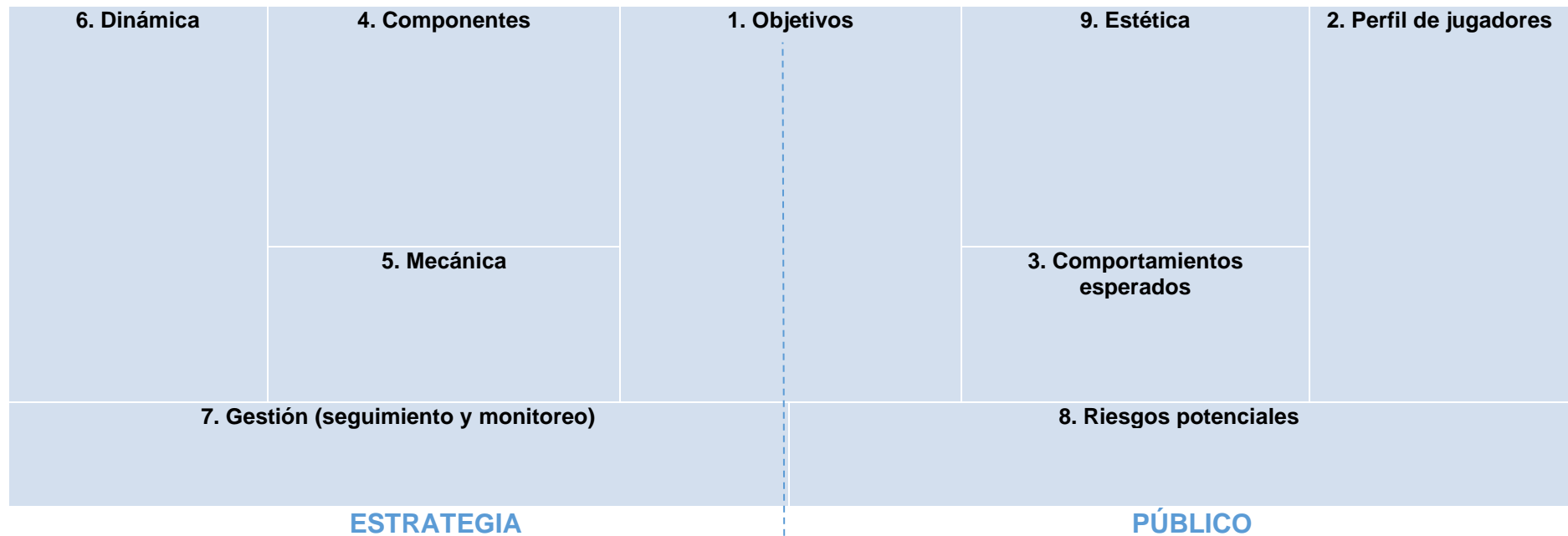
En la Tabla 17 se relacionan las 7 preguntas realizadas en el marco del grupo focal. Se presenta la codificación inicial realizada en la columna 1, la categoría en la columna 2 y la pregunta en la columna.

Tabla 17. Preguntas grupo focal utilizadas en la tesis doctoral.

Identificador	Categoría	Pregunta
A_1	Atención	¿Qué aspectos lo mantuvieron motivado y atento a la actividad?
R_1	Relevancia	¿Cree que las actividades didácticas le ayudarán a desempeñarse en el área de matemáticas o en el desarrollo de su carrera? ¿Por qué?
C_1	Confianza	¿Sintió que podía realizar el ejercicio o tuvo alguna duda en algún momento? Cuando la tuviste ¿Cuál fue esta duda?
S_1	Satisfacción	¿Quedó satisfecho con la forma en que hizo el ejercicio? ¿Había algo con lo que no se sintiera cómodo?
CS_1	Transversal	¿Cómo te sentiste durante la actividad?
CS_2	Transversal	¿Cuáles fueron los aspectos positivos y cuáles por mejorar en la actividad?
CS_3	Transversal	De 1 (poco valor) a 5 (gran valor), ¿qué valor le daría a la experiencia de aprendizaje realizada?

11.5.3. Canvas de gamificación

	Materia:	Fecha
	Profesora:	Iteración:



11.6. Ponencias SIITE

11.6.1. Ponencia SIITE 2017

Propuesta de implementación de un ambiente de aprendizaje, basado en gamificación, para el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería.

Autor: Sergio Andrés Zabala Vargas –Pasaporte: AM758653

Director: Dra. Bárbara Luisa De Benito Crosetti

Tema Clave: Enseñanza de las matemáticas en Ingeniería.

Fecha aproximada de conclusión: octubre de 2019

Estado de la investigación

El presente documento ilustra una propuesta la cual se encuentra en fase inicial de definición de proyecto; realizando la recopilación preliminar de antecedentes para la descripción detallada de la problemática que sustenta el proceso investigativo. La propuesta se encuentra soportada por la Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga, Institución de Educación Superior ubicada en el municipio de Bucaramanga-Colombia; con una población de 6298 estudiantes (5345 de grado, 753 de especialización y 199 de maestría)⁷. De dicha población, cerca del 15% de los estudiantes de grado se forman en programas de Ingeniería (Civil, Mecatrónica, Ambiental, Telecomunicaciones e Industrial).

Ahora bien, estudios de seguimiento realizados a esta población por parte del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Santo Tomás (UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, 2016) ha permitido evidenciar que los cursos académicos con mayor *tasa de mortalidad*⁸ son los asociados a Calculo Diferencial, Algebra Lineal y Calculo Integral (todos del área de matemáticas y agrupados en Ciencias Básicas); con un valor medio cercano al 45% en los dos semestres de 2016. Vale la pena resaltar que estos cursos académicos se encuentran ubicados en los primeros dos semestres de los programas de Ingeniería.

Coherente con lo anterior, el Departamento de Ciencias Básicas ha implementado también un instrumento preliminar, aplicado a primer semestre (como ejercicio piloto), donde se han generado categorías para representar las causas del bajo rendimiento del estudiante; y el cuál se ha aplicado a docentes y estudiantes. Entre dichas causas se encuentra: Inasistencia a clase, indisciplina y comportamiento inapropiado, poca dedicación al estudio, conocimientos previos insuficientes, alta complejidad en la temática, falencias en el método de estudio, bajo interés por la temática del curso, problemas familiares, metodología del docente, entre otros (UNIVERSIDAD SANTO TOMAS, 2016). En el momento de la entrega de este avance se encuentra en procesamiento dicha información.

Lo presentado anteriormente genera que los niveles de abandono de los estudiantes se concentren principalmente en estos primeros semestres,

⁷ Tomado del Portal Web institucional de la Universidad Santo Tomás (Universidad Santo Tomás, 2016).

⁸ Tasa de No aprobación del curso académico.

convirtiéndose, como indica Crissman & Lee Upcraft, citados en (Ventura, Palou, Széliga, & Angelone, 2014), en causas directas de la deserción.

Es con esta base inicial que el autor de la presente propuesta ha iniciado la revisión de referentes teóricos y de estado de arte que permita establecer estrategias de solución orientado al mejoramiento del rendimiento de los estudiantes en los cursos académicos relacionados en el párrafo anterior, incrementando la apropiación de las competencias que se esperan desarrollar. Se ha encontrado en un primer acercamiento recomendaciones como las presentadas por (Booth, 2004) y desarrollada más a fondo por (Cardella, 2008) donde se resalta la importancia de la interrelación entre docentes con formación en matemática y docentes con formación en ingeniería para la generación de currículos y estrategias más pertinentes. También (Cardella, 2008) expone la importancia del desarrollo del pensamiento matemático en los estudiantes, como estrategia de apropiación de conceptos y habilidades.

Por otra parte (Kostolányová, Šarmanová, & O, 2011) y (Ventura, Palou, Széliga, & Angelone, 2014), presentan la revisión del concepto de Estilos de Aprendizaje, como una estrategia para mejorar los procesos educativos y particularmente los asociados a las matemáticas; concentrándose en la capacidad de generar métodos de enseñanza adaptativos. Este último aspecto es también tratado por (Isoc & Isoc, 2010) destacando su aplicación en contextos escolares.

Otra línea de investigación encontrada para dar cuenta a la problemática propuesta es el uso del concepto del aula *Flip-Classroom (FC)*⁹ como estrategia pedagógica, que en el área de la enseñanza de las matemáticas se encuentra en experiencias como las mostradas por (Bradford, Muntea, & Pathak, 2014) cuyo proceso aplicado a estudiantes de primer año logró un incremento en los resultados cuantitativos de los exámenes finales de los estudiantes cercanos al 21%. Otra experiencia asociada al FC, esta vez apoyada en MOOC de matemáticas, es presentada en la investigación realizada por (Martínez, y otros, 2015). Este último trabajo se combina también con el concepto de *Learning Analytics*.

Otros aspectos que se encuentran en revisión por el autor se centran en (1) Trabajo colaborativo, (2) Modelamiento para la enseñanza de la matemática y (3) Ludificación. Sobre estos aspectos aún no se tienen revisiones documentales destacadas.

En este orden de ideas se presenta una primera aproximación a la pregunta de investigación, la cual se relaciona a continuación:

¿Cuál es el impacto que tiene la implementación de un ambiente de aprendizaje mediado por TIC, en el desempeño académico de los estudiantes de primer año de los cursos de matemáticas en programas de ingeniería?

Bibliografía

Booth, S. (2004). Learning and Teaching for Understanding Mathematics. *Proceedings of the 12th SEFI Maths Working Group Seminar*. Viena.

⁹ Aula invertida- Modelo pedagógico que propone el desarrollo de actividades de formación fuera del aula y utiliza el tiempo de clase para, junto con la experiencia del docente, facilitar otros procesos de adquisición y práctica de competencias.

Bradford, M., Muntea, C., & Pathak, P. (2014). An analysis of flip-classroom pedagogy in first year undergraduate mathematics for computing. *Frontiers in Education Conference (FIE), 2014 IEEE*. doi:10.1109/FIE.2014.7044072

Cardella, M. (2008). Which mathematics should we teach engineering students? An empirically grounded case for a broad notion of mathematical thinking. *Teaching Mathematics Applications*, 150-159.

Isoc, D., & Isoc, T. (2010). A new adaptative teaching method for engineering school. *Journal Plus Education / Educatia Plus*, 124-131.

Kostolányová, K., Šarmanová, J., & O, T. (2011). Classification of Learning Styles for Adaptive Education. *New Educational Review*;;, 199-212.

Martínez, D., P.J., M.-M., Ruipérez-Valiente, J., Kloos, C., Díaz, H., & Ruiz, J. (2015). Combining Learning Analytics and the Flipped Classroom in a MOOC of maths. *EC-TEL 2015 Workshops CHANGEE, WAPLA, and HybridEd*, (págs. 71-70). Toledo, España.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS. (2016). *Estudio de seguimiento a estudiantes de Ciencias Básicas- 2015-2016*. Bucaramanga-Colombia.

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS. (2016). *Instrumento medición de causas de bajo rendimiento académico*. Bucaramanga-Colombia: Universidad Santo Tomás.

Universidad Santo Tomás. (15 de agosto de 2016). *La Universidad Santo Tomás en cifras*. Recuperado el 17 de enero de 2017, de <http://www.ustabuca.edu.co/ustabmanga/la-universidad-en-cifras>

Ventura, A., Palou, I., Széliga, C., & Angelone, L. (2014). ESTILOS DE APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA EN INGENIERÍA: UNA PROPUESTA DE EDUCACIÓN ADAPTATIVA PARA PRIMER AÑO. *Revista Educación en Ingeniería*, 178-189. Recuperado el 17 de enero de 2017, de <http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/461/220>

Dudas y preguntas para expertos

¿La temática presente se encuentra alineada en los temas de investigación actuales del(los) grupos de investigación asociados al Doctorado en Tecnología Educativa?

¿Cuál pudiese ser la estrategia para determinar las variables asociadas a la investigación?

¿Qué referentes teóricos y conceptuales pudiese el panel recomendar sobre la temática expuesta en el presente documento?

11.6.2. Ponencia SIITE 2018

Estrategia de enseñanza, con metodología de aprendizaje basado en juego, para el mejoramiento del desempeño académico y la motivación de estudiantes en cursos de matemáticas de primer año de ingeniería.

Sergio Andrés Zabala Vargas

Doctorado en Tecnología Educativa.

Universidad de las Islas Baleares.

La presente propuesta de investigación tiene como objetivo diseñar, implementar y validar una estrategia pedagógica que, fundamenta en la metodología de aprendizaje basado en juegos-GBL, permita mejorar el desempeño académico y la motivación de los estudiantes de primer año de matemáticas en Ingeniería de la Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga. Esta iniciativa se encuentra en fase de definición metodológica para el desarrollo de la iniciativa, así como la consolidación del estado de arte de la temática. Particularmente, se desea compartir la determinación de la problemática y los soportes teóricos y conceptual que orientan el desarrollo metodológico en fase inicial.

Palabras Clave

Enseñanza de la matemática en ingeniería, aprendizaje basado en juegos, motivación, desempeño académico.

Marcos conceptuales o temas principales de la tesis

La importancia de la matemática en los programas de ingeniería se encuentra ampliamente soportado (ABET, 2016; ENAEE, 2015). Evidencias presentadas en (A. Lizcano-Dallos, 2013; Tinto, 1989; Universidad Santo Tomás, 2017) resaltan que un factor asociado a la alta deserción en ingeniería se asocia a las prácticas tradicionales en la enseñanza de las matemáticas. Ahora bien, como marco conceptual y estrategia de solución se propone el aprendizaje basado en juegos y la gamificación; con evidencias documentadas de su impacto positivo en educación (Deterding et al., 2011b; Hainey et al., 2016; Kebritchi et al., 2010).

Cuerpo del trabajo

Introducción

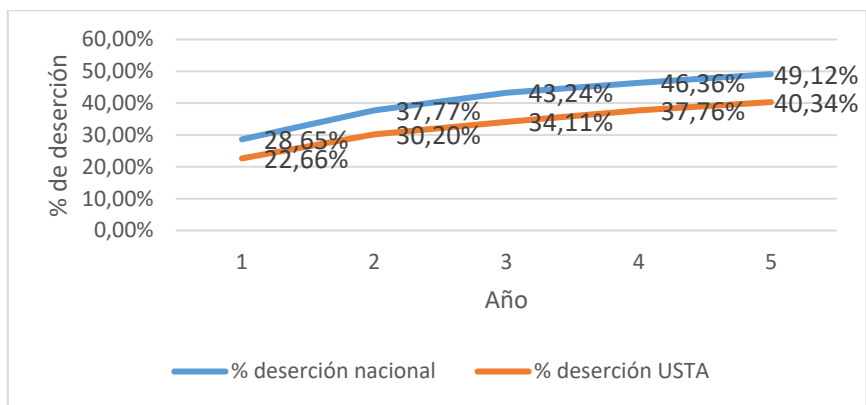
El presente documento describe los avances en el proyecto titulado, de forma tentativa, como: *Estrategia de enseñanza, con metodología de aprendizaje basado en juego, para el mejoramiento del desempeño académico y la motivación de estudiantes en cursos de matemáticas de primer año de ingeniería*. La propuesta se encuentra con el Plan de Tesis aprobado por la directora y el autor se centra, en el momento de entrega de este documento, en la consolidación del estado de arte a partir de técnicas de vigilancia tecnológica y minería de datos.

Contenido

Problemática y justificación de la propuesta

Para el caso particular del presente proyecto de investigación el interés de abordar las dificultades en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en Ingeniería se centra en la problemática evidenciada en la Universidad Santo Tomás- Seccional Bucaramanga (Colombia); donde las estadísticas particulares de deserción se asemejan, en porcentaje y tendencia a las nacionales

Figura 1. Estadísticas, nacionales e institucionales, de la deserción en programas de ingeniería por año Logo del Grupo de Investigación de Tecnología Educativa.



Fuente: (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2019; Universidad Santo Tomás, 2017)

Se muestra en esta gráfica como el primer año del desarrollo del programa presenta el 56.1%¹⁰ de la deserción total del mismo y si bien existen otros factores que influyen, como son las dificultades económicas, problemas de adaptación social, entre otros; es la dimensión académica la que más afecta. Complementando lo anterior, al revisar el listado de cursos académicos en la totalidad de los programas de ingeniería que presentan mayor índice de reprobación (no aprobación de este al final del periodo académico), se encuentra que los cinco primeros son del área de matemáticas. Particularmente los dos de mayor porcentaje (cálculo diferencial y álgebra lineal) con porcentajes que superan el 40% son el primer semestre. Con estos aspectos que afectan el quehacer de los procesos de formación, la dinámica institucional y la realidad personal y familiar de los estudiantes; el investigador de este proyecto junto a la Dirección de la Unidad de Desarrollo Curricular y Formación Docente¹¹ y el Departamento de Ciencias Básicas¹², han propuesto un proyecto para analizar los principales aspectos que promueven estos índices de reprobación y deserción, proponer y diseñar estrategias para la intervención y disminución de estos indicadores, la validación de resultados y la socialización de los mismos. Esta propuesta piloto ha sido aprobada institucionalmente¹³, dando soporte en recursos y dedicación horaria de los investigadores para su desarrollo. Finalmente, cabe resaltar que la presente propuesta, sustentada en las aproximaciones al problema de deserción mostrado en (Bergenson, 2000; E. Castaño et al., 2006; A. Lizcano-Dallos, 2013; Tinto, 1989) y con los resultados, entre otros, de las investigaciones presentadas en (Blohm & Leimeister, 2013; Connolly et al., 2012; Deterding et al., 2011a; Galbis Córdova et al., 2017; Kebritchi et al., 2010; Kiili, 2005b; Low et al., 2003; Nah et al., 2014; Reyes, 2016); espera dar aportes al mejoramiento en el desempeño académico y la motivación ante el proceso educativo de los estudiantes de matemáticas en ingeniería.

¹⁰ Calculado como el cociente de la deserción del primer año (22.6%) sobre la deserción total acumulada (40.34%).

¹¹ Dependencia de la Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga, responsable de la revisión y propuesta de lineamientos pedagógicos y curriculares; así como de la formación docente (Universidad Santo Tomás, 2015)

¹² Departamento de la Universidad Santo Tomás –Seccional Bucaramanga, encargado de llevar a cabo la formación en ciencias básicas de todos los estudiantes de la institución. Además de dar soporte al desarrollo de los cursos asociados a dicha área, cuenta con la función de apoyar con tutorías, apoyo social, psicológico, entre otros; orientado al bienestar del estudiante (Universidad Santo Tomás, 2014).

¹³ Soportada a través del Acta del Comité de Investigaciones de la institución: 08-10-II-2017.

Objetivos

Objetivo general:

Diseñar, implementar y validar una estrategia pedagógica que, fundamenta en la metodología de aprendizaje basado en juegos-GBL, permita mejorar el desempeño académico y la motivación de los estudiantes de primer año de matemáticas en Ingeniería de la Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga.

Objetivos específicos

Identificar categorías e indicadores específicos de las variables dependientes del proyecto (motivación y desempeño académico de los estudiantes) así como estrategias de intervención pedagógica, a través de la revisión del estado de arte de la metodología de aprendizaje basado en juego-GBL.

Definir los perfiles de los usuarios, específicamente en indicadores sobre desempeño académico y niveles de motivación hacia el proceso de enseñanza-aprendizaje; que faciliten la medición de impacto del uso de la estrategia.

Determinar cuáles componentes, pedagógicos y tecnológicos, permitan diseñar una estrategia pedagógica orientada por la metodología de aprendizaje basado en juegos-GBL, en el currículo de matemáticas de primer año de ingeniería.

Valorar el impacto de la estrategia didáctica en relación con la motivación y el desempeño académico de los estudiantes de los cursos de matemáticas de primer año de ingeniería.

Estado del arte o estado de la cuestión

Para abordar el estado de la cuestión se presenta inicialmente un breve marco de referencia que sustenta la estrategia de intervención propuesta en la investigación, centrada en los conceptos de gamificación y aprendizaje basado en juegos. (Fuch et al., 2014) consideran que el mundo se encuentra en una nueva fase histórica caracterizada por los juegos y sus aplicaciones. La gamificación, los juegos serios, los juegos dominantes, el aprendizaje basado en juegos y otros elementos asociados; son presentados bajo la noción de la Ludificación de la cultura (Deterding et al., 2011b). Particularmente, se entiende por gamificación el “uso de elementos del diseño de juegos en contextos distintos del juego” (Deterding et al., 2011,p.2).

Blohm, Leimeister (2013) indican que los elementos comunes de la gamificación se centran en la existencia de las mecánicas de juego (sistemas de puntaje, rangos, tareas, mundos virtuales, niveles, trofeos, entre otros), las dinámicas de juego (exploración, colección, colaboración, adquisición de estatus, desarrollo, retos y competición) y las motivaciones del uso de estos (curiosidad, logros, reconocimiento, intercambio social, autodeterminación, entre otros). Otra clasificación de los principales elementos del uso de juegos en el aprendizaje se asocia a tres categorías: reglas, roles e historias (Martens & Mueller, 2016). Ahora bien, como una primera aproximación al estado de arte de la temática, se encuentran los siguientes autores y resultados:

Low, Low & Koo (2003) presenta los resultados positivos de utilizar sistemas multimediales que soporten la instrucción en el aula. Si bien no son los primeros autores en el tema, si referencian a los juegos educativos, los proyectos de trabajo cooperativo y las herramientas virtuales como apoyos interesantes al desarrollo de procesos de enseñanza-aprendizaje. Se discute por parte Pivec & Dziabenko (2004) la importancia del uso de herramientas lúdicas en procesos de enseñanza, para lo cual proponen un marco de trabajo denominado Unigame: Social Skills and Knowledge Training. La orientación de esta propuesta es lograr que los docentes analicen sus contextos y generen sus propios juegos, fundamentados en la teoría del aprendizaje colaborativo.

En el proyecto presenta por Kiili (2005) se desarrolla un modelo que combina el uso de juegos en línea con teorías pedagógicas como el aprendizaje experiencial, la teoría de flujo y el diseño de juegos. El autor resalta la importancia que los videojuegos permiten al estudiante recibir realimentaciones inmediatas, presentar metas específicas y asociar su dificultad al nivel de habilidad de este. En 2006 se publican los resultados del proyecto E-scape por parte de la University of Jyväskylä y University of Oulu, de Finlandia, el cual consiste en la creación de un ambiente de juego virtual en 3-D para estimular el trabajo colaborativo de estudiantes. La propuesta definió un entorno con 8 retos (Puzzles) con incremento de dificultad, para al final tener un momento de reflexión en el grupo de trabajo. Los resultados fueron positivos en cuanto a estimular el trabajo colaborativo de la mayoría de los grupos y el incremento de la motivación por el uso del juego hacia el proceso educativo (Hämäläinen et al., 2006). Kebritchi, Hirumi, & Ba (2010) discute los efectos que el uso de herramientas computacionales, particularmente los juegos, tienen en los estudiantes de curso de matemáticas. Esta investigación indica que hay una relevancia significativa de los resultados en cuanto a cumplimiento de logros de aprendizaje entre el grupo experimental y el grupo de control, así como un incremento en la motivación de los estudiantes cuando utilizan los juegos en salón de clases y en laboratorios. Huang, Johnson, & Han (2013) revisan la relación de las características de un juego en línea con la motivación de los estudiantes hacia el proceso de aprendizaje. Se logra demostrar con soporte estadístico que para un diseño en aprendizaje basado en juegos- GBL es fundamental considerar tres características principales: La estructura (reglas fáciles de seguir, metas claramente presentadas, tareas claras, información clara antes y durante el juego, provee ayuda para completar las tareas), involucramiento (el juego permite contar con un rol, mantiene el interés, es divertido) y la apariencia (el juego cuenta con gráficas, animaciones y elementos de audio atractivos). Otro caso integra el desarrollo de herramientas basadas en la lúdica, recurriendo a juegos con realidad aumentada, que permiten fomentar el trabajo colaborativo basado en ambientes móviles y uso de smartphone Ke & Hsu (2015).

En un espectro más amplio del uso de juegos en la enseñanza se encuentra el aporte presentado en la revisión de literatura realizada en Connolly, Boyle, MacArthur, Hainey, & Boyle (Connolly et al., 2012), y posteriormente actualizada en (Boyle et al., 2016); donde se resaltan las evidencias empíricas acerca del impacto positivo del uso de juegos en la enseñanza. Particularmente los autores presentan que la mayor cantidad de trabajos reportados evidencian mejoras en procesos de desarrollo de conocimiento, así como cambios afectivos, cambios

de comportamiento, percepción en el aprendizaje, entre otros factores. En el trabajo presentado en (Nah, Zeng, Telaprolu, Ayyappa, & Eschenbrenner, 2014) se evidencia como el uso de elementos asociados a los juegos permiten fortalecer resultados importantes en un proceso educativo como son: Compromiso, participación, motivación, cumplimiento de metas, entre otros. Finalmente, en 2017, (Galbis Córdova et al., 2017) y (Yildirim, 2017) presentan otras experiencias con aplicación empírica de elementos de gamificación y de GBL en la potencialización de la motivación y actitud de los estudiantes hacia el proceso de aprendizaje.

En cuanto a la perspectiva teórica asumida es importante resaltar que el proyecto parte desde el enfoque que la motivación es un elemento fundamental del aprendizaje. El aprendizaje significativo se convierte en un referente para el ejercicio de investigación, desde su aporte relacional, de construcción de significativo, de su compatibilidad constructivista y de las motivaciones y predisposiciones de los estudiantes (Ausubel, 2002; Moreira, 2000; Novak, 1998). Estos conceptos se relacionan con los supuestos de (Tolman, 1932; Lewin, 1935), citados por (Galbis Córdova et al., 2017), que asocia la motivación a desarrollar una actividad (por ejemplo, el aprendizaje) si es percibida con un vínculo directo a la satisfacción personal o a la expectativa de éxito. El modelo ARCS, motivación relacionada con Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción (Keller, 2010); da soporte al desarrollo cualitativo del trabajo.

Consideraciones metodológicas

La propuesta de intervención del proyecto se orienta hacia el mejoramiento de las prácticas educativas, mediada por estrategias basadas en el uso de los juegos como dinamizadores del proceso de aprendizaje. En este sentido, el enfoque metodológico se basa en la investigación basada en el diseño (IBD), presentada por (de-Benito & Salinas, 2016); y la cual es conceptualizada como la investigación básica inspirada en el uso. Esta aproximación metodológica tiene, entre sus principales características, que: Se centran en amplios problemas complejos, implica colaboración intensiva entre investigadores y practicantes, integrar principios de diseño reconocidos con las potencialidades tecnológicas, entre otras (de-Benito & Salinas, 2016).

En cuanto a las variables de la investigación y basado en el conjunto de determinantes de la deserción presentados en (Castaño et al., 2006; Nacional, 2009; Tinto, 1989), los postulados del aprendizaje significativo y sus complementos (Ausubel, Novak, & Hanesian, 2009; Moreira, 2000; Novak, 1998) y los factores que afectan la motivación de los estudiantes (Galbis Córdova et al., 2017; Keller, 1987); se proponen como aspectos de interés para la observación en el proyecto las siguientes: 1-) Desempeño académico de los estudiantes en los cursos de matemáticas en ingeniería y 2-) Motivación de los estudiantes en los cursos de matemáticas en ingeniería. Los criterios específicos que describen estas variables serán precisados en el desarrollo del procedimiento. Como estrategia didáctica para la intervención pedagógica se propone la incorporación de dinámicas pedagógicas y herramientas tecnológicas, fundamentadas en los juegos, en el currículo de cursos específicos de matemáticas en ingeniería. La descripción del fenómeno, tanto en mediciones

cuantitativas como en la percepción cualitativa del mismo, es pieza fundamental en la investigación.

La población en la cual se orienta el presente proyecto son los estudiantes de los cursos asociados a matemáticas de primer año de ingeniería¹⁴ de la Universidad Santo Tomás- Seccional Bucaramanga. Particularmente se desarrollará la intervención en Cálculo diferencial y Álgebra Lineal. Los cursos cuentan con un promedio de 25 a 30 estudiantes. Se propone la intervención en dos cursos, para contar con la posibilidad de comparar resultados.

Finalmente, en cuanto al procedimiento del proyecto es importante relacionar:

Como proceso de investigación se proponen las cinco fases mostradas en la figura 1 del trabajo presentado por (de-Benito & Salinas, 2016). Las fases propuestas son:

Fase 1. Análisis de la situación. Definición del problema.

1.1 Profundizar en la revisión de estado de arte del uso de juegos en la enseñanza, particularmente en el área de matemáticas en ingeniería.

1.2 Establecer las categorías específicas de medición de las variables dependientes propuestas.

1.3 Construir los instrumentos necesarios para la medición y evaluación de los resultados de la intervención a realizar. Se verificarán las técnicas revisión documental, entrevista, diario de campo y grupo focal como alternativas para el desarrollo de instrumentos.

1.4 Establecer una línea base de la población a través del uso de instrumentos de caracterización.

Fase 2. Desarrollo de soluciones de acuerdo con una fundamentación teórica.

2.1 Realizar la revisión de estrategias de gamificación y de aprendizaje en juegos, aplicable a la enseñanza de la matemática en ingeniería.

2.2 Identificar y seleccionar aplicativos softwares, objetivos virtuales de aprendizaje, herramientas hardware, elementos multimediales, entre otros; que actúen como los artefactos en el diseño de las intervenciones.

2.3 Diseñar intervenciones pedagógicas en los currículos de los cursos planteados, basadas en la incorporación de juegos como estrategia pedagógica diferenciar.

2.4 Recurrir a juicio de expertos para la revisión del diseño propuesto antes de la implementación.

Fase 3. Implementación.

3.1 Realizar la selección y capacitación del (los) docentes de los cursos específicos sobre la metodología de intervención propuesta.

3.2 Presentar a la población la propuesta de proyecto y realizar la apropiación de los artefactos propuestos.

3.3 Desarrollar la intervención en currículo sobre la población específica.

¹⁴ Los programas de ingeniería de la institución son: Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería de Telecomunicaciones, Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial e Ingeniería Ambiental.

Fase 4. Validación y producción de documentación.

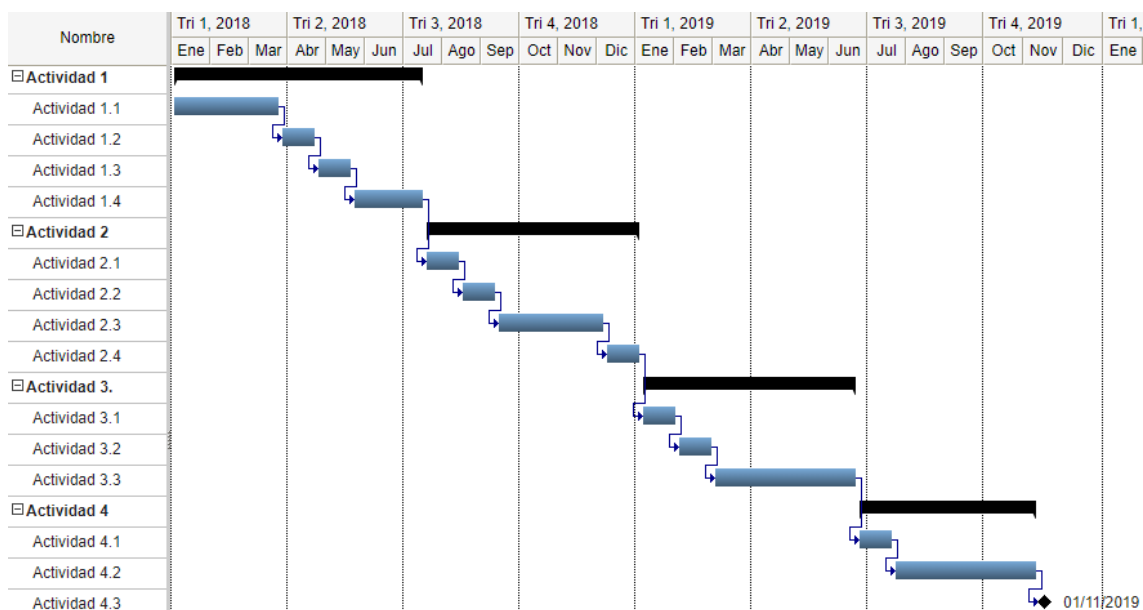
4.1 Aplicar los instrumentos de validación para caracterizar la intervención realizada en función de las variables establecidas.

4.2 Realizar las publicaciones y socializaciones pertinentes al ejercicio de investigación.

4.3 Presentar el informe final del proyecto de investigación.

Cronograma

Figura 2. Cronograma propuesto



Plan de difusión de su trabajo en el próximo año

Para el año 2018 se proyectan las siguientes publicaciones:

Tipo de publicación	Descripción
Artículo en revista indexada JCR/Scopus	Estado de arte de la propuesta: Análisis de la gamificación y el aprendizaje basado en juegos en la enseñanza de la matemática. Revista por identificar.
Publicación en evento científico	Se propone la socialización de un avance del trabajo de investigación, probablemente con enfoque del análisis del desarrollo tecnológico que apoye la intervención pedagógica en eventos como EDULEARN 2018 (Palma de Mallorca), EDUTECH 2018 (lugar por identificar).

Dudas y preguntas para el panel de expertos

Los instrumentos iniciales aplicados y la revisión de literatura muestran variables de interés como el desempeño (rendimiento) académico de los estudiantes y la motivación de estos ante el proceso de aprendizaje. Según la experiencia de los integrantes del panel, ¿cuál puede ser la mejor estrategia para definir las

categorías e indicadores para operativizar estas variables, facilitando su medición?

Varios referentes de los presentados en el documento y revisados en el ejercicio investigativo, presentan que la gamificación y el aprendizaje basado en juegos son conceptos que, si bien se utilizan, a veces, indistintamente; presentan diferentes en sus metodología y alcances. ¿Cuál o cuáles referentes considera el panel importante para tomar postura teórica en este tema, y si cuenta con alguna sugerencia en la implementación de la intervención?

En la institución educativa donde se pretende desarrollar la intervención se encuentran cursos de matemáticas de primer año en dos modalidades: 1) Curso regular de 16 semanas con una intensidad horaria de acompañamiento docente de 4 horas/semana y 2) Curso vacacional intensivo donde la misma cantidad de horas se desarrolla en 3 semanas. ¿Vale la pena realizar la intervención en los dos escenarios para contrastar los resultados de la estrategia pedagógica propuesta? ¿Que se podría observar en este tipo de ejercicio que se distinga de solo realizarlo en el curso regular?

Bibliografía

ABET. (2016). CRITERIA FOR ACCREDITING ENGINEERING PROGRAMS. ABET. Baltimore: Engineering Accreditation Commission. Retrieved from <http://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/10/E001-16-17-EAC-Criteria-10-20-15.pdf>

Ausubel, D. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. (Paidós, Ed.). Barcelona.

Bergenson, T. (2000). Teaching and Learning Mathematics (1st ed.). Washinton.

Blohm, I., & Leimeister, J. (2013). Gamification. Business & Information Systems Engineering, 5(4), 275–278. <https://doi.org/10.1007/s12599-013-0273-5>

Castaño, E., Gallón, S., Gómez, K., & Vásquez, J. (2006). Análisis de los factores asociados a la deserción y graduación estudiantil universitaria. Lecturas de Economía, (65), 9–36.

Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. Computers & Education, 59(2), 661–686. <https://doi.org//dx.doi.org.ezproxy.unal.edu.co/10.1016/j.compedu.2012.03.004>

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (n.d.). From game design elements to gamefulness: Defining “Gamification.” In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference (pp. 9–15). ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification.” In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (pp. 9–15). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

ENAAE. (2015). EUR-ACE® FRAMEWORK STANDARDS AND GUIDELINES. European Network for Engineering Accreditation. Retrieved from

<http://www.enaee.eu/wp-assets-enaee/uploads/2012/02/EAFSG-Doc-Full-status-8-Sept-15-on-web-fm-Denis.pdf>

Fuch, M., Fizek, S., Ruffino, P., & Schrape, N. (2014). Rethinking gamification. (S. Fizek, M. Fuchs, P. Ruffino, & N. Schrape, Eds.) (1st ed.). Lüneburg: Meson Press-Hybrid Publishing Lab.

Galbis Córdova, A., Martí Parreño, J., & Currás Pérez, R. (2017). Higher education students' attitude towards the use of gamification for competencies development. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11268/6190>

Hainey, T., Connolly, T. M., Boyle, E. A., Wilson, A., & Razak, A. (2016). A systematic literature review of games-based learning empirical evidence in primary education. *Computers & Education*, 102, 202–223. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.09.001>

Hämäläinen, R., Manninen, T., Järvelä, S., & Häkkinen, P. (2006). Learning to collaborate: Designing collaboration in a 3-D game environment. *The Internet and Higher Education*, 9(1), 47–61. <https://doi.org/2048/10.1016/j.iheduc.2005.12.004>

Huang, W. D., Johnson, T. E., & Han, S.-H. C. (2013). Impact of online instructional game features on college students perceived motivational support and cognitive investment: A structural equation modeling study. *The Internet and Higher Education*, 17, 58–68. <https://doi.org/2048/10.1016/j.iheduc.2012.11.004>

Ke, F., & Hsu, Y.-C. (2015). Mobile augmented-reality artifact creation as a component of mobile computer-supported collaborative learning. *The Internet and Higher Education*, 26, 33–41. <https://doi.org/2048/10.1016/j.iheduc.2015.04.003>

Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & Education*, 55(2), 427–443. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.007>

Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2. <https://doi.org/10.1007/BF02905780>

Kiili, K. (2005a). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and Higher Education*, 8(1), 13–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.12.001>

Kiili, K. (2005b). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and Higher Education*, 8(1), 13–24. <https://doi.org/2048/10.1016/j.iheduc.2004.12.001>

Lizcano-Dallos, A. (2013). Estudio de la dinámica de la cooperación en el aprendizaje de la matemática a través de la solución colaborativa de casos. Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Low, A. L. Y., Low, K. L. T., & Koo, V. C. (2003). Multimedia learning systems: a future interactive educational tool. *The Internet and Higher Education*, 6(1), 25–40. [https://doi.org/2048/10.1016/S1096-7516\(02\)00160-4](https://doi.org/2048/10.1016/S1096-7516(02)00160-4)

Martens, A., & Mueller, W. (2016). Gamification - A Structured Analysis. In 2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT) (pp. 138–142). <https://doi.org/10.1109/ICALT.2016.72>

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2016). Estadísticas del Sistema para la Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior – SPADIES.

Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje significativo: teoría y práctica. (Visor, Ed.). Madrid.

Nah, F. F.-H., Zeng, Q., Telaprolu, V. R., Ayyappa, A. P., & Eschenbrenner, B. (2014). Gamification of Education: A Review of Literature. In F. F.-H. Nah (Ed.), HCI in Business: First International Conference, HCIB 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014. Proceedings (pp. 401–409). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07293-7_39

Novak, J. (1998). Learning, Creating and Using Knowledge. (L. E. Associates, Ed.). New York, NY, USA.

Pivec, M., & Dziabenko, O. (2004). Game-based learning framework for collaborative learning and student e-teamwork. Internet: [Http://www.unigame.net/html/publications.html](http://www.unigame.net/html/publications.html) [May 2008].

Reyes, N. (2016). Encuentra las diferencias: Gamificación y Aprendizaje Basado en el Juego. Retrieved September 19, 2017, from <http://info.shiftelearning.com/blogshift/gamificacion-y-aprendizaje-basado-en-el-juego>

Tinto, V. (1989). Definir la deserción: una cuestión de perspectiva. *Revista de Educación Superior*, 18(3), 33–51.

Universidad Santo Tomás. (2014). Departamento de Ciencias Básicas. Retrieved November 22, 2017, from <http://www.ustabuca.edu.co/gpresencia/vista/tpl/ustabmanga/departamento-ciencias-basicas.html>

Universidad Santo Tomás. (2015). Unidad de Desarrollo Curricular y Formación Docente. Retrieved November 22, 2017, from <http://www.ustabuca.edu.co/ustabmanga/unidad-de-desarrollo-curricular-y-formacion-docente>

Universidad Santo Tomás. (2017). Instrumento de medición de causas de bajo rendimiento académico. Programa de Retención Y Sostenibilidad Académica (PAAI). Bucaramanga.

Biografía del Autor

Sergio Andrés Zabala Vargas es Ingeniero Electrónico de la Universidad Industrial de Santander-Colombia. Cuenta con formación de Especialización en Gerencia y Administración de Proyectos y Maestría en e-learning. Cuenta con 10 años de experiencia como docente investigador en Ingeniería de Telecomunicaciones y como tutor en programa virtual en Maestría en Gestión de la Tecnología Educativa. Cuenta con experiencia en investigación, publicación en eventos científicos, registro de software de software en el área educativa, y

reconocimientos nacionales (Colombia) por su labor. Cuenta como línea de investigación principal la aplicación de herramientas tecnológicas en el quehacer docente y la evaluación de intervenciones educativas mediadas por Tecnologías de la Información y la Comunicación.

11.6.3. Ponencia SIITE 2019

Estrategia de enseñanza, con metodología de aprendizaje basado en juego, para el mejoramiento del desempeño académico y la motivación de estudiantes en cursos de matemáticas de primer año de ingeniería

Sergio Andrés Zabala Vargas

Doctorado en Tecnología Educativa

Universidad de las Islas Baleares

Director(a) 1: Dra. Bárbara Luisa De Benito Crosetti

Universidad: Universidad de las Islas Baleares.

Email: barbara.debenito@uib.es

Resumen (máximo 100 palabras).

La presente propuesta de investigación tiene como objetivo implementar una estrategia pedagógica que, fundamenta en la metodología de aprendizaje basado en juegos-GBL, que permita mejorar la motivación de los estudiantes de primer año de matemáticas en Ingeniería de la Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga (Colombia). Esta iniciativa se encuentra en fase de diseño de la propuesta pedagógica y ejecución de fases preliminares de intervención. En esta presentación del SIITE 2019 se compartirá una revisión sistemática de la literatura sobre el tema remitida a publicación en revista indexada y la implementación de una primera actividad con la población objetivo, levantamiento de información y análisis de resultados.

Palabras Clave

Enseñanza de la matemática en ingeniería, aprendizaje basado en juegos, motivación, desempeño académico.

Cuerpo del trabajo

Introducción

El presente documento describe los avances en el proyecto titulado: *Estrategia de enseñanza, con metodología de aprendizaje basado en juego, para el mejoramiento del desempeño académico y la motivación de estudiantes en cursos de matemáticas de primer año de ingeniería*. La propuesta cuenta con un estado de arte y revisión sistemática de la literatura realizada (y en proceso de publicación), así como en la implementación de una primera actividad pedagógica en la población objetivo, recurriendo al Aprendizaje Basado en Juegos-GBL, para establecer parámetros de diseño y ajuste en una intervención completa en curso de matemáticas de primer año de ingeniería.

Contenido

Problemática y justificación de la propuesta

La importancia de la matemática en los programas de ingeniería se encuentra ampliamente soportado (ABET, 2016; ENAEE, 2015). Evidencias presentadas en (A. Lizcano-Dallos, 2013; Tinto, 1989; Universidad Santo Tomás, 2017) resaltan que un factor asociado a la alta deserción en ingeniería se asocia a las prácticas tradicionales en la enseñanza de las matemáticas. Ahora bien, como marco conceptual y estrategia de solución se propone el aprendizaje basado en juegos y la gamificación; con evidencias documentadas de su impacto positivo en educación (Deterding et al., 2011b; Hainey et al., 2016; Kebritchi et al., 2010). Para el caso particular del presente proyecto de investigación el interés de abordar las dificultades en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en Ingeniería se centra en la problemática evidenciada en la Universidad Santo Tomás- Seccional Bucaramanga (Colombia); donde las estadísticas particulares de deserción se asemejan, en porcentaje y tendencia a las nacionales (Ver Figura 1).

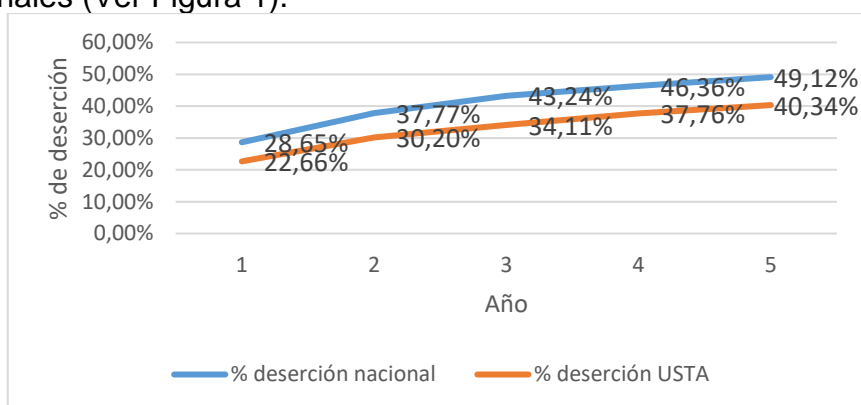


Figura 1. Estadísticas, nacionales e institucionales, de la deserción en programas de ingeniería por año Logo del Grupo de Investigación de Tecnología Educativa.

Se muestra en esta gráfica como el primer año del desarrollo del programa presenta el 56.1%¹⁵ de la deserción total del mismo y si bien existen otros factores que influyen, como son las dificultades económicas, problemas de adaptación social, entre otros; es la dimensión académica la que más afecta. Complementando lo anterior, al revisar el listado de cursos académicos en la totalidad de los programas de ingeniería que presentan mayor índice de reprobación (no aprobación de este al final del periodo académico), se encuentra que los cinco primeros son del área de matemáticas. Particularmente los dos de mayor porcentaje (cálculo diferencial y algebra lineal) con porcentajes que superan el 40% son el primer semestre. Con estos aspectos que afectan el quehacer de los procesos de formación, la dinámica institucional y la realidad personal y familiar de los estudiantes; el investigador de este proyecto junto a la Dirección de la Unidad de Desarrollo Curricular y Formación Docente¹⁶ y el

¹⁵ Calculado como el cociente de la deserción del primer año (22.6%) sobre la deserción total acumulada (40.34%).

¹⁶ Dependencia de la Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga, responsable de la revisión y propuesta de lineamientos pedagógicos y curriculares; así como de la formación docente (Universidad Santo Tomás, 2015)

Departamento de Ciencias Básicas¹⁷, han propuesto un proyecto para analizar los principales aspectos que promueven estos índices de reprobación y deserción, proponer y diseñar estrategias para la intervención y disminución de estos indicadores, la validación de resultados y la socialización de los mismos. Esta propuesta piloto ha sido aprobada institucionalmente¹⁸, dando soporte en recursos y dedicación horaria de los investigadores para su desarrollo. Finalmente, cabe resaltar que la presente propuesta, sustentada en las aproximaciones al problema de deserción mostrado en (Bergenson, 2000; E. Castaño et al., 2006; A. Lizcano-Dallos, 2013; Tinto, 1989) y con los resultados, entre otros, de las investigaciones presentadas en (Blohm & Leimeister, 2013; Connolly et al., 2012; Deterding et al., 2011a; Galbis Córdova et al., 2017; Kebritchi et al., 2010; Kiili, 2005b; Low et al., 2003; Nah et al., 2014; Reyes, 2016); espera dar aportes al mejoramiento en el desempeño académico y la motivación ante el proceso educativo de los estudiantes de matemáticas en ingeniería.

Objetivos

Objetivo general

Implementar una estrategia pedagógica que, fundamenta en la metodología de Aprendizaje Basado en Juegos-GBL, permita mejorar el desempeño académico y la motivación de los estudiantes de primer año de matemáticas en Ingeniería de la Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga.

Objetivos específicos

Identificar categorías e indicadores específicos de los aspectos de interés del proyecto (motivación y desempeño académico de los estudiantes), así como estrategias de intervención pedagógica, a través de la revisión del estado de arte de la metodología de aprendizaje basado en juego-GBL.

Definir los perfiles de los usuarios, específicamente en indicadores sobre desempeño académico y niveles de motivación hacia el proceso de enseñanza-aprendizaje; que faciliten la medición de impacto del uso de la estrategia.

Determinar cuáles componentes, pedagógicos y tecnológicos, permitan diseñar una estrategia pedagógica orientada por la metodología de aprendizaje basado en juegos-GBL, en el currículo de matemáticas de primer año de ingeniería.

Evaluar el impacto de la estrategia didáctica en relación con la motivación y el desempeño académico de los estudiantes de los cursos de matemáticas de primer año de ingeniería.

Estado del arte o estado de la cuestión

Revisión preliminar- Aproximación conceptual y metodológica:

Para abordar el estado de la cuestión se presenta inicialmente un breve marco de referencia que sustenta la estrategia de intervención propuesta en la investigación, centrada en los conceptos de gamificación y aprendizaje basado en juegos. (Fuch et al., 2014) consideran que el mundo se encuentra en una nueva fase histórica caracterizada por los juegos y sus aplicaciones. La

¹⁷ Departamento de la Universidad Santo Tomás –Seccional Bucaramanga, encargado de llevar a cabo la formación en ciencias básicas de todos los estudiantes de la institución. Además de dar soporte al desarrollo de los cursos asociados a dicha área, cuenta con la función de apoyar con tutorías, apoyo social, psicológico, entre otros; orientado al bienestar del estudiante (Universidad Santo Tomás, 2014).

¹⁸ Soportada a través del Acta del Comité de Investigaciones de la institución: 08-10-II-2017.

gamificación, los juegos serios, los juegos dominantes, el aprendizaje basado en juegos y otros elementos asociados; son presentados bajo la noción de la Ludificación de la cultura (Deterding et al., 2011b). Particularmente, se entiende por gamificación el “uso de elementos del diseño de juegos en contextos distintos del juego” (Deterding et al., 2011, p.2).

Blohm, Leimeister (2013) indican que los elementos comunes de la gamificación se centran en la existencia de las mecánicas de juego (sistemas de puntaje, rangos, tareas, mundos virtuales, niveles, trofeos, entre otros), las dinámicas de juego (exploración, colección, colaboración, adquisición de estatus, desarrollo, retos y competición) y las motivaciones del uso de estos (curiosidad, logros, reconocimiento, intercambio social, autodeterminación, entre otros). Otra clasificación de los principales elementos del uso de juegos en el aprendizaje se asocia a tres categorías: reglas, roles e historias (Martens & Mueller, 2016). Ahora bien, como una primera aproximación al estado de arte de la temática, se encuentran los siguientes autores y resultados:

Low, Low & Koo (2003) presenta los resultados positivos de utilizar sistemas multimediales que soporten la instrucción en el aula. Si bien no son los primeros autores en el tema, si referencian a los juegos educativos, los proyectos de trabajo cooperativo y las herramientas virtuales como apoyos interesantes al desarrollo de procesos de enseñanza-aprendizaje. Se discute por parte Pivec & Dziabenko (2004) la importancia del uso de herramientas lúdicas en procesos de enseñanza, para lo cual proponen un marco de trabajo denominado Unigame: Social Skills and Knowledge Training. La orientación de esta propuesta es lograr que los docentes analicen sus contextos y generen sus propios juegos, fundamentados en la teoría del aprendizaje colaborativo.

En el proyecto presenta por Kiili (2005) se desarrolla un modelo que combina el uso de juegos en línea con teorías pedagógicas como el aprendizaje experiencial, la teoría de flujo y el diseño de juegos. El autor resalta la importancia que los videojuegos permiten al estudiante recibir realimentaciones inmediatas, presentar metas específicas y asociar su dificultad al nivel de habilidad de este. En 2006 se publican los resultados del proyecto E-scape por parte de la University of Jyväskylä y University of Oulu, de Finlandia, el cual consiste en la creación de un ambiente de juego virtual en 3-D para estimular el trabajo colaborativo de estudiantes. La propuesta definió un entorno con 8 retos (Puzzles) con incremento de dificultad, para al final tener un momento de reflexión en el grupo de trabajo. Los resultados fueron positivos en cuanto a estimular el trabajo colaborativo de la mayoría de los grupos y el incremento de la motivación por el uso del juego hacia el proceso educativo (Hämäläinen et al., 2006). Kebritchi, Hirumi, & Ba (2010) discute los efectos que el uso de herramientas computacionales, particularmente los juegos, tienen en los estudiantes de curso de matemáticas. Esta investigación indica que hay una relevancia significativa de los resultados en cuanto a cumplimiento de logros de aprendizaje entre el grupo experimental y el grupo de control, así como un incremento en la motivación de los estudiantes cuando utilizan los juegos en salón de clases y en laboratorios. Huang, Johnson, & Han (2013) revisan la relación de las características de un juego en línea con la motivación de los estudiantes hacia el proceso de aprendizaje. Se logra demostrar con soporte estadístico que para un diseño en aprendizaje basado en juegos- GBL es fundamental considerar tres características principales: La estructura (reglas fáciles de seguir, metas claramente presentadas, tareas claras, información clara

antes y durante el juego, provee ayuda para completar las tareas), involucramiento (el juego permite contar con un rol, mantiene el interés, es divertido) y la apariencia (el juego cuenta con gráficas, animaciones y elementos de audio atractivos). Otro caso integra el desarrollo de herramientas basadas en la lúdica, recurriendo a juegos con realidad aumentada, que permiten fomentar el trabajo colaborativo basado en ambientes móviles y uso de smartphone Ke & Hsu (2015).

En un espectro más amplio del uso de juegos en la enseñanza se encuentra el aporte presentado en la revisión de literatura realizada en Connolly, Boyle, MacArthur, Hainey, & Boyle (Connolly et al., 2012), y posteriormente actualizada en (Boyle et al., 2016); donde se resaltan las evidencias empíricas acerca del impacto positivo del uso de juegos en la enseñanza. Particularmente los autores presentan que la mayor cantidad de trabajos reportados evidencian mejoras en procesos de desarrollo de conocimiento, así como cambios afectivos, cambios de comportamiento, percepción en el aprendizaje, entre otros factores. En el trabajo presentado en (Nah, Zeng, Telaprolu, Ayyappa, & Eschenbrenner, 2014) se evidencia como el uso de elementos asociados a los juegos permiten fortalecer resultados importantes en un proceso educativo como son: Compromiso, participación, motivación, cumplimiento de metas, entre otros. Finalmente, en 2017, (Galbis Córdova et al., 2017) y (Yildirim, 2017) presentan otras experiencias con aplicación empírica de elementos de gamificación y de GBL en la potencialización de la motivación y actitud de los estudiantes hacia el proceso de aprendizaje.

En cuanto a la perspectiva teórica asumida es importante resaltar que el proyecto parte desde el enfoque que la motivación es un elemento fundamental del aprendizaje. El aprendizaje significativo se convierte en un referente para el ejercicio de investigación, desde su aporte relacional, de construcción de significado, de su compatibilidad constructivista y de las motivaciones y predisposiciones de los estudiantes (Ausubel, 2002; Moreira, 2000; Novak, 1998). Estos conceptos se relacionan con los supuestos de (Tolman, 1932; Lewin, 1935), citados por (Galbis Córdova et al., 2017), que asocia la motivación a desarrollar una actividad (por ejemplo, el aprendizaje) si es percibida con un vínculo directo a la satisfacción personal o a la expectativa de éxito. El modelo ARCS, motivación relacionada con Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción (Keller, 2010); da soporte al desarrollo cualitativo del trabajo.

Revisión sistemática de la literatura

La estrategia utilizada en esta revisión se basa en la adaptación del método propuesto por Petticrew y Roberts (2006) para desarrollar revisiones sistemáticas en las ciencias sociales. Este procedimiento implica varios pasos, los cuales adaptados al interés del presente artículo, se sintetizan en: 1) Se formularon preguntas de investigación para orientar la revisión sistemática de la literatura; 2) se definieron los términos de búsqueda, se seleccionaron las bases de datos más pertinentes para el área de conocimiento y se generaron las ecuaciones para cada una de estas; 3) se formularon criterios de inclusión y exclusión que permitieron delimitar y precisar aún más la búsqueda bibliográfica; 4) se realizó el análisis bibliométrico de los artículos producto de la revisión; 5) se evaluó la calidad científica de las publicaciones obtenidas utilizando criterios de calidad predefinidos, incluyendo en el análisis final de categorías solo aquellos que aprobaron esta evaluación; y 6) realización de análisis categorial centrado en la tipología de los mecanismos utilizados en los procesos de

gamificación y aprendizaje basado en juegos (propósito primario del juego, digital o no digital, género del juego, plataforma y sub-área), además las salidas de interés pedagógico de los trabajos (dominio afectivo-motivacional, dominio cognitivo de adquisición y comprensión y dominio comportamental).

Se aplicó la siguiente ecuación de búsqueda: (*"Game based learning"* OR *"Game-based learning"* OR *edugame* OR *"serious game"* OR *"computer game"* OR *gamification* OR *"video game"*) AND (*maths* OR *mathematics* OR *calculus* OR *algebra*) AND (*"higher education"* OR *university* OR *college* OR *"Tertiary education"*); con una ventana de observación de 2012-2017 y en las bases: Scopus, ISI Web of Science, ERIC, IEEE y PsycInfo.

De la integración y procesamiento de estos registros se obtuvo un cuerpo de conocimiento de 294 (tratados con el software Vantagepoint). Posterior a esto se aplicaron criterios de inclusión y exclusión, centrados en: A) Las publicaciones deben estar asociadas a la implementación o discusión de propuestas/estrategias/acciones pedagógicas en el área de matemáticas en educación superior y B) contar con el acceso a las versiones completas de los artículos. Se aplicaron estos criterios de exclusión dando como resultado un total de 24 artículos para proceder con una evaluación de calidad. El número de registros, luego de aplicación de los criterios de calidad presentados en Petticrew y Roberts (2006), fueron 19. Se realizó análisis bibliométrico (publicaciones por año, número de publicaciones por países, revistas de mayor impacto en el tema, autores más destacados, entre otros); así como un análisis categorial centrado en las variables asociadas al juego (propósito, género, plataforma, área de las matemáticas, entre otros), y salidas del proceso (Dominio afectivo, emocional, cognitivo, comportamental, entre otros). Detalles de la revisión se encuentra en el artículo remitido a Revista Formación Universitaria¹⁹.

Prueba piloto- Intervención con población objetivo

Se diseñó y ejecutó una actividad gamificada para la revisión de las competencias propias del curso de Calculo Diferencial para el segundo corte del periodo 2018-II. Se seleccionaron las temáticas de: transformación de funciones, límites e introducción a las derivadas. Se creó la prueba en la herramienta Kahoot con 10 preguntas de selección múltiple, en diferentes niveles (conocimiento, comprensión y análisis), para un tiempo promedio de prueba de 15 minutos. La herramienta Kahoot asigna puntuación bajo dos criterios: respuestas correctas y velocidad de respuesta.

Posterior a esto, se aplicó la prueba en el aula con una explicación inicial de la intencionalidad del encuentro, orientado al uso y aplicación de juegos en el aula. Se presentó la herramienta Kahoot y se propuso una bonificación, sobre el parcial, a los primeros 3 (de 20 estudiantes). Se realizó el diligenciamiento y firma de consentimientos informados para el desarrollo de la actividad.

Finalmente, se aplicó un instrumento de recolección de información, basado en el cuestionario IMMS (escala Likert) de las dimensiones expuestas en (Keller, 2014) asociadas a la motivación (Atención, confianza, Satisfacción y Relevancia). Se comparte en la tabla 1 y Tabla 2 los resultados a las 17 preguntas asociadas a estas cuatro dimensiones.

¹⁹ Scopus Q3 – h=8.

Tabla 1. Resultados factores Atención y confianza

IMMS (1. Totalmente desacuerdo, 5. Totalmente de acuerdo)	%				
	1	2	3	4	5
Ítems factor Atención					
1. Existió algo interesante cuando me presentaron la actividad de Kahoot que llamó mi atención	-	-	11.1	44.4	44.4
4. Los ejercicios que se presentaron durante la actividad no eran atractivos	33.3	22.2	11.1	22.2	11.1
6. El modo en que se presentaron los ejercicios contribuyó a mantener mi atención	-	-	5.6	38.9	55.6
12. Los ejercicios son tan abstractos que fue difícil mantener la atención sobre la actividad	38.9	16.7	11.1	16.7	16.7
13. Los ejercicios que planteaban en la actividad aumentaron mi curiosidad	5.6	-	22.2	44.4	27.8
Ítems factor Confianza					
2. Cuando vi el ejercicio tuve la impresión de que iba a ser fácil para mí	5.6	11.1	22.2	27.8	33.3
7. Los ejercicios era más difíciles de entender de lo que me hubiera gustado	27.8	16.7	22.2	27.8	5.6
14. Mientras estaba en la actividad, estaba seguro(a) de que podría resolver los ejercicios	-	5.6	11.1	55.6	27.8
15. No pude entender varios de los ejercicios presentado durante la actividad	27.8	27.8	11.1	22.2	11.1

Atendiendo a la variable de Atención, los resultados de la tabla 1 confirman que tanto los ítems relacionados con la metodología (ítem 1), la calidad (ítem 12), la organización (ítems 4 y 6) y el uso del material (ítems 13), contribuyen positivamente en la motivación de los participantes en la actividad Kahoot. Además, se constata un aumento en la confianza en el aprendizaje de cada individuo, recogido en el segundo factor de la escala IMMS (ítems 2, 7, 14 y 15 de la tabla 1).

Tabla 2. Resultados factores Satisfacción y Relevancia

IMMS	%				
	1	2	3	4	5
Ítems factor Satisfacción					
3. Realizar los ejercicios me dio una sensación satisfactoria por haberlos realizado	-	-	11.1	33.3	55.6
10. Disfruté de verdad participando en la resolución de las preguntas durante la actividad	-	-	27.8	11.1	61.1
11. La expresión de comentarios positivos tras los ejercicios, hicieron que me sintiera recompensado(a) por mi esfuerzo	-	-	22.2	33.3	44.4
16. Me siento bien al haber finalizado la actividad satisfactoriamente	-	5.6	27.8	22.2	44.4
Ítems factor Relevancia					
5. Finalizar la actividad satisfactoriamente fue importante para mí	-	-	27.8	22.2	50.0
8. Los ejercicios y la actividad en general son relevante para mis intereses	5.6	5.6	5.6	55.6	27.8
9. Los conocimientos desarrollados en las clases son útiles para resolver los ejercicios	-	-	-	22.2	77.8
17. Esta actividad no fue relevante para mis necesidades porque ya sabía resolver la mayoría de los ejercicios	50.0	5.6	22.2	11.1	11.1

Del mismo modo, se evidencia una contribución positiva del desarrollo de esta actividad para los factores de Satisfacción y Relevancia. Según los datos

3.2	Presentar a la población la propuesta de proyecto y realizar la apropiación de los artefactos propuestos.								
3.3	Desarrollar la intervención en currículo sobre la población específica.								
4	Validación y producción de documentación.								
4.1	Aplicar los instrumentos de validación para caracterizar la intervención realizada en función de las variables establecidas.								
4.2	Realizar las publicaciones y socializaciones pertinentes al ejercicio de investigación.								
4.3	Presentar el informe final del proyecto de investigación.								

Plan de difusión de su trabajo en el próximo año

Tipo de publicación	Descripción
Artículo en revista indexada JCR/Scopus	Revisión sistemática de la literatura: Análisis de la gamificación y el aprendizaje basado en juegos en la enseñanza de la matemática. Revista Formación Universitaria – Q3 Scopus. Enero de 2019.
Publicación en evento científico	Se propone la socialización de un avance del trabajo de investigación, probablemente con enfoque del análisis del desarrollo tecnológico que apoye la intervención pedagógica en eventos como EDULEARN 2019 o EDUTEC 2019.

Dudas y preguntas para el panel de expertos

1-) En la institución educativa donde se pretende desarrollar la intervención se encuentran cursos de matemáticas de primer año en dos modalidades: 1) Curso regular de 16 semanas con una intensidad horaria de acompañamiento docente de 4 horas/semana y 2) Curso vacacional intensivo donde la misma cantidad de horas se desarrolla en 3 semanas. ¿Vale la pena realizar la intervención en los dos escenarios para contrastar los resultados de la estrategia pedagógica propuesta? ¿Que se podría observar en este tipo de ejercicio que se distinga de solo realizarlo en el curso regular?

2) El instrumento IMMS (Instructional Materials Motivation Survey) permite evaluar el efecto de la (s) intervenciones pedagógicas en la población, a partir de la medición cuantitativa (Likert) de aspectos cualitativos como la Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción. ¿Sugerirían un mecanismo o instrumento adicional que permita reforzar los argumentos para dar respuesta a la pregunta de investigación?

Referencias

- ABET. (2016). CRITERIA FOR ACCREDITING ENGINEERING PROGRAMS. ABET. Baltimore: Engineering Accreditation Commission. Retrieved from <http://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/10/E001-16-17-EAC-Criteria-10-20-15.pdf>
- Ausubel, D. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. (Paidós, Ed.). Barcelona.
- Bergenson, T. (2000). Teaching and Learning Mathematics (1st ed.). Washinton.
- Blohm, I., & Leimeister, J. (2013). Gamification. Business & Information Systems Engineering, 5(4), 275–278. <https://doi.org/10.1007/s12599-013-0273-5>
- Castaño, E., Gallón, S., Gómez, K., & Vásquez, J. (2006). Análisis de los factores asociados a la deserción y graduación estudiantil universitaria. Lecturas de Economía, (65), 9–36.
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hailey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. Computers & Education, 59(2), 661–686. <https://doi.org//dx.doi.org.ezproxy.unal.edu.co/10.1016/j.compedu.2012.03.004>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (n.d.). From game design elements to gamefulness: Defining “Gamification.” In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference (pp. 9–15). ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification.” In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (pp. 9–15). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- ENAAE. (2015). EUR-ACE® FRAMEWORK STANDARDS AND GUIDELINES. European Network for Engineering Accreditation. Retrieved from <http://www.enaee.eu/wp-assets-enaee/uploads/2012/02/EAFSG-Doc-Full-status-8-Sept-15-on-web-fm-Denis.pdf>
- Fuch, M., Fizek, S., Ruffino, P., & Schrape, N. (2014). Rethinking gamification. (S. Fizek, M. Fuchs, P. Ruffino, & N. Schrape, Eds.) (1st ed.). Lüneburg: Meson Press-Hybrid Publishing Lab.
- Galbis Córdova, A., Martí Parreño, J., & Currás Pérez, R. (2017). Higher education students' attitude towards the use of gamification for competencies development. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11268/6190>
- Hailey, T., Connolly, T. M., Boyle, E. A., Wilson, A., & Razak, A. (2016). A systematic literature review of games-based learning empirical evidence in primary education. Computers & Education, 102, 202–223. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.09.001>
- Hämäläinen, R., Manninen, T., Järvelä, S., & Häkkinen, P. (2006). Learning to collaborate: Designing collaboration in a 3-D game environment. The Internet and Higher Education, 9(1), 47–61. <https://doi.org/2048/10.1016/j.iheduc.2005.12.004>

- Huang, W. D., Johnson, T. E., & Han, S.-H. C. (2013). Impact of online instructional game features on college students perceived motivational support and cognitive investment: A structural equation modeling study. *The Internet and Higher Education*, 17, 58–68. <https://doi.org/2048/10.1016/j.iheduc.2012.11.004>
- Ke, F., & Hsu, Y.-C. (2015). Mobile augmented-reality artifact creation as a component of mobile computer-supported collaborative learning. *The Internet and Higher Education*, 26, 33–41. <https://doi.org/2048/10.1016/j.iheduc.2015.04.003>
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & Education*, 55(2), 427–443. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.007>
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2. <https://doi.org/10.1007/BF02905780>
- Kiili, K. (2005a). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and Higher Education*, 8(1), 13–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.12.001>
- Kiili, K. (2005b). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and Higher Education*, 8(1), 13–24. <https://doi.org/2048/10.1016/j.iheduc.2004.12.001>
- Lizcano-Dallos, A. (2013). Estudio de la dinámica de la cooperación en el aprendizaje de la matemática a través de la solución colaborativa de casos. Universidad Autónoma de Bucaramanga.
- Low, A. L. Y., Low, K. L. T., & Koo, V. C. (2003). Multimedia learning systems: a future interactive educational tool. *The Internet and Higher Education*, 6(1), 25–40. [https://doi.org/2048/10.1016/S1096-7516\(02\)00160-4](https://doi.org/2048/10.1016/S1096-7516(02)00160-4)
- Martens, A., & Mueller, W. (2016). Gamification - A Structured Analysis. In 2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT) (pp. 138–142). <https://doi.org/10.1109/ICALT.2016.72>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2016). Estadísticas del Sistema para la Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior – SPADIES.
- Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje significativo: teoría y práctica. (Visor, Ed.). Madrid.
- Nah, F. F.-H., Zeng, Q., Telaprolu, V. R., Ayyappa, A. P., & Eschenbrenner, B. (2014). Gamification of Education: A Review of Literature. In F. F.-H. Nah (Ed.), *HCI in Business: First International Conference, HCIB 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014. Proceedings* (pp. 401–409). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07293-7_39
- Novak, J. (1998). *Learning, Creating and Using Knowledge*. (L. E. Associates, Ed.). New York, NY, USA.

Pivec, M., & Dziabenko, O. (2004). Game-based learning framework for collaborative learning and student e-teamwork. Internet: [Http://www.unigame.net/html/publications.html](http://www.unigame.net/html/publications.html) [May 2008].

Reyes, N. (2016). Encuentra las diferencias: Gamificación y Aprendizaje Basado en el Juego. Retrieved September 19, 2017, from <http://info.shiftelearning.com/blogshift/gamificacion-y-aprendizaje-basado-en-el-juego>

Tinto, V. (1989). Definir la deserción: una cuestión de perspectiva. *Revista de Educación Superior*, 18(3), 33–51.

Universidad Santo Tomás. (2014). Departamento de Ciencias Básicas. Retrieved November 22, 2017, from <http://www.ustabuca.edu.co/gpresencia/vista/tpl/ustabmanga/departamento-ciencias-basicas.html>

Universidad Santo Tomás. (2015). Unidad de Desarrollo Curricular y Formación Docente. Retrieved November 22, 2017, from <http://www.ustabuca.edu.co/ustabmanga/unidad-de-desarrollo-curricular-y-formacion-docente>

Universidad Santo Tomás. (2017). Instrumento de medición de causas de bajo rendimiento académico. Programa de Retención Y Sostenibilidad Académica (PAAI). Bucaramanga.

Biografía del autor

Sergio Andrés Zabala Vargas es Ingeniero Electrónico de la Universidad Industrial de Santander-Colombia. Cuenta con formación de Especialización en Gerencia y Administración de Proyectos y Maestría en e-learning. Cuenta con 10 años de experiencia como docente investigador en Ingeniería de Telecomunicaciones y como tutor en programa virtual en Maestría en Gestión de la Tecnología Educativa. Cuenta con experiencia en investigación, publicación en eventos científicos, registro de software de software en el área educativa, y reconocimientos nacionales (Colombia) por su labor. Cuenta como línea de investigación principal la aplicación de herramientas tecnológicas en el quehacer docente y la evaluación de intervenciones educativa mediadas por Tecnologías de la Información y la Comunicación.