



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Evaluación del efecto de la gamificación asistida por computador en la motivación de los estudiantes de programación de computadores

Karen Daniela Cuervo Cely

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial
Bogotá, Colombia
2021

Evaluación del efecto de la gamificación asistida por computador en la motivación de los estudiantes de programación de computadores

Karen Daniela Cuervo Cely

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magíster en Ingeniería – Ingeniería de Sistemas y Computación

Director:

Felipe Restrepo Calle, Ph.D.

Co-Director:

Jhon Jairo Ramírez Echeverry, Ph.D.

Línea de Investigación:

Computación aplicada - Educación en ingeniería

Grupo de Investigación:

Programming Languages and Systems - PLaS

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

Bogotá, Colombia

2021

Quiero agradecer y dedicar este trabajo a quienes estuvieron presentes en este camino:

A Dios y la Virgen por darme fortaleza y valor en los momentos en los que sentía desfallecer, por bendecirme en cada momento de mi vida, por acompañarme en cada paso que doy y por no soltar nunca mi mano.

A mis padres, Norberto Cuervo y Amparo Cely por apoyarme, por acompañarme en cada madrugada y por darme fuerzas para alcanzar lo que me propongo, por sus palabras de aliento y por estar siempre conmigo apoyándome en cada momento de mi vida. Gracias por creer en mi y por amarme tanto como lo hacen.

A mi tío Rufino Cuervo por sus oraciones, por estar siempre pendiente de mi y por cuidarme con sus plegarias desde la distancia.

A mi hermana por colmarse de paciencia y tomarse el tiempo de leer y releer mi tesis para aportarme ideas y revisar mi forma de escribir.

A la persona que siempre me escucha, me anima y me recarga de fuerzas, a quien me inyecta felicidad, energía y me da ánimos en los momentos que decaigo, mi compañero de vida Esteban González.

A mi sobrinito quien me renueva el alma cada vez que me abraza.

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a mi Director Felipe Restrepo Calle, Ph.D. y a mi Co-Director Jhon Jairo Ramírez Echeverry Ph.D. por su valiosa orientación, guía, apoyo y palabras de aliento durante el desarrollo de esta tesis. Gracias a sus enseñanzas, indicaciones y sugerencias pudimos culminar esta investigación de la mejor forma. Gracias por la dedicación constante que tuvieron conmigo y por la disposición y tiempo en cada una de las reuniones y discusiones que tuvimos.

Quiero agradecer al profesor Fabio Augusto Gonzalez Osorio, Ph.D. por sus valiosos aportes en cada una de las reuniones que tuvimos. Gracias por orientarme en el planteamiento de la investigación y por acompañarnos en las sesiones con el grupo de investigación PLaS.

A mis compañeros del grupo de investigación PLaS por cada uno de los aportes que contribuyeron al desarrollo de esta tesis.

Al docente Luis Fernando Castellanos Guarín quien me apoyó durante el desarrollo de la intervención educativa y a los estudiantes que participaron en la investigación por su disposición y colaboración durante todo el proceso llevado a cabo.

A Fray Jesús Poblador por creer en mí e incentivarme a lograr metas inimaginables.

A la ingeniera Luz Elena Gutiérrez López por confiar en mí y conectarme con personas que de cierta forma fueron ángeles en mi camino.

Y a todos los que directa o indirectamente participaron en la realización de esta investigación.

Resumen

La enseñanza-aprendizaje de la Programación de Computadores conlleva desafíos que implican buscar nuevas metodologías de enseñanza en la que el estudiante se involucre activamente. Actualmente las metodologías relacionadas con el juego son ampliamente utilizadas por los efectos que pueden generar en aspectos como la motivación, participación, rendimiento académico y compromiso en los estudiantes. La gamificación hace referencia al uso de elementos relacionados con el juego en contextos ajenos al juego. Esta metodología busca incrementar niveles de participación, compromiso y motivación de los participantes por medio del uso de mecanismos interesantes, lúdicos y recreativos. En el área de la Programación de Computadores se han realizado estudios que integran la gamificación asistida por computador en contextos académicos, con el objetivo de evidenciar los efectos reales que genera el uso de elementos relacionados con el juego en procesos formativos. Generalmente los resultados cualitativos evidencian efectos destacables en los diferentes aspectos analizados, sin embargo distintos estudios donde realizan análisis cuantitativos contradicen dichos hallazgos y exponen que integrar la gamificación no genera efectos estadísticamente significativos en aspectos evaluados como la motivación, participación, rendimiento académico, entre otros. La revisión de literatura analizada evidencia la necesidad de realizar más estudios empíricos en los que se integre la gamificación con el propósito de comprender y demostrar los efectos reales que genera en los distintos aspectos formativos.

Por lo cual, esta investigación tiene como propósito encontrar el efecto que la gamificación asistida por computador genera en la motivación por aprender de los estudiantes de Programación de Computadores. Para tal fin, se diseñó y llevó a cabo un estudio cuasi-experimental en el que se integró una herramienta gamificada en la metodología de un curso de Introducción a la Programación de Computadores. A través de una revisión de literatura y un análisis comparativo se realizó la selección de CodeGym como el ambiente gamificado asistido por computador apto para la integración dentro de la metodología de la clase. A continuación, se estableció el diseño del estudio cuasi-experimental en el que se planteó la metodología de la intervención educativa y la aplicación de los instrumentos para medir el constructo motivacional por medio del cuestionario de auto-informe MSLQ-Colombia y una encuesta de percepciones dirigida a los estudiantes que participaron en el estudio. En este estudio participaron 48 estudiantes distribuidos en dos grupos de control y uno experimental, quienes fueron seleccionados mediante la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia.

La información recolectada permitió realizar un análisis estadístico de la variación de la motivación en cada uno de los grupos participantes. La información cuantitativa obtenida mediante el MSLQ-Colombia permitió evidenciar que los estudiantes del grupo experimental en el que se integró el ambiente gamificado en la metodología de la clase, incrementaron significativamente los niveles relacionados con valoración de la tarea, atribuyendo un mayor grado de importancia, utilidad, gusto o interés hacia las temáticas expuestas en la asignatura. Los resultados cualitativos obtenidos confirmaron el efecto cuantitativo hallado y adicionalmente generaron insumos relacionados con la influencia

del ambiente gamificado de CodeGym en el incremento de la obtención de verdaderos deseos de aprender y mejoramiento en los niveles de autoeficacia en el aprendizaje. Los resultados reportados en esta investigación permiten comprender mejor los efectos, beneficios, y desafíos que brinda la integración de la gamificación asistida por computador en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la programación de computadores.

Palabras clave: Gamificación, Programación de Computadores, Entornos gamificados asistidos por computador, Motivación en el aprendizaje.

Abstract

The teaching-learning of Computer Programming involves challenges that imply searching for new teaching methodologies in which the student is actively involved. Currently, game-related methodologies are widely used due to the effects they can have on aspects such as motivation, participation, academic performance and student engagement. Gamification refers to the use of game-related elements in non-game contexts. This methodology seeks to increase levels of participation, commitment and motivation of participants through the use of interesting, playful and recreational mechanisms. In the area of computer programming, studies have been carried out that integrate computer-assisted gamification in academic contexts, with the objective of demonstrating the real effects generated by the use of game-related elements in training processes. Generally, qualitative results show remarkable effects in the different aspects analyzed, however, different studies where quantitative analyses are performed contradict these findings and show that integrating gamification does not generate statistically significant effects in evaluated aspects such as motivation, participation, academic performance, among others. The analyzed literature review evidences the need to conduct more empirical studies in which gamification is integrated in order to understand and demonstrate the real effects that it generates in the different formative aspects.

Therefore, the purpose of this research is to find the effect that computer-assisted gamification has on the learning motivation of Computer Programming students. To this end, a quasi-experimental study was designed and carried out in which a gamified tool was integrated into the methodology of an Introduction to Computer Programming course. Through a literature review and a comparative analysis, the selection of CodeGym as the computer-assisted gamified environment suitable for integration into the classroom methodology was made. Next, the design of the quasi-experimental study was established in which the methodology of the educational intervention and the application of the instruments to measure the motivational construct by means of the self-report questionnaire MSLQ-Colombia and a survey of perceptions directed to the students who participated in the study were proposed. Forty-eight students participated in this study, distributed in two control groups and one experimental group, who were selected by means of a non-probabilistic convenience sampling technique.

The information collected allowed a statistical analysis of the variation of motivation in each of the participating groups. The quantitative information obtained through the MSLQ-Colombia showed that the students in the experimental group in which the gamified environment was integrated into the classroom methodology, significantly increased the levels related to task valuation, attributing a higher degree of importance, usefulness, liking or interest in the topics presented in the subject. The qualitative results obtained confirmed the quantitative effect found and additionally generated inputs related to the influence of the gamified environment of CodeGym in increasing the achievement of

true desire to learn and improvement in the levels of self-efficacy in learning. The results reported in this research allow a better understanding of the effects, benefits, and challenges provided by the integration of computer-assisted gamification in the teaching-learning processes of computer programming.

Keywords: Gamification, Computer Programming, Computer-assisted Gamified Environments, Motivation in learning

Esta tesis de maestría se sustentó el 22 de Junio de 2021 a las 2:00pm, y fue evaluada por los siguientes jurados:

Diana Marcela Cardona Román Ph.D.

Afiliación: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Carlos Andrés Guerrero Alarcón Ph.D.

Afiliación: Facultad de Ingeniería de Sistemas, Universidad Santo Tomás

Contenido

Resumen	IX
Abstract	XI
1. Introducción	2
1.1. Motivación	2
1.2. Trabajos relacionados	4
1.3. Identificación del problema	5
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivo General	6
1.4.2. Objetivos Específicos	6
1.5. Estructura de la tesis	6
2. Marco conceptual y trabajos relacionados	8
2.1. Motivación en el aprendizaje	8
2.2. Metodologías de aprendizaje basadas en juegos	11
2.3. Gamificación en el aprendizaje	13
2.4. Trabajos relacionados	15
3. Selección del ambiente de aprendizaje gamificado asistido por computador	18
3.1. Ambientes gamificados identificados en la revisión de literatura	18
3.2. Selección de ambiente gamificado	24
3.3. CodeGym	27
4. Diseño del estudio	30
4.1. Metodología propuesta	30
4.2. Participantes	34
4.3. Integración del ambiente gamificado en el curso de programación de computadores	37
4.3.1. Contenidos temáticos de la asignatura	37
4.3.2. Selección de los niveles de CodeGym a integrar en la metodología de la clase del grupo experimental	42
4.3.3. Relación entre las temáticas del plan de estudios del grupo experimental y los niveles de CodeGym seleccionados	43
4.4. Cronograma de actividades	44

4.5. Variables a evaluar	46
4.5.1. Motivación en el aprendizaje	46
4.5.2. Percepciones	46
4.6. Instrumentos para evaluar las variables de estudio seleccionadas	47
4.6.1. Motivated Strategies for Learning Questionnaire - Colombia (MSLQ - Colombia)	47
4.6.2. Encuesta de percepciones	50
4.7. Aval de comité de ética	53
5. Resultados experimentales	54
5.1. Motivación en el aprendizaje	54
5.1.1. Grupo de control - Ingeniería Industrial	54
5.1.2. Grupo de control - Ingeniería Mecánica	58
5.1.3. Grupo Experimental - Ingeniería de Sistemas	59
5.2. Percepciones de los estudiantes	63
5.2.1. Categoría: Motivación	64
5.2.2. Categoría: Gamificación	69
6. Discusión de resultados	74
7. Conclusiones y trabajos futuros	79
7.1. Conclusiones	79
7.2. Publicaciones	80
7.3. Trabajos futuros	80
A. Anexo: Matriz de comparación entre ambientes gamificados	82
B. Anexo: Acta del comité de ética	85
C. Anexo: Ítems del MSLQ-Colombia	88
Bibliografía	91

1. Introducción

1.1. Motivación

La programación de computadores es un área fundamental de las ciencias de la computación. Los profesionales en esta área deben adquirir las competencias y habilidades necesarias que les permita integrarse laboralmente a una sociedad con déficit de profesionales en el ámbito tecnológico (Shahdattunaim et al., 2015). La industria de las Tecnologías de la Información (TI) demanda el abastecimiento de fuerza laboral capaz de producir innovación y progreso económico (Popat and Starkey, 2019; Qian and Lehman, 2017). En el ámbito académico, los cursos de programación de computadores son esenciales para los estudiantes de las ciencias de la computación e ingeniería (Martins et al., 2018), ya que las habilidades que se adquieren a través de su aprendizaje son consideradas competencias del siglo XXI (Popat and Starkey, 2019), de ahí la importancia que se garantice un aprendizaje exitoso. Se espera que en el proceso de enseñanza aprendizaje de la programación de computadores, los estudiantes dominen el conocimiento sobre cómo transformar un problema propuesto en una serie de pasos bien definidos, y de esta forma, codificarlos en un lenguaje de programación (Martins et al., 2018). La intervención de los docentes es importante ya que, gracias a su capacidad de identificar y abordar las problemáticas y conceptos erróneos comunes en los estudiantes, permiten que se brinde un conocimiento comprensible para ellos (Qian et al., 2019). Por esta razón, si los docentes son conscientes de las barreras y dificultades de aprendizaje, pueden enfrentar los problemas de sus alumnos con base en conceptos de programación, de forma tal que el interés y la motivación por aprender aumente, adoptando nuevos métodos de enseñanza y aprovechando el uso de herramientas que faciliten el proceso de aprendizaje (Dorn et al., 2018; Hsu et al., 2018).

Sin embargo, dada la complejidad que presenta el proceso de enseñanza aprendizaje de la programación de computadores, es posible que los estudiantes se enfrenten a desafíos y dificultades al dominar las habilidades relacionadas con la programación, comprender conceptos básicos, y generalmente, al adoptar nuevos paradigmas de programación (Azmi et al., 2017). Estas problemáticas pueden generar en el estudiante experiencias desagradables al sentirse decepcionado por no poder comprender las temáticas, trayendo consigo actitudes desmotivantes en el proceso de aprendizaje de la programación. Si no se buscan estrategias que contribuyan a la solución de estas problemáticas, los estudiantes podrían sentirse frustrados y desmotivados (Talingdan and Llanda, 2019). Inclusive, la tasa de deserción, fracaso y evasión podría seguir en aumento (Martins et al., 2018). Pambudi et al. (2018) señalan que los medios de aprendizaje actuales ya no son relevantes y están desactualizados. Este criterio está acorde con Ismail et al. (2018) donde se manifiesta que los métodos de enseñanza

usados por los docentes son ineficaces, haciendo del aprendizaje algo tedioso, desmotivante e incluso temible; generando en los estudiantes percepciones de dificultad relacionadas con la programación de computadores (Draz et al., 2016; Sarkar et al., 2017; Watson et al., 2013).

Las problemáticas más frecuentes en el aprendizaje de la programación están relacionadas con la comprensión de temas generales de programación y apropiación de conceptos básicos (Mladenović et al., 2016; Moussa et al., 2016; Stigall et al., 2017). Los novatos a menudo adoptan conceptos erróneos que inhiben su capacidad de aprender y progresar. El concepto de variable, condicional, bucle, entre otros, son considerados desafiantes en el proceso de aprendizaje de la programación de computadores (Qian and Lehman, 2017). Así mismo, el uso de paradigmas de programación como el orientado a objetos, dificulta aún más el dominio de su comprensión e implementación (Rajashekharaiyah et al., 2017; Yang et al., 2018; Zhang et al., 2018). El pensamiento abstracto se considera uno de los aspectos más críticos en el proceso de aprender a programar (Hadar, 2013; Jordine, 2015; Krpan et al., 2015). El concepto de puntero, funciones, asignación de memoria y polimorfismo presenta considerables desafíos en el aprendiz (Moussa et al., 2016; Rajashekharaiyah et al., 2017; Yang et al., 2018). El docente identifica que los estudiantes carecen de motivación y compromiso, incluso perciben los problemas de los alumnos como falta de competencias propias (Dorn et al., 2018).

La motivación desempeña un rol fundamental en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. En el estudio de Azmi et al. (2018) se cita la importancia de la motivación en cursos que se consideran difíciles y requieren un alto nivel de compromiso cognitivo, como la programación de computadores. En la investigación realizada por Ubaidullah et al. (2019) se relaciona la importancia que tiene la motivación en el aprendizaje de la programación de computadores debido a su efecto en la iniciación, control, actualización y evaluación de conductas. La baja motivación puede estar relacionada con distintos factores como el uso de métodos convencionales para enseñar a programar generando poco interés por parte de los estudiantes. La falta de materiales de aprendizaje especialmente en el idioma nativo, el poco tiempo que se otorga a la interacción entre estudiante-docente y la complejidad del curso de programación también influyen en la desmotivación de los alumnos. Según Azmi et al. (2018) los estudiantes que presentan baja motivación prefieren adoptar enfoques de prueba y error en lugar de adquirir las habilidades propias de la resolución de problemas. Estos estudiantes desmotivados tienden a darse por vencidos y evitan el área de programación de computadores en sus planes futuros.

El proceso de enseñanza aprendizaje de la programación de computadores, enfrenta desafíos que estimulan el uso de nuevas metodologías y estrategias en el desarrollo formativo de los aprendices. Amro and Romli (2019) relacionan la necesidad de mejorar el proceso de aprendizaje de la programación de computadores a través de nuevas metodologías que incentiven el aprendizaje. En la revisión sistemática de literatura realizada por Borges et al. (2018), se identifica la gran aceptación que ha tenido el uso de metodologías apoyadas en herramientas con un propósito en particular. Entre ellas, las metodologías relacionadas con el juego, para apoyar la enseñanza aprendizaje de la programación de computadores. Estas metodologías han sido adoptadas debido a los beneficios que generan en

aspectos como el nivel de compromiso, participación, motivación, entre otros (Piteira et al., 2017). Actualmente se han adoptado distintos enfoques relacionados con metodologías relacionadas con el juego como el diseño inspirado en juegos, la gamificación, los juegos serios y los videojuegos o juegos digitales (Darejeh and Salim, 2016; Lindberg et al., 2018; Shahdatunnaim et al., 2015).

1.2. Trabajos relacionados

La gamificación se concibe como la adopción de características del diseño y elementos del juego en contextos ajenos al juego con propósitos serios (Mozelius et al., 2015; Shahdatunnaim et al., 2015). Según Carreño et al. (2018) la gamificación puede asimilarse como un proceso de pensamiento de juego y sus mecanismos para captar la atención de los usuarios y fomentar la resolución de problemas. Los enfoques gamificados son aptos para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje debido al potencial incremento en la motivación y participación de los usuarios (Darejeh and Salim, 2016). La gamificación puede ser usada en diversas áreas del conocimiento, como lo es el cuidado de la salud, el deporte, los negocios, el manejo de recursos humanos, el marketing, entre otros (Azmi et al., 2017; Darejeh and Salim, 2016).

Integrar la gamificación en el sector educativo, hace que en las aulas de clase mejore notablemente la experiencia diaria vivida por por los estudiantes (Carreño et al., 2018). Diversos trabajos relacionados han implementado la gamificación en el proceso de aprendizaje de la programación de computadores, su atención se ha dedicado especialmente a integrar herramientas gamificadas en el proceso formativo de los estudiantes. En el estudio de De Pontes et al. (2019) indagan el efecto de la gamificación en la participación de los estudiantes de introducción a la programación de computadores. En este estudio relacionan la participación con las insignias, registros personales y tablas de clasificación. Los autores encuentran una mayor participación en el grupo experimental y perciben un incremento en la motivación debido al uso de insignias. Estudios como el de Hoshang et al. (2018) hallan una relación entre la gamificación y la facilidad para entender las temáticas propuestas. Los estudiantes encuestados hacen referencia a la favorabilidad que presentan métodos basados en tecnología, que los motivan a mejorar su desempeño y productividad. Por otro lado, Ortiz et al. (2017) quien en su estudio analiza el impacto de la gamificación en el aprendizaje, la motivación intrínseca y la auto-eficacia basado únicamente en la integración de un ambiente que otorga al estudiante insignias, encuentra que no hubo un efecto significativo en el aprendizaje o aspectos de motivación estudiados. Finalmente, para el estudio de Zatarain Cabada (2018) donde se integra un ambiente de aprendizaje que usa técnicas de reconocimiento afectivo junto con elementos gamificados enfocados en la enseñanza de lógica de programación, encuentran que el aprendizaje de los estudiantes que interactuaron con elementos del juego es estadísticamente mejor. Sin embargo, no es claro el efecto que el ambiente gamificado generó en la motivación de los estudiantes y plantean la hipótesis de que podría convertirse en un método importante para despertar el interés, creatividad y motivación en el estudiante.

1.3. Identificación del problema

En los estudios citados anteriormente, se evidencian distintas posturas con respecto al efecto que genera la gamificación en aspectos como la motivación, participación, y aprendizaje durante el proceso formativo en cursos relacionados con la programación de computadores. Algunas investigaciones concuerdan con los efectos positivos en el aumento de distintos aspectos relacionados con el proceso formativo de los estudiantes, entre ellos, la motivación. Sin embargo, distintos autores difieren en algunos efectos reportados y contradicen estos resultados, evidenciando que en sus estudios usando gamificación no encontraron efectos en aspectos como motivación, participación y compromiso. Posiblemente el uso de distintos instrumentos básicos usados para recolectar los datos relacionados con los efectos generados por la gamificación, hace que los resultados difieran entre estudios. Adicionalmente, en algunos casos la poca validez estadística que poseen los instrumentos hace que se genere incertidumbre relacionada con la solidez de los resultados. Es así como varios autores se han referido a una preocupación predominante, relacionada con el hecho de que ciertas investigaciones realizadas no cuentan con el empleo de mediciones psicométricas adecuadas, que validen los efectos de la gamificación (Agapito and Rodrigo, 2018; Çubukçu et al., 2017; Piteira and Costa, 2017; Vera et al., 2018). Además, autores como Kaila et al. (2018a); Piteira and Costa (2017); Çubukçu et al. (2017) sugieren la necesidad de realizar más estudios empíricos que permitan comprender los efectos reales de la gamificación, aprovechando las tecnologías actuales.

Por lo tanto, no queda claro si los efectos que relaciona la literatura en cuanto a la implementación de la gamificación, sean resultados válidos con respecto a su impacto en las diferentes variables dentro del proceso formativo en el área de la programación de computadores. Si estos resultados pudieran confirmarse, proporcionarían una fuerte evidencia de los efectos generados por la gamificación. De modo que, sería interesante saber, ¿cuáles son los efectos de la integración de la gamificación asistida por computador en el proceso de aprendizaje de la programación de computadores?. Particularmente, en esta investigación se busca aportar evidencias que permitan comprender los posibles efectos de la gamificación específicamente en la motivación de los estudiantes de programación de computadores por medio de un diseño cuasi experimental que permita obtener resultados sólidos. Cabe puntualizar que la motivación en el aprendizaje se define como: “un proceso de construcción psicológica que realiza un estudiante individual y que toma la forma de las interpretaciones y valoraciones situacionales”(Järvelä and Niemivirta, 2001). Este proceso incluye ser consciente de la importancia que se otorga al aprendizaje con el fin de alcanzar las metas propuestas (Nocito Muñoz, 2013).

En este contexto, el presente proyecto pretende contestar la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto de un ambiente de aprendizaje gamificado asistido por computador en la motivación de los estudiantes de programación de computadores?.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la integración de un ambiente de aprendizaje gamificado asistido por computador en la motivación de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje de la programación de computadores.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Seleccionar un ambiente de aprendizaje gamificado asistido por computador que apoye el proceso de aprendizaje de la programación de computadores, por medio de la revisión de literatura y análisis de matrices de comparación.
2. Integrar el ambiente de gamificación asistido por computador con la metodología de un curso de programación de computadores para apoyar su proceso de aprendizaje.
3. Diseñar un experimento para evaluar el efecto del ambiente gamificado en la motivación de los estudiantes por medio de pruebas experimentales en un curso de programación de computadores.
4. Validar el efecto en la motivación de los estudiantes generado a través de la integración del ambiente de aprendizaje gamificado asistido por computador para el aprendizaje de la programación de computadores.

1.5. Estructura de la tesis

El presente documento se estructura de la siguiente forma:

- En el Capítulo 1 se encuentra la introducción al trabajo realizado, presentando la motivación, trabajos relacionados, identificación del problema y objetivos propuestos en el estudio.
- El Capítulo 2 presenta el marco conceptual y trabajos relacionados, donde se abordan los conceptos y experiencias relacionadas con la gamificación en el aprendizaje de la programación.
- En el Capítulo 3 se expone la selección del ambiente de aprendizaje gamificado asistido por computador para el apoyo al proceso de aprendizaje de la programación de computadores, se identifican diferentes ambientes gamificados y se realiza un análisis comparativo que permite la selección del ambiente gamificado.

- El Capítulo 4 presenta detalladamente el diseño experimental llevado a cabo durante el desarrollo del proyecto. Se describe el proceso de integración del ambiente gamificado asistido por computador con un curso de programación de computadores, por medio de la definición de las actividades a aprender a través del ambiente gamificado, y la metodología implementada en las sesiones de trabajo.
- En el Capítulo 5 se exponen los resultados experimentales.
- En el Capítulo 6 se realiza la discusión de los resultados hallados.
- Finalmente, en el Capítulo 7 se presentan las conclusiones, publicaciones realizadas y posibles trabajos futuros.

2. Marco conceptual y trabajos relacionados

2.1. Motivación en el aprendizaje

El estudio en educación informática se ha focalizado en comprender las necesidades cognitivas de los estudiantes. Factores como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la capacidad matemática son los aspectos que más interés han recibido en las investigaciones según Fincher and Robins (2019). Mientras que por otro lado, los factores no cognitivos como la motivación y actitudes de los estudiantes han recibido menos atención en las investigaciones relacionadas con educación informática. A pesar de que los factores no cognitivos no reciben la misma atención que los cognitivos, cabe resaltar que son de vital importancia debido a la influencia que tienen en el estudiante y en sus resultados académicos.

La motivación en el aprendizaje hace parte del grupo de componentes no cognitivos presentes en los estudiantes. En el estudio de Fincher and Robins (2019) se relaciona la motivación con los mecanismos psicológicos que permiten que las personas se involucren y persistan en los comportamientos. En Gopalan et al. (2020) se define la motivación como una tendencia e intención que impulsa el comportamiento de un individuo para el alcance de logros o metas. En este estudio se relaciona la influencia que puede tener la autoeficacia de los estudiantes y la reducción del miedo y el estrés, en la motivación durante el desarrollo de tareas o labores.

Según Schunk and DiBenedetto (2020), la motivación percibe procedimientos particulares que sobresalen claramente en actuaciones dirigidas a ciertas finalidades. En este estudio se definen los procesos motivacionales como incidencias personales que frecuentemente se van transformando e impactando en las conductas de las personas y en su entorno. Así mismo, estas conductas y ambientes pueden impactar en los procesos motivacionales. La motivación se establece como un procedimiento interior que comprende constructos como la autoeficacia, las metas, las comparaciones sociales, atribuciones y expectativas de resultados, que van transformándose a lo largo del proceso de aprendizaje.

Según Ramírez (2017), la motivación es un componente que conlleva al desempeño académico de los alumnos, siendo el docente un mediador en la autorregulación de la motivación en el aprendizaje. Es importante que el estudiante sea consciente de su nivel de motivación, apropiando su eficacia, interés y ansiedad. El alumno debe enfocar ese nivel de motivación hacia un contexto de aprendizaje realista,

siendo sensato acerca de las concepciones que tiene de sí mismo y de las capacidades que tiene para llegar a las metas de aprendizaje propuestas. La instauración de metas es un proceso cognitivo social que incide en la motivación de los estudiantes.

En el estudio de Azmi et al. (2018) se relaciona la importancia de la motivación y se asemeja a un ancla que mantiene al estudiante enfocado en el aprendizaje y en el cumplimiento de sus metas. En esta investigación se asocia una mayor motivación en alumnos que evidencian conocimientos previos de programación de computadores, mientras que en los novatos la motivación es menor, ya que se desaniman más fácilmente al no comprender algunas temáticas relacionadas con la programación.

La motivación es un factor importante para que los estudiantes tengan una participación activa y exitosa en su aprendizaje (Azmi et al., 2018). Cuando el entorno de aprendizaje influye de manera positiva, los alumnos de ingeniería sienten una gran motivación en cuanto al aprendizaje de la programación de computadores. Muchas veces la motivación en los cursos de programación se ve impactada negativamente por la creencia de que el aprendizaje en la programación es un trabajo arduo y esto termina desmotivando a los estudiantes.

La motivación no se concibe como un ente individual, sino como un conjunto de modelos teóricos relacionados con determinantes afectivos de las conductas, entre ellos las metas, deseos y creencias personales (Fincher and Robins, 2019). Entre las variables motivacionales se encuentran la autoeficacia orientada hacia el aprendizaje o el rendimiento, la ansiedad ante los exámenes, el valor de la tarea, la motivación intrínseca, la motivación extrínseca y las creencias sobre el control del aprendizaje. A continuación se relacionan las definiciones de cada constructo:

■ Autoeficacia

Según Nocito Muñoz (2013) la autoeficacia es la seguridad y confianza que tiene el sujeto dentro de sus posibilidades o tareas propuestas para aprender, hacer, estudiar, entre otros; siendo la autoeficacia un eje central o núcleo de la motivación con respecto a la autorregulación del aprendizaje.

En el estudio de Fincher and Robins (2019) se define la autoeficacia como la creencia de poder lograr un resultado deseado, llevando a cabo con éxito los comportamientos necesarios. Las creencias de autoeficacia se relacionan con los esfuerzos que cada persona está dispuesta a realizar para poder lograr sus objetivos. La autoeficacia permite tener una mayor influencia en la predicción de logros futuros que la misma experiencia y capacidades previas, incluso presenta una conexión sólida con los resultados académicos en diferentes áreas temáticas. Este constructo influye especialmente en la persistencia de los estudiantes en áreas de mayor dificultad, incluidas las relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM).

La educación en informática se ha interesado por la autoeficacia debido a su poder de predicción de un mayor rendimiento en estudiantes de esta área. En Schunk and DiBenedetto (2020) se relaciona que un estudiante puede aumentar su autoeficacia cuando observa un modelo exitoso, el cual lo lleva a plantearse comportamientos motivadores, creyendo que también podrá desempeñarse con éxito en su aprendizaje como los otros estudiantes. Pero si por el contrario observa que los otros estudiantes fracasan, la autoeficacia puede disminuir afectando su motivación. El estudio de Hattie et al. (2020) señala que si el estudiante nota que a lo largo de su aprendizaje está progresando, confirma su autoeficacia, generando un incremento en sus resultados motivacionales.

Las expectativas de autoeficacia en el aprendizaje se relacionan con la valoración que realiza el estudiante orientada a su capacidad de entender las temáticas de la asignatura o de adquirir las competencias esperadas.

Por otro lado, las expectativas de autoeficacia orientadas al rendimiento se asocian con la autoevaluación que realiza el estudiante en relación a su capacidad y confianza para tener éxito en el proceso de evaluación de la asignatura, bien sea para obtener buenas calificaciones, presentar excelentes exámenes o tener buen desempeño académico.

■ **Ansiedad ante los exámenes**

Según Nocito Muñoz (2013) la ansiedad se refiere a los pensamientos negativos de los estudiantes en el periodo de exámenes. Esta variable es la causante principal de estrés influyendo en el desarrollo de los exámenes y sus resultados finales. La ansiedad tiene un efecto negativo en el rendimiento de los alumnos, generando bajos índices de autoeficacia, especialmente si el alumno está inmerso en un ambiente estresante o en el que demande varias finalidades. Es por eso que el docente debe generar espacios propicios para que los estudiantes se motiven y mejoren el aprendizaje.

■ **Valoración de la tarea**

Según Azmi et al. (2018) este constructo se define como el rango de atención que un estudiante le da a un trabajo o labor determinado, comprendiendo la importancia y la utilidad del mismo. En el estudio de Nocito Muñoz (2013) el valor de la tarea es el criterio del estudiante, con respecto a la importancia, interés y beneficio que el estudiante le atribuye a cada asignatura o temática.

■ **Motivación intrínseca**

Según Hattie et al. (2020) la motivación intrínseca se refiere a las actividades realizadas por sí mismas, estas actividades son realizadas porque los estudiantes encuentran cierto interés y dinamismo por ejecutarlas. En el estudio de Nocito Muñoz (2013) se relaciona la motivación intrínseca con esa intención personal que presenta el sujeto al enfrentarse a la actividad, impulsándolo a realizarla por sí mismo, con el fin de llegar a un objetivo, o por aprender más.

- **Motivación extrínseca**

En Hattie et al. (2020) se define la motivación extrínseca como las actividades realizadas por razones instrumentales, con el propósito de llegar a una finalidad o recompensa. Según Nocito Muñoz (2013) la motivación extrínseca se refiere al grado que ejerce un alumno por una determinada actividad, ya sea por obtener recompensas, sobresalir en el grupo, obtener buenas calificaciones, entre otros.

- **Creencias sobre el control del aprendizaje**

Las creencias sobre el control del aprendizaje hacen referencia a la convicción de que el aprendizaje depende únicamente del esfuerzo y control personal y no de factores externos como la metodología de la clase, el docente o incluso la dificultad de la temática (Ramirez-Echeverry et al., 2016).

2.2. Metodologías de aprendizaje basadas en juegos

El juego como herramienta de aprendizaje es ampliamente utilizado debido a la integración de estrategias recreativas en la enseñanza de temáticas académicas. Las metodologías basadas en juegos modifican e incrementan las vivencias en el estudiante, generan un efecto en la atención e intelecto de los individuos, además de permitirles descubrir sus dificultades y habilidades para la ejecución de determinadas actividades con el fin de que el alumno se incorpore sencillamente al contexto donde está implícito. Según Montero Herrera (2017), el aprendizaje basado en juegos es una técnica por medio de la cual los docentes motivan y conservan la atención de los alumnos en cada clase, generando las ansias de cada integrante a participar activamente de un trabajo, convirtiéndose así en una enseñanza significativa. En el estudio de Hartt et al. (2020) se menciona que el aprendizaje basado en juegos pluraliza la enseñanza, incrementa la atención y anima a los alumnos, propiciando vivencias de enseñanza útiles. Según Mora et al. (2016) el juego permite un aprendizaje inherente a la vida de cada ser humano, concibiéndose como una herramienta de relación con otros, la cual promueve el auto-conocimiento, la responsabilidad, determinación y la auto-realización de cada alumno. El juego desarrolla procesos cognitivos como el reconocimiento, la atención, dedicación, y la retentiva. Según Torres and Torres (2007) el maestro puede optar por darle un giro a sus clases, saliendo de la rutina y haciendo que sus encuentros académicos se tornen más interesantes, desarrollando creatividad y a su vez un compromiso con el proceso de enseñanza de cada estudiante, facilitándolo por medio de herramientas relacionadas con el juego.

Debido a los desafíos presentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la programación de computadores, se han propuesto posibles soluciones que brindan apoyo en el proceso formativo de los aprendices. Una de ellas se presenta en la actualidad gracias al interés emergente en las investigaciones relacionadas con estrategias basadas en juegos, adoptadas en la educación por sus beneficios en el nivel de compromiso, participación, motivación y estímulo en los estudiantes (Piteira et al., 2017), contribuyendo en la reducción de tasas de fracaso y evasión en áreas relacionadas con la programación

Tabla 2-1.: Comparación entre metodologías relacionadas con el juego. Adaptado de: (Darejeh and Salim, 2016).

Enfoque	Estilo de diseño de juego	Elementos de juego	Entorno completo de juego	Propósito divertido	Propósito serio
Diseño inspirado en juegos	✓	X	X	X	X
Gamificación	✓	✓	X	X	✓
Juego serio	✓	✓	✓	X	✓
Juego digital	✓	✓	✓	✓	X

de computadores.

Dentro de las estrategias adoptadas actualmente, se puede encontrar el diseño inspirado en juegos, la gamificación, juegos serios, y videojuegos o juegos digitales (Darejeh and Salim, 2016; Lindberg et al., 2018; Shahdatunnaim et al., 2015). Estos conceptos tienen relación entre ellos, pero cada uno tiene características que los diferencia. El diseño lúdico utiliza estrategias basadas en el juego con el propósito de atraer la atención de los usuarios y provocar una respuesta emocional. Los juegos serios están diseñados para entornos no recreativos con fines educativos, donde es posible simular situaciones del mundo real sin incurrir en costos o riesgos eventuales (Darejeh and Salim, 2016). Por otro lado, los videojuegos o juegos digitales son sistemas en los que los usuarios resuelven conflictos o desafíos basados en reglas predeterminadas, generando reacciones emocionales por la interactividad y comentarios que el juego ofrece al usuario (Sousa Borges et al., 2014). Finalmente, la gamificación se define como el uso de elementos de diseño de juegos en contextos que no son juego, para involucrar a las personas, motivar la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas (Khaleel et al., 2018a; Sousa Borges et al., 2014).

En la investigación de Darejeh and Salim (2016) se realiza un comparativo entre los diferentes enfoques propuestos y se establece explícitamente la diferencia entre gamificación y juegos serios, debido a que son conceptos que tienden a confundirse. En la gamificación se agregan mecanismos de juego a entidades existentes, en este enfoque puede no existir un entorno de juego virtual y la recompensa del usuario se basa en su rendimiento. Mientras que, por otro lado, el enfoque de juegos serios involucra a los usuarios en un entorno de juego completamente virtual, en el cual se tiene el control de un personaje u objeto con propósito de aprendizaje y éxito. La Tabla 2-1) resume la comparativa entre estas estrategias.

2.3. Gamificación en el aprendizaje

El término gamificación se introdujo a principios de 2010 (Denden et al., 2018) concibiéndose como un enfoque de aprendizaje que utiliza mecánicas, elementos y técnicas del diseño de juegos en contextos no relacionados al juego (Carreño et al., 2018; Lindberg et al., 2018; Sousa Borges et al., 2014). La gamificación es un área de investigación emergente, su incorporación en cursos de programación se ha identificado como una técnica potencial que podría maximizar la participación de los estudiantes y tener un impacto positivo en el aprendizaje. La gamificación hace uso de mecanismos de interés, emoción y diversión, los cuales pueden incrementar el nivel de compromiso, participación y motivación de los estudiantes (Azmi et al., 2017; De Pontes et al., 2019; Lindberg et al., 2018), aprovechando según Forbs el enorme potencial que la gamificación posee, para impactar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Sarkar et al., 2017). La gamificación en el sector educativo se centra en el estudiante, y hace que su proceso de aprendizaje sea más independiente, donde el docente actúa como guía para el conocimiento y no como el transmisor (Ismail et al., 2018). El enfoque gamificado es aplicable en diversas áreas además de las relacionadas con la educación, tal es el caso de ámbitos como el cuidado de la salud, el deporte, los negocios, el manejo de recurso humano, la recopilación de datos, la política, el marketing de servicios, entre otros (Azmi et al., 2017; Darejeh and Salim, 2016).

Según Darejeh and Salim (2016), la gamificación se divide en dos enfoques, uno relacionado a la gamificación estructural donde el contenido del software no se presenta como un juego, sino que los elementos gamificados se implementan en la estructura en torno al contenido; y otro enfoque relacionado a la gamificación de contenido, el cual integra el concepto de gamificación en el contenido del software y trabaja de una forma similar a un juego. En Carreño et al. (2018) se establece que un ambiente gamificado debería ofrecer recompensas por completar tareas, además de aprovechar la competitividad haciendo visibles las recompensas entre jugadores, y de este modo, hacer las tareas existentes más atractivas para el usuario. Estos objetivos se alcanzan haciendo uso de diferentes elementos que influyen en la participación y motivación del aprendiz, tales como las insignias, tablas de clasificación, barras de progreso, puntuaciones, desafíos, recompensas, bienes virtuales, avatares, niveles de experiencia, estatus, entre otros (Agapito et al., 2018; Khaleel et al., 2018b; Kumar and Sharma, 2018).

En la Figura 2-1 se presenta un diagrama propuesto por Darejeh and Salim (2016) donde se visualiza la forma en la que la gamificación afecta la motivación del usuario. Cuando los usuarios realizan una tarea o completan un desafío, se les otorga una recompensa, esta recompensa los motiva a seguir utilizando el sistema.

El estudio de Shahdatunnaim et al. (2015) realiza una categorización de la gamificación para cursos relacionados con la programación de computadores. En ella se identifican tres enfoques de gamificación en esta área, los cuales se pueden visualizar en la Figura 2-2: gamificar la actividad de aprendizaje, gamificar la actividad social y gamificar la actividad de evaluación.

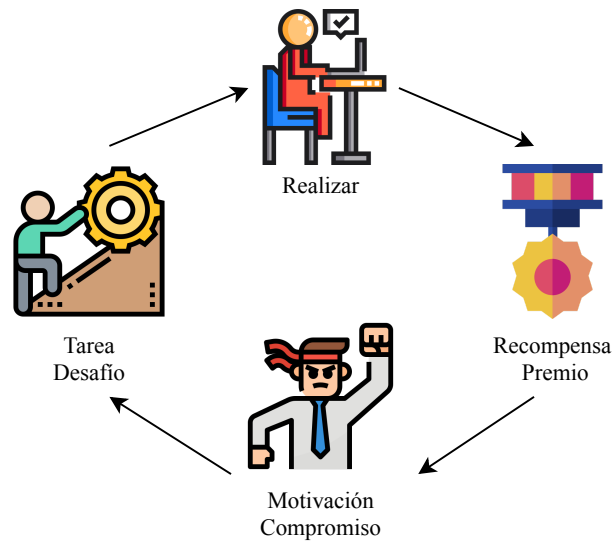


Figura 2-1.: Proceso de gamificación. Adaptado de (Darejeh and Salim, 2016).

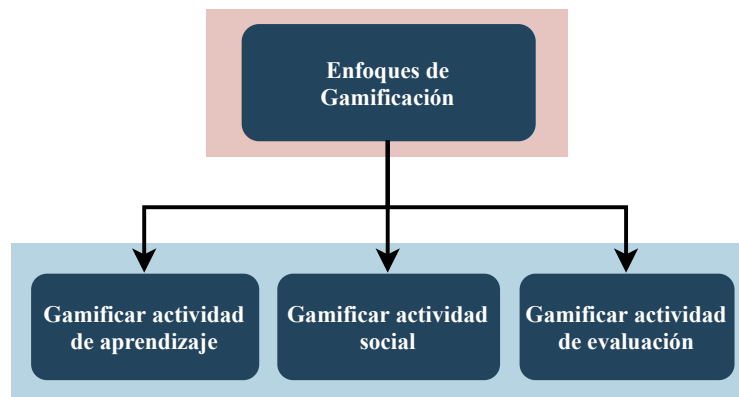


Figura 2-2.: Categorización de la gamificación para cursos de programación. Adaptado de: (Shahdatunnaim et al., 2015)

Gamificar la actividad de aprendizaje se relaciona con la participación del estudiante y el desarrollo de habilidades durante el proceso de aprendizaje. Este enfoque considera una solución efectiva para resolver problemas de programación. Por otra parte, la actividad social gamificada permite la interacción entre los usuarios proporcionando asistencia y retroalimentación entre ellos. Finalmente, la actividad de evaluación gamificada permite la validación del rendimiento de los usuarios (Shahdatunnaim et al., 2015).

2.4. Trabajos relacionados

Pese a que la gamificación es un enfoque relativamente nuevo, su acogida en la educación permite encontrar un gran número de aplicaciones en ámbitos formativos. Su flexibilidad admite que sea aplicado a diversas áreas del conocimiento y la prospectiva pronostica un crecimiento exponencial en su estudio (Surendeleg et al., 2014).

La aplicación de la gamificación en las aulas de clase mejora notablemente las experiencias diarias vividas por los estudiantes, así lo afirma Carreño et al. (2018) en base a los resultados obtenidos con la implementación de una técnica de gamificación en un curso introductorio de programación de computadores. En esta implementación se pudo observar que el entorno gamificado mejoró la capacidad para diseñar algoritmos, además de hacer más placentero el proceso de realización de labores que generalmente se les dificulta a los estudiantes. En Ismail et al. (2018) se identificaron las percepciones que los alumnos tienen con respecto a la gamificación, mediante la aplicación de un cuestionario que ratificó la buena aceptación que el enfoque brinda a los aprendices. En un estudio relacionado de Ortiz et al. (2017) se realizó un análisis del impacto de la gamificación basado únicamente en el elemento de insignias, y se pudo observar la mejora significativa en la participación de los estudiantes. Sin embargo, este estudio no observó un impacto revelador en el rendimiento de aprendizaje, la motivación intrínseca y la auto eficacia, e indicó la necesidad de investigar qué elementos de la gamificación son clave para el éxito o fracaso en el entorno de aprendizaje. No obstante, el estudio de Facey-Shaw et al. (2019) difiere de este último, ya que según la percepción examinada en el impacto de las insignias digitales, los resultados indicaron que las insignias fueron percibidas positivamente logrando una mayor motivación.

En Díaz et al. (2018); Sprint and Cook (2015) se describe la implementación de un enfoque gamificado en dos cursos de programación. Ambos estudios concluyen que el uso de diferentes estrategias a favor del proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente haciendo uso de la gamificación, es altamente apreciado y demuestra ser una opción exitosa para incrementar la motivación y participación de los estudiantes en su proceso formativo.

Además, se han desarrollado herramientas tecnológicas basadas en técnicas de gamificación, con el fin de apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la programación de computadores. Tal es el caso de Sololearn, la cual según Skalka and Drlík (2018) se puede considerar una de las aplicaciones móviles más populares para el aprendizaje de la programación. Esta herramienta ha refinado el concepto de gamificación y ha creado una comunidad de aprendizaje en un entorno común de contenido educativo. Por otro lado, Pambudi et al. (2018) desarrollaron Megie, una aplicación móvil basada en el concepto de gamificación, con el fin de apoyar el aprendizaje de la programación web, señalando que la combinación de gamificación y aprendizaje móvil es especialmente interesante debido a la naturaleza dinámica del aprendizaje móvil, y el efecto motivador de la gamificación.

Incluso hay estudios en los que se evalúa si realmente aprender mediante una herramienta gamificada

logra los objetivos propuestos. Es así como Talingdan and Llanda (2019) evalúa si una aplicación gamificada para enseñar programación en el lenguaje de programación C logra favorecer el aprendizaje. Este proceso se llevó a cabo mediante la aplicación de pruebas a estudiantes, antes y después de usar la herramienta. Los resultados demuestran que su efectividad y nivel de compromiso es alto, los aprendices continuaron trabajando incluso después de obtener la cantidad máxima de puntos de clasificación, con el fin de recolectar todas las insignias y seguir aprendiendo. Esta investigación apunta hacia el éxito de la gamificación y su alto nivel de participación por parte de los estudiantes.

Funprog es otra herramienta que hace uso de técnicas de gamificación para el aprendizaje de los fundamentos de la programación de computadores (Tejada et al., 2018). Funprog define un conjunto de niveles de juego, donde los estudiantes se enfrentan a desafíos que les permite obtener más conocimientos y mejorar sus habilidades de programación. Al igual que la aplicación ProLounge la cual fomenta el aprendizaje en línea, haciendo uso de la mecánica del juego para atraer la atención de los alumnos, tal como lo evidencia Kumar and Sharma (2018), concluyendo que existe una fuerte preferencia por el uso de la gamificación para impartir los conocimientos de programación.

Como se puede apreciar, la aplicación de la gamificación tiene bastante acogida en el desarrollo de programas o aplicaciones educativas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las técnicas de gamificación pueden ser aplicadas en cualquier ámbito, no necesariamente relacionados a ambientes virtuales. Tal es el caso de Thongmak (2017), quien realizó un estudio utilizando juego de cartas para gamificar la actividad de evaluación en el primer curso de programación, generando un impacto en la disminución de niveles de ansiedad de los estudiantes. Otro claro ejemplo del éxito de la gamificación en las aulas, es el expuesto por Carreño et al. (2018) ya que mediante el uso de pequeños ejercicios y tarjetas en las que se presentaban fragmentos de algoritmos a desarrollar, se mejoró la capacidad para adquirir conocimiento y la motivación al enfrentarse a un problema de alta dificultad.

Como se observa en los estudios citados anteriormente, varios autores difieren en el hallazgo relacionado con el efecto que genera la gamificación en aspectos como la motivación, aprendizaje, participación, compromiso y rendimiento académico. En la Tabla 2-2 se visualiza un comparativo entre los diferentes estudios citados y los efectos que cada uno de ellos reporta basado en el análisis de resultados obtenidos.

Se evidencia que existen posiciones contrarias con relación a los efectos generados por la gamificación. El uso de instrumentos básicos diferentes entre investigaciones, posibilita la generación de distintos resultados obtenidos en cada estudio. Cabe resaltar la investigación de Ortiz et al. (2017) donde estudia el efecto de la gamificación por medio de instrumentos basados en encuestas de otros autores quienes las validaron estadísticamente, sin embargo se analizó solamente algunos aspectos de motivación como la motivación intrínseca y la auto eficacia, y no encontró efecto alguno. Por otro lado, en la mayoría de estudios en los que se utilizó encuestas e instrumentos básicos encontraron efectos significativos vinculados con la motivación, aprendizaje y participación. Estas contraposiciones

Tabla 2-2.: Comparativa de efectos generados en trabajos relacionados.

Estudio	Efectos generados				
	Motivación	Aprendizaje	Participación	Compromiso	Rendimiento académico
De Pontes et al. (2019)	✓		✓		
Hoshang et al. (2018)	✓				✓
Ortiz et al. (2017)	X	X	✓		
Zatarain Cabada et al. (2018)	X	✓	✓		
Carreño et al. (2018)		✓			
Facey-Shaw et al. (2019)	✓	✓			
Díaz et al. (2019)	✓		✓		
Sprint and Cook (2015)	✓		✓		
Talingdan and Llanda (2019)		✓	✓	✓	
Thongmak (2017)	✓				

promueven la necesidad de realizar más estudios empíricos que permitan comprender los efectos reales de la gamificación, aprovechando la tecnología actual y en lo posible haciendo uso de mediciones psicométricas adecuadas que evidencien resultados sólidos (Agapito et al., 2018; Çubukçu et al., 2017; Piteira and Costa, 2017; Vera et al., 2018; Kaila et al., 2018b). De ahí que, esta investigación busque aportar evidencias que permitan comprender los posibles efectos de la gamificación en la motivación de los estudiantes de programación de computadores, por medio de un diseño cuasi experimental que pueda contribuir en la comprensión de la integración de la gamificación en el proceso formativo de los estudiantes.

3. Selección del ambiente de aprendizaje gamificado asistido por computador

La selección del ambiente de aprendizaje gamificado asistido por computador se realizó por medio de una revisión de literatura donde se pudo recopilar la información relacionada con diferentes herramientas gamificadas orientadas a la enseñanza-aprendizaje de la programación de computadores. Inicialmente se realizó una descripción de cada una de las diferentes herramientas identificadas, relacionando sus características, enfoques y objetivos de acuerdo al propósito planteado por cada ambiente gamificado. A continuación, se construyó una matriz comparativa que permitió contrastar los ambientes gamificados descritos, teniendo en cuenta criterios como la integración de distintos elementos relacionados con el juego, los lenguajes de programación soportados, las actividades externas utilizadas, entre otras pautas establecidas. Finalmente, se realizó el análisis evaluativo de las características propuestas en la matriz comparativa, con el fin de seleccionar el ambiente gamificado que mejor se adaptaba a las necesidades y propósitos para el desarrollo de esta investigación.

3.1. Ambientes gamificados identificados en la revisión de literatura

Los ambientes gamificados implementan distintos elementos relacionados con el juego, los cuales permiten facilitar el aprendizaje de la programación de computadores, reduciendo el sentimiento de frustración en estudiantes que empiezan a formarse en esta área (Deshmukh and Raisinghani, 2018). Los ambientes basados en el diseño del juego, pueden captar la atención del usuario desafiándolo y generando experiencias atractivas y emocionantes en ambientes de aprendizaje innovadores (Escamilla et al., 2016).

Los elementos del juego hacen referencia a aquellos componentes relacionados con el mundo de los juegos y videojuegos. Según diversos autores (Peixoto and Silva, 2015; Cortizo Pérez et al., 2011; Rojas and Rincón, 2018), los elementos del juego pueden clasificarse generalmente en dinámicas, mecánicas y componentes. Las dinámicas hacen referencia a las interacciones y experiencias que tiene el usuario a través del uso del ambiente gamificado, se relacionan con los efectos motivacionales, los intereses y el deseo que se pretende generar en el participante. Las mecánicas impulsan la acción y participación por medio de reglas que generan cierta adicción y compromiso, recompensando al usuario de acuerdo a los objetivos alcanzados. Finalmente, los componentes hacen referencia a los recursos que apoyan el

diseño de la actividad en el ambiente gamificado.

Sin embargo, esta clasificación de elementos gamificados aún no es muy clara. Según la interpretación que haga el autor, los elementos pueden solaparse en las diferentes categorías. En el estudio de Escamilla et al. (2016) se menciona que actualmente no existe un acuerdo en la clasificación y descripción de estos elementos, por lo cual presenta una clasificación de elementos gamificados, basado en el propósito e intención que tienen. Esta clasificación se presenta en la Figura 3-1.



Figura 3-1.: Elementos de gamificación. Adaptado de: (Escamilla et al., 2016)

La forma en la que se organizan los elementos en esta figura, se define teniendo en cuenta el objetivo que cada elemento del juego posee. Los elementos que tienen intenciones similares, se agrupan en conjuntos visualizando en total 12 agrupaciones orientadas a: metas y objetivos, narrativa del juego,

elementos que dan libertad al usuario para equivocarse, elementos de retroalimentación al usuario, elementos que permiten cooperación y competencia, el conjunto de elementos que permiten la visualización del progreso, los que permiten indicarle al usuario las reglas del juego establecidas, los elementos relacionados con la libertad de elección entre distintas opciones, los que ofrecen recompensas o premios por realizar distintas acciones, los que indican el estatus de los usuarios, el conjunto de los elementos relacionados con las restricciones de tiempo, y finalmente, el grupo de elementos relacionados con distintas sorpresas o premios inesperados.

Diferentes ambientes gamificados han implementado elementos basados en el juego, con el propósito de incentivar la dinámica de aprendizaje. A continuación se presentan algunas herramientas gamificadas que apoyan el proceso de aprendizaje de la programación de computadores.

Sololearn (SoloLearn Inc, 2017) es una plataforma que presenta conceptos básicos relacionados con Python, C++, Java, JavaScript, C#, C, SQL, Machine Learning, HTML, PHP, Ruby, jQuery, React, Angular y Swift. Esta herramienta comparte la base teórica y evalúa el aprendizaje adquirido por medio de ejercicios prácticos a través de cuestionarios. Esta aplicación hace uso de distintos elementos gamificados permitiendo que la experiencia del usuario sea más agradable y motivante. Entre los elementos gamificados que integra se encuentran: puntos, trofeos, niveles, competencias con compañeros, áreas de interacción social, tablas de clasificación e insignias. Sololearn permite el acceso gratuito por medio de dispositivos móviles y plataformas web. Su metodología de aprendizaje se basa en el planteamiento de diferentes lecciones enfocadas en conceptos fundamentales de la temática que se presenta. Al finalizar cada lección se plantea un test o ejercicio práctico que evalúa los conocimientos adquiridos y permite seguir con los niveles superiores.

Esta herramienta posee una comunidad que interactúa activamente de forma virtual, contribuyendo con aportes en el proceso de aprendizaje de cada usuario. En el estudio de Amro and Romli (2019) se define a Sololearn como una aplicación que agrupa técnicas basadas en juegos, resolución de problemas y visualización para enseñar la programación de computadores en niveles avanzados. En base a los resultados de este estudio, se resalta la idoneidad relacionada con la facilidad para aprender programación de computadores a través de Sololearn usada como complemento al enfoque tradicional de enseñanza.

CheckiO La plataforma CheckiO fue fundada por Lyabah et al. (2001), quienes promueven las competencias de codificación, dando premios para que se puedan adquirir recursos. Es una plataforma web que integra desafíos de codificación por medio de distintos acertijos dirigidos a programadores principiantes y avanzados. Para el desarrollo de los niveles propuestos, CheckiO hace uso de lenguajes de programación como Python y JavaScript. Esta herramienta permite al docente visualizar el desempeño de su clase y las soluciones aportadas por los estudiantes. En el ambiente gamificado integra elementos como niveles, desafíos, tablas de clasificación, puntos y áreas de interacción social.

CheckiO permite a los usuarios proponer nuevos desafíos y presentar soluciones a los retos propuestos, además brinda la posibilidad de proporcionar votos a las soluciones generadas por otros desarrolladores (Fernandes et al., 2011).

CodinGame Es una plataforma gamificada que ofrece un ambiente web para mejorar las habilidades relacionadas con la programación de computadores por medio de concursos y retos (Desmoulins et al., 2012). Para el desarrollo de los desafíos propuestos, es necesario que el usuario posea conocimientos previos y algo de experiencia en codificación (Combéfis et al., 2016).

CodinGame integra distintos elementos gamificados como desafíos, retos, tablas de clasificación, interacción social, puntos, misiones y premios. Favorece el reclutamiento de desarrolladores por parte de empresas que pueden visualizar el desempeño de cada usuario.

ViLLE El programa de visualización ViLLE pretende apoyar el proceso de aprendizaje de los fundamentos de la programación de computadores a través de la visualización de eventos en la ejecución de los programas (Rajala et al., 2009). ViLLE permite al docente añadir ejemplos en su repositorio para que los estudiantes visualicen su ejecución en varios lenguajes de programación. De esta manera, permite asimilar analogías entre codificaciones básicas.

Para los creadores de ViLLE es más importante transmitir el conocimiento acerca de cómo funcionan los conceptos de programación, a que los aprendices se centren en la sintaxis de los lenguajes, a esto le llaman “Paradigma de la independencia del lenguaje de programación”(Rajala et al., 2008).

StackOverflow Fue creada por Spolsky y Jeff Atwood (Spolsky and Atwood, 2008). Es una plataforma que permite la interacción de desarrolladores, donde pueden presentar sus inquietudes y resolver dudas publicadas. Cada usuario puede proponer una descripción textual o fragmentos de código de las inquietudes que presente. Los usuarios pueden calificar las respuestas de acuerdo a su nivel de aceptación (Wang et al., 2013). El objetivo de StackOverflow es permitir a los participante tener acceso rápido al conocimiento y experiencia de sus pares. En Vasilescu et al. (2013) hacen referencia a la integración de la gamificación en StackOverflow con el fin de incrementar la contribución de los participantes. La comunidad puede otorgar votos a las mejores respuestas. De esta manera, se van acumulando insignias y puntos de experiencia que influyen en la popularidad de cada participante, motivando al usuario a realizar más contribuciones.

EasyLogic Es una herramienta que acopla el concepto de aprendizaje electrónico, sistemas tutores inteligentes y gamificación para apoyar el proceso de enseñanza de la programación de computadores. El estudio de Zatarain Cabada (2018) resalta el aporte que realiza EasyLogic al integrar la detección de emociones y emitir respuestas motivacionales al usuario. Esta herramienta inicialmente permite que el estudiante tenga un acercamiento teórico a las temáticas propuestas, para posteriormente

realizar ejercicios prácticos por medio de bloques gráficos y, finalmente, codificar en JavaScript la solución de los ejercicios propuestos. A medida que el usuario desarrolla las actividades, el sistema evalúa las emociones que detecta en el participante, el tiempo invertido y la cantidad de ejecuciones del programa, con el fin de brindar ayudas iniciales, informativas o motivacionales. Al finalizar las actividades propuestas, se otorga al usuario puntos y trofeos en base a criterios como el tiempo y número de ejecuciones realizadas.

Funprog En el estudio de Tejada et al. (2018) se describe a Funprog (Codatien S.A., 2017) como una plataforma basada en gamificación para el aprendizaje de los fundamentos de la programación de computadores en la educación superior. El propósito de Funprog es que los aprendices dominen la estructura del lenguaje de programación y su sintaxis. Dentro de los elementos del juego que integra Funprog se encuentran los niveles de aprendizaje, premios, puntos, restricciones del juego, tablas de clasificación e informes de resultados obtenidos. El perfil con el que se registre el usuario, le permite tener diferentes funcionalidades. Los docentes pueden crear grupos de alumnos y visualizar los informes de objetivos alcanzados y premios obtenidos por sus estudiantes. Por su parte, el estudiante visualiza las lecciones relacionadas a las temáticas de fundamentos de programación de computadores y avanza a medida que desarrolla los ejercicios propuestos.

CodeCombat Fue creada por George Saïnes, Nick Winter y Scott Erickson (Winter et al., 2012). Esta plataforma surgió por la necesidad de crear un aprendizaje en programación fácil y comprensible. Es una plataforma web basada en el concepto de videojuego educativo para la enseñanza de la programación de computadores. En el estudio de Kurniawan et al. (2019) se describe a CodeCombat como una plataforma que permite tener una actividad de juego inmersiva. El usuario puede elegir un avatar, personalizarlo y resolver los desafíos propuestos a través de lenguajes de programación como: Javascript, CoffeScript y Python, utilizando sentencias de programación de forma textual para pasar los distintos niveles. Dentro de los elementos gamificados que CodeCombat integra, se encuentran: niveles, avatares, mundos virtuales, puntos, desafíos, múltiples intentos, tablas de clasificación, clanes, insignias, misiones, recompensas, progreso, monedas, personalización de elementos que permiten modificar el avatar, área social, retos y rankings. La plataforma permite que los docentes puedan crear perfiles y supervisar el progreso de los estudiantes de su clase.

CodeGym Es una plataforma web enfocada en el desarrollo de ejercicios prácticos para el aprendizaje de la programación de computadores (HiTech Rush Inc, 2013). Se basa en el concepto de entrenamiento, estableciendo la mayor parte del curso en tareas prácticas. A medida que el estudiante desarrolla las actividades, puede validarlas inmediatamente y recibir retroalimentación instantánea. CodeGym hace más interactivo y emocionante el proceso formativo de los estudiantes, por medio de elementos gamificados como retos, restricciones del juego, formas de ganar o perder puntos, personajes, escenarios narrativos, intentos ilimitados, insignias, equipos, estadísticas de desempeño, tablero de posiciones, áreas de interacción social, niveles y acceso a contenido bloqueado. Los niveles propuestos

por CodeGym para el aprendizaje de la programación de computadores, se agrupan en las siguientes temáticas: sintaxis de Java, Java Core, Java Multithreading, Java Collections, SQL & Hibernate y JSP & Servicios. Esta plataforma implementa un foro en donde se da a conocer experiencias en torno al aprendizaje de la programación, además de un chat que permite la interacción entre aprendices y diversos grupos que promueven artículos, búsqueda de empleo y experiencias personales sobre programación de computadores. Además, si algún estudiante desea ayuda, puede comunicarse con el equipo de soporte para preguntar acerca del curso.

CodeHS Fue creada por Jeremy Keeshin y Zach Galant, promoviendo un aprendizaje participativo con énfasis en informática y programación (Keeshin and Galant, 2012). CodeHS es una plataforma web enfocada en la enseñanza de diferentes temáticas relacionadas con ciencias de la computación. Los usuarios pueden registrarse con el perfil de docente o estudiante, lo cual le permite tener distintas funcionalidades en el ambiente de aprendizaje. Los docentes pueden visualizar el progreso de sus estudiantes, tener un tablero de calificaciones, agregar recursos, actividades y personalizar los ajustes propios al desarrollo de la clase. El objetivo de CodeHS es facilitar el desarrollo de habilidades lógicas para la resolución de problemas prácticos. Cuenta con guías de apoyo, vídeos explicativos, planes de lecciones y repositorios de problemas que le permiten al estudiante aprender a su propio ritmo e interactuar con distintos recursos disponibles. Este sitio permite desarrollar el primer módulo de aprendizaje de manera gratuita, pero para el desarrollo de los siguientes niveles es necesaria una suscripción.

Codecademy Los fundadores de Codecademy son Zach Sims y Ryan Bubinsky (Sims and Bubinsky, 2011). Esta plataforma promueve el aprendizaje de la codificación de forma gratuita y libre, brindando al estudiante la posibilidad de desarrollar las actividades a su propio ritmo. La experiencia es algo inherente de esta plataforma, ya que obliga al aprendiz a resolver los objetivos autónomamente, con las lecciones aprendidas. Codecademy enseña desde conceptos básicos hasta conceptos avanzados de programación, asociando buenos hábitos de codificación.

En el estudio de Olsson and Mozelius (2016) se describe a Codecademy como un entorno de aprendizaje en línea que ofrece cursos interactivos de programación de computadores. Integra la obtención de puntos como recompensa por cada sección completada, con el fin de motivar a continuar con las siguientes actividades. Al usuario le permite visualizar el progreso, puntaje, insignias y logros de otros aprendices por medio de tablas de clasificación y rankings. Codecademy permite que la comunidad interactúe por medio de foros donde los usuarios pueden ayudarse entre sí. Adicionalmente permite a los instructores realizar un seguimiento del progreso de los estudiantes y comparar cursos analizando factores como el porcentaje de finalización y alcance de insignias (Fotaris et al., 2016).

CodeAvengers Es una plataforma creada por Michael Walmsley (Walmsley, 2012), la cual se concibió como una plataforma interactiva donde la programación se aprende de manera fácil y recreativa,

haciendo uso de lenguajes como HTML5, CSS3 y JavaScript. En esta plataforma se puede avanzar ascendentemente de nivel a medida que se desarrollan las actividades. Su finalidad es brindar un aprendizaje interactivo con cursos gratuitos, o con cursos pagos si se requiere ajustar el contenido al material presentado. Al interactuar en cada curso se presentan las diversas actividades que se deben ejecutar, un editor de código en línea, y una página lateral que va revelando el resultado de lo que se va programando, incluyendo la identificación de errores en el código. El docente puede editar las distintas temáticas en la plataforma de CodeAvengers para que los alumnos puedan interactuar con más herramientas de aprendizaje y progresar a su propio ritmo.

En el estudio de Kurniawan et al. (2019) se describe como un tutorial en línea gamificado para la enseñanza de fundamentos de programación básica a partir de la sintaxis básica, por medio de lecciones estructuradas tradicionales junto con elementos gamificados. Esta plataforma integra gráficos y símbolos inspirados en la naturaleza de los juegos, incorpora vídeos, insignias, puntos, niveles, tablas de clasificación y juegos interactivos (Issa and Jusoh, 2019).

3.2. Selección de ambiente gamificado

La revisión de literatura permitió identificar distintos ambientes gamificados relacionados con el aprendizaje de la programación de computadores. Para comprender mejor las diferencias y similitudes entre las herramientas gamificadas, se realizó un comparativo por medio de una matriz, la cual permitió analizar y evidenciar claramente las características que ofrece cada ambiente gamificado.

En la Tabla del Anexo A se presenta la matriz comparativa de los ambientes gamificados identificados. En esta matriz se establecen criterios como el tipo de herramienta gamificada, si está orientada a dispositivos móviles o plataformas web, si la herramienta ofrece acceso libre a sus recursos, hasta que nivel de programación enseña, los lenguajes de programación que usa la herramienta para realizar las actividades prácticas, los elementos gamificados que se integran en el entorno de la herramienta y las distintas actividades desconectadas del aula con las que pueden interactuar los usuarios.

Cada herramienta posee distintas características y particularidades que las diferencia y destaca según el objetivo y alcance propuesto. En este estudio se tuvieron en cuenta distintos criterios basados en pautas establecidas por diferentes autores, los cuales permitieron seleccionar el ambiente gamificado más adecuado para integrar en la metodología de la clase de un curso de programación de computadores.

Uno de los criterios que se tuvo en cuenta para la selección del ambiente gamificado fue la integración de elementos gamificados propios de ambientes educativos. En la revisión de literatura realizada por Peixoto and Silva (2015) se realizó una encuesta a 64 expertos del área, quienes identificaron, catalogaron y priorizaron los elementos gamificados más relevantes para integrar en ambientes educativos. En la

Tabla 3-1 se presentan los elementos categorizados como muy relevantes según los expertos en el área.

Tabla 3-1.: Elementos de gamificación categorizados como muy relevantes según Peixoto and Silva (2015).

Dinámicas	Mecánicas	Componentes
	Desafíos	
	Descubrimiento	
Sentido de competencia	Sentido	
Reconocimiento	Autonomía	
Reputación	Objetivos	
Relaciones	Logros	
Éxito	Controlar	
Satisfacción	Divertido	
Maestría	Diferentes experimentaciones	
Compromiso	Experiencia	Resultados
Responsabilidad	Adaptación	Actuación
Curiosidad	Esfuerzo	Evolución
Relevancia	Superar	
Alegría	Auto-eficacia	
Sentirse valioso	Preferencia	
Contexto	Participación	
Progreso	Sistema de retroalimentación	
Interacción	Sistema de recompensas	
Regla	Premio	
	Rutas	
	Estrategias	
	Dificultad creciente	

Para filtrar los ambientes gamificados se tuvo en cuenta la cantidad de elementos catalogados como primordiales que se integraron en las herramientas gamificadas analizadas. De las 12 herramientas comparadas en la matriz A, CodeGym fue una de las herramientas que integró más elementos gamificados catalogados como primordiales en ambientes educativos. Se identificó que CodeGym integró 11 elementos primordiales listados en la Tabla 3-1, entre los que se encuentran: desafíos, sistema de recompensas, sentido de competencia, dificultad creciente, logros, superación, evolución, interacción, resultados, progreso y alcance de objetivos. Por otra parte, CodeCombat también se destacó por integrar un alto número de elementos gamificados catalogados como primordiales en ambientes educativos. Esta herramienta incorpora 6 elementos relacionados en la Tabla 3-1, entre los que se encuentran: dificultad creciente, desafíos, sentido de competencia, progreso, sistema de recompensas y relaciones colaborativas. En relación con las demás herramientas analizadas, se evidenció que CheckiO y CodinGame prosiguen en la lista de los ambientes que más elementos gamificados integraron. Sin embargo, el número de elementos primordiales no es tan alto, cada herramienta incorpora 5 elementos

relacionados con la Tabla 3-1 entre los que se encuentran: logros, interacción, desafíos, premios y sentido de competencia. Los demás ambientes gamificados, no incorporan un alto número de elementos primordiales propios de ambientes educativos, por tal razón no se destacan en este aspecto analizado.

Otro criterio que se estableció para la selección del ambiente gamificado está basado en las pautas definidas en la evaluación comparativa de herramientas realizada por Amro and Romli (2019), donde se tuvieron en consideración los distintos lenguajes de programación utilizados para realizar las actividades prácticas en los ambientes gamificados. Con relación a este criterio, se determinó seleccionar los ambientes gamificados que hicieran uso de Python o Java como lenguaje base para realizar los ejercicios prácticos. Este aspecto es fundamental ya que generalmente se usan estos lenguajes para empezar la formación en el área de programación de computadores. La totalidad de los ambientes gamificados destacados por integrar la mayor cantidad de elementos gamificados catalogados como primordiales en ambientes educativos, utilizan los lenguajes de programación seleccionados. CodeGym utiliza Java para que los participantes resuelvan los ejercicios prácticos, mientras que CheckiO y CodeCombat hacen uso de Python. El ambiente gamificado de CodinGame brinda la posibilidad de usar Python y Java en sus tareas prácticas propuestas.

Por otra parte, uno de los criterios propuestos por Amro and Romli (2019) se relaciona con la disponibilidad de la herramienta en diferentes plataformas. Esta pauta la cumplen los cuatro ambientes gamificados destacados debido a que todos son plataformas web que permiten la accesibilidad desde distintos sistemas operativos y diferentes dispositivos.

Finalmente, en el estudio de Amro and Romli (2019) se relaciona otro criterio establecido para apoyar el comparativo de herramientas. Este criterio está asociado con la disponibilidad de diferentes técnicas didácticas para el aprendizaje de la programación. CodinGame, CheckiO y CodeCombat presentan características similares en las técnicas usadas para enseñar programación. Estas herramientas basan sus ejercicios prácticos en desafíos o retos propuestos para que el estudiante supere los niveles aplicando los conocimientos previos. Es necesario que los participantes tengan cierto conocimiento de los fundamentos de programación de computadores, para que puedan superar los retos propuestos por cada herramienta. En cambio, CodeGym implementa una técnica basada en la introducción teórica a las temáticas relacionadas con programación de computadores junto con ejercicios prácticos que van desde niveles fundamentales a avanzados. No es necesario que los participantes posean conocimientos previos debido a que la herramienta enseña desde lo más básico de la programación de computadores. Este aspecto fue fundamental para la selección del ambiente gamificado, debido a que, como lo menciona Astudillo et al. (2016), el criterio relacionado con las temáticas de programación de computadores abordadas por la herramienta es significativo dado el apoyo y complemento que representará en la metodología de la clase donde se integre el ambiente gamificado seleccionado.

En la Tabla 3-2 se presenta la comparativa de los criterios de selección establecidos por cada una de las herramientas gamificadas identificadas.

Tabla 3-2.: Comparativa de herramientas de acuerdo a criterios de selección.

Herramientas gamificadas	Número de elementos gamificados propios de ambientes educativos	Lenguajes de programación	Disponibilidad en diferentes plataformas	Disponibilidad de diferentes técnicas didácticas
CodeGym	11	Java	Plataformas web	Introducción teórica + ejercicios prácticos en base a las temáticas expuestas
CodeCombat	6	Python	Plataformas web	Ejercicios prácticos basados en desafíos o retos propuestos
CheckiO	5	Python	Plataformas web	Ejercicios prácticos basados en desafíos o retos propuestos
CodinGame	5	Java y Python	Plataformas web	Ejercicios prácticos basados en desafíos o retos propuestos
SoloLearn	4	Java y Python	Plataformas web	Ejercicios prácticos basados en desafíos o retos propuestos
ViLLE	4	Java y Python	Plataformas web	Ejercicios prácticos basados en desafíos o retos propuestos
Stack Overflow	2	Java y Python	Plataformas web	Ejercicios prácticos basados en problemas
EasyLogic	3	JavaScript	Plataformas web	Ejercicios prácticos basados en desafíos o retos propuestos
Funprog	4	Python	Plataforma móvil	Ejercicios prácticos basados en desafíos o retos propuestos
CodeHS	3	Java y Python	Plataformas web	Ejercicios prácticos basados en desafíos o retos propuestos
Code Avengers	4	Python	Plataformas web	Ejercicios prácticos basados en desafíos o retos propuestos
Codecademy	4	Java y Python	Plataformas web	Introducción teórica + ejercicios prácticos en base a las temáticas expuestas

Este análisis comparativo y evaluativo permitió destacar y seleccionar a CodeGym como el ambiente gamificado más adecuado para la implementación e integración dentro de la metodología de la clase de programación de computadores.

3.3. CodeGym

CodeGym es una plataforma gamificada que permite la enseñanza de la programación por medio del lenguaje Java (HiTech Rush Inc, 2013). Los participantes pueden registrarse en la plataforma y comenzar con el aprendizaje desde las temáticas básicas hasta las avanzadas. Esta plataforma presenta su contenido organizado en misiones. Cada misión se compone de distintos niveles que el participante va superando a medida que resuelve las lecciones propuestas en cada nivel. La misión “Sintaxis de Java” es el primer acercamiento a las temáticas relacionadas con programación de computadores, en esta misión se encuentran niveles donde se presentan contenidos asociados a sentencias básicas, variables,

tipos de datos, métodos, matrices, operadores condicionales y bucles.

La presentación de los contenidos temáticos se realiza por medio de una narrativa adaptada a un contexto del espacio exterior, en el que el participante se involucra de forma directa con los personajes. La resolución de los ejercicios prácticos propuestos permiten adquirir “materia oscura” para desbloquear contenido y poder avanzar en el desarrollo de las lecciones propuestas. CodeGym expone inicialmente el contenido de forma teórica; y luego, prosigue con los ejercicios prácticos donde se evidencian y aplican los conceptos adquiridos. Al finalizar cada ejercicio práctico propuesto, CodeGym presenta al participante un resumen de los puntos o materia oscura obtenida, el número de intentos realizados y el promedio de intentos alcanzados como se puede evidenciar en la Figura 3-2.

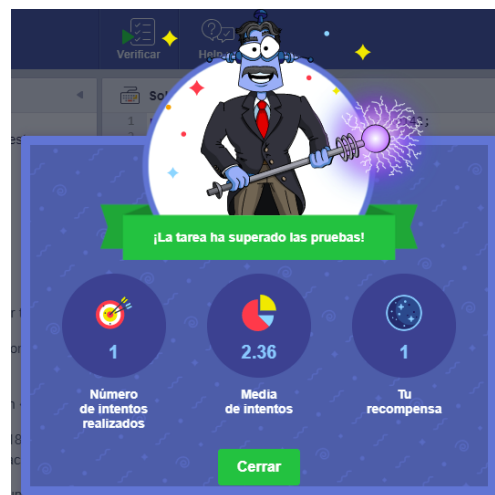


Figura 3-2.: Captura de CodeGym al finalizar un ejercicio práctico

A medida que el estudiante avanza en el desarrollo de las actividades prácticas, CodeGym le otorga logros y medallas. Este hecho busca incentivar el uso continuo y la práctica constante en la herramienta. En la Figura 3-3 se muestra una captura que CodeGym presenta al adquirir un nuevo logro.

Adicionalmente esta herramienta permite al usuario monitorear sus estadísticas individuales, el progreso que ha logrado y el avance de los demás participantes. Puede validar los logros y metas alcanzadas por los usuarios de la plataforma y su red de amigos. CodeGym es una herramienta que permite al usuario interactuar de forma activa con los demás participantes. Por otra parte, esta herramienta permite el uso de espacios donde los participantes pueden relacionarse y apoyarse de forma colaborativa, con el fin de guiarlos en el proceso formativo y presentar recursos que pueden ser interesantes para la comunidad. Cabe resaltar que CodeGym le brinda al usuario la libertad de equivocarse, permitiendo realizar intentos ilimitados por cada ejercicio práctico propuesto. En esta herramienta se plantea la enseñanza basada en el concepto de entrenamiento, por tal razón el 80 % de las actividades que propone el ambiente gamificado son de naturaleza práctica.



Figura 3-3.: Captura de CodeGym al obtener un logro

4. Diseño del estudio

El diseño de investigación se llevó a cabo teniendo en cuenta el concepto de diseño cuasi-experimental, en el que gran parte de sus características esenciales son similares al diseño experimental, tales como la intervención específica de la variable independiente o tratamiento, con el fin de conocer los efectos sobre la variable dependiente. Sin embargo, a pesar de que el diseño cuasi-experimental se aproxima lo más posible al control de la situación de estudio, tal como se realiza en el diseño experimental, los diferencia el hecho de que en el diseño cuasi-experimental los grupos de estudio no se pueden organizar por asignación aleatoria, por ende, no se garantiza una equivalencia inicial de los grupos. Por esta razón, según Fontes et al. (2010) el análisis y la interpretación de resultados debe realizarse con prudencia y en ocasiones se deberá procurar separar a través de los análisis estadísticos los efectos del tratamiento, de los efectos de las diferencias previas existentes entre los grupos.

4.1. Metodología propuesta

En este apartado se realiza la descripción del diseño de la estrategia de investigación planteada para llevar a cabo el desarrollo del estudio. Este diseño se propuso con el objetivo de hallar el efecto que un ambiente de gamificación asistido por computador (variable independiente) genera en la motivación de los estudiantes de programación de computadores (variable dependiente). Para tal fin, se diseñó un experimento en el que participaron tres grupos de estudiantes de programación de computadores: un grupo experimental en el cual se integró el ambiente gamificado dentro de la metodología de la clase; y dos grupos de control en los que se llevó a cabo la metodología de clase tradicional. Antes y después de la intervención se empleó un instrumento para recolectar datos acerca de la motivación de los estudiantes en los tres grupos participantes. De este modo, al finalizar el estudio se pudo examinar si en el grupo experimental donde se integró el ambiente gamificado, hubo o no un efecto motivacional y, adicionalmente, cuál fue el comportamiento con relación a la motivación de los grupos de control.

En la Figura 4-1 se presenta un diagrama en el que se establece la metodología del diseño cuasi-experimental construido. Se aprecian 5 fases con 9 etapas en total, en las que se diseñó el desarrollo de cada una de las actividades propias para llevar a cabo el experimento establecido.

La fase I “Diagnóstico inicial” se compone de una única etapa, la etapa 1, denominada “Pre-Test”. En esta etapa se solicitó a los participantes diligenciar el instrumento sobre motivación, fue la aplicación

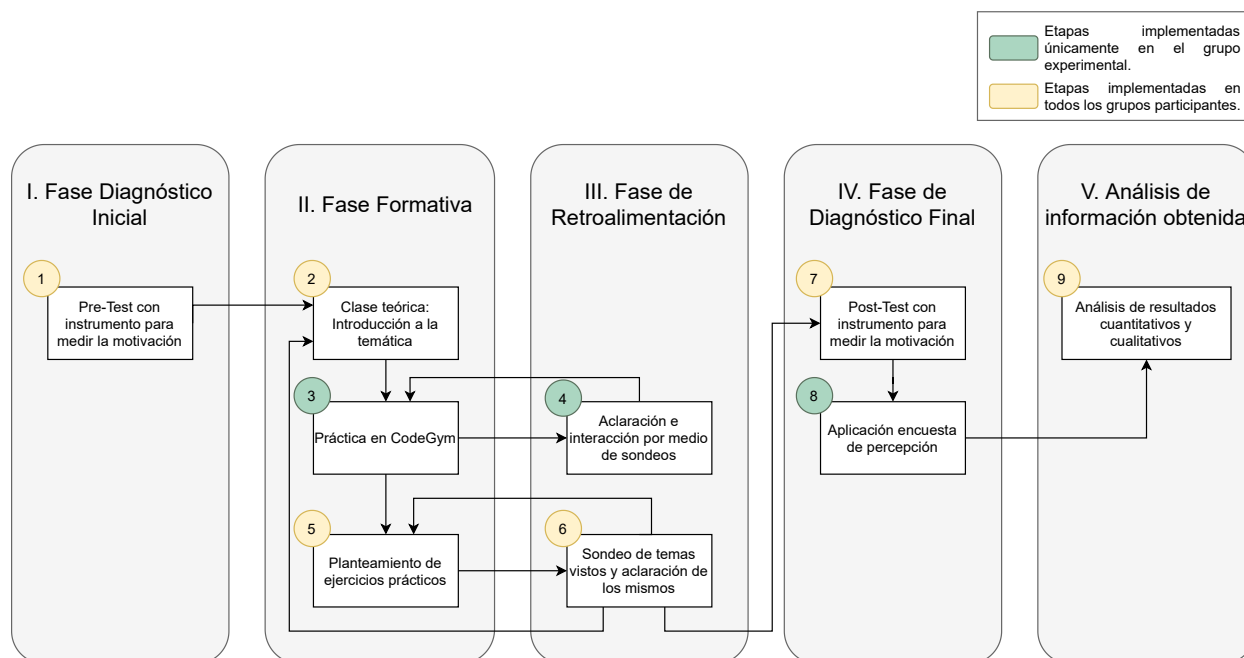


Figura 4-1.: Metodología del diseño del estudio

inicial del instrumento en los grupos que participaron en el experimento. Inicialmente se realizó un preámbulo y descripción del proyecto de investigación a los estudiantes. En este apartado introductorio se expuso el objeto de estudio y la colaboración voluntaria que ellos tenían dentro del proyecto en curso. Se enfatizó en la importancia de las respuestas asociadas a la asignatura en estudio y la relevancia de la sinceridad en cada aporte realizado. Adicionalmente se recalcó la participación por voluntad propia, la nula incidencia de las respuestas en las calificaciones de la asignatura y la confidencialidad de los datos recolectados debido a que dichos datos se tratarían de forma anonimizada. Al finalizar la explicación inicial, se habilitó el cuestionario para que los estudiantes procedieran a resolverlo, no sin antes aceptar el consentimiento informado y acuerdo de confidencialidad propuesto.

En las fases II y III, es decir, en las fases “Formativa” y de “Retroalimentación” se propuso llevar a cabo las etapas relacionadas con la metodología de clase implementada en las sesiones de trabajo semanales (etapa 2 hasta etapa 6). En estas etapas se relaciona la estrategia de trabajo propuesta para implementar en las sesiones de clase con los grupos participantes. La metodología se diseñó combinando la clase magistral donde el docente se apoya en la presentación de contenido temático por medio de la exhibición y aclaración verbal dirigida a sus estudiantes Valcárcel (2014), junto con mecanismos de participación e intervención activa por parte de los alumnos. En la fase II se agruparon las etapas relacionadas con la apropiación de conceptos relacionados con la programación de computadores, bien sea por la manifestación del docente a través de inducciones teóricas (etapa 2), la utilización de CodeGym en el grupo experimental (etapa 3) o la realización de ejercicios prácticos propuestos (etapa 5). Por otro lado, la fase III agrupa las etapas relacionadas con la retroalimentación por medio de

sondeos o aclaración de dudas mediante la interacción docente-estudiante con el objetivo de despejar inquietudes o vacíos existentes (etapa 4 y etapa 6).

La etapa 2 se relaciona con la “Clase teórica: Introducción a la temática” donde el docente expone los conceptos y temáticas por medio de una explicación inicial, presentando de forma oral el contenido establecido en el plan de estudios. En esta etapa se hace referencia a la clase magistral que realiza el docente, donde brinda una explicación del apartado teórico de las temáticas a tratar. Según (Valcárcel, 2014) la clase magistral puede servir como un medio para brindar referencias y aclaraciones concisas y organizadas con relación a las temáticas expuestas. En esta etapa el docente realiza un preámbulo de enseñanza, construye una conexión con la clase, da a conocer la finalidad o propósito de enseñanza, promueve la atracción por el tema, propone la ejecución y estructura de las temáticas, reconoce los aprendizajes previos para basar y relacionar los nuevos conceptos, generando una valoración preliminar.

En la etapa 3 se articula la “Práctica en CodeGym” únicamente en la metodología de la clase del grupo experimental. En esta etapa los estudiantes interactúan con el ambiente gamificado, apropiándose de los conceptos expuestos y realizando los ejercicios prácticos propuestos de forma individual. En esta etapa se pone en práctica la técnica de aprender haciendo, favoreciendo la enseñanza-aprendizaje y permitiendo al estudiante descubrir y desarrollar autónomamente sus aptitudes Arrieta et al. (2017). Es importante generar espacios donde los estudiantes empleen y fortalezcan la enseñanza con una práctica frecuente del conocimiento.

Los estudiantes, al mismo tiempo que practican en CodeGym, tienen la posibilidad de presentar al docente sus dudas e inquietudes llevando a cabo la etapa 4 “Aclaración e interacción por medio de sondeos”. Esta etapa describe la comunicación entre el docente y el estudiante, permitiendo retroalimentar y aclarar los conceptos adquiridos en el preámbulo de enseñanza o clase magistral y en la práctica con CodeGym. A través de preguntas orales o encuestas cortas, el docente identifica vacíos o falencias con el propósito de detallar y aclarar dudas existentes. En esta etapa es indispensable que el estudiante no se convierta en un simple receptor pasivo, al contrario lo que se busca es que interactúe, dialogue, aporte y pregunte. El docente debe promover que los alumnos sean el personaje principal de su aprendizaje, favoreciendo la intervención e interacción en el proceso formativo. Las etapas 3 y 4 son iterativas debido a que a medida que los estudiantes interactúan con los diferentes niveles propuestos en CodeGym, van surgiendo inquietudes generando retroalimentación al proceso en tanto que se desarrolla.

Por otra parte, la etapa 5 hace referencia al “Planteamiento de ejercicios prácticos” utilizando entornos de desarrollo. En esta etapa el docente formula ejercicios prácticos basados en problemas relacionadas con las temáticas vistas en clase y los estudiantes los resuelven utilizando entornos de desarrollo y aplicando los conocimientos adquiridos. El docente por medio de la práctica favorece la técnica de enseñanza-aprendizaje permitiendo que el estudiante descubra y desarrolle autónomamente aptitudes que posibiliten una enseñanza significativa Arrieta et al. (2017).

La etapa 5 se complementa con la etapa 6 “Sondeos de temas vistos y aclaración de los mismos” donde los estudiantes presentan sus inquietudes o aclaran sus vacíos por medio de la interacción que realizan con el docente. El maestro realiza encuestas orales o escritas con el fin de explorar si hay falencias en determinados conceptos o contenidos temáticos. Cabe aclarar que estas dos etapas son implementadas en todos los grupos participantes.

Las fases II y III se repitieron semanalmente por cada temática de la asignatura. En total, estas fases se repitieron durante 8 semanas. En el grupo experimental el 50 % de las sesiones integró el ambiente gamificado de CodeGym dentro de la metodología de la clase.

En la fase IV “Diagnóstico final” se plantearon dos etapas, etapa 7 y etapa 8, para obtener los resultados posteriores a la intervención. En la etapa 7 “Post-Test con instrumento para caracterizar la motivación” se llevó a cabo la valoración final haciendo uso del mismo instrumento utilizado en el Pre-Test tanto en los grupos de control como en el grupo experimental. En esta etapa se realizó el mismo preámbulo que se implementó en el Pre-Test. Se les indicó a los estudiantes el objeto de estudio del proyecto de investigación, la colaboración voluntaria por parte de ellos y la importancia que tenía su sinceridad en las respuestas brindadas. Los estudiantes luego de aceptar el consentimiento informado, procedían a contestar el cuestionario presentado. La etapa 8 se relaciona con la “Aplicación de la encuesta de percepciones” únicamente en el grupo experimental. Esta encuesta se aplicó una semana después de la última clase en la que se utilizó CodeGym. En esta etapa se indagó acerca de las opiniones que tenían los estudiantes con relación al uso de CodeGym en la clase, y en general, al uso de la gamificación dentro de la metodología formativa de la asignatura.

La fase V “Análisis de información obtenida”, compuesta por la etapa 9, se relaciona con el análisis de los datos extraídos a través de los instrumentos utilizados. En esta etapa “Análisis de resultados cuantitativos y cualitativos” se tienen en cuenta los datos cuantitativos obtenidos con el instrumento para medir motivación en el Pre-Test y Post-Test con el objetivo de analizar si hubo o no un cambio significativo en los niveles de motivación tanto en los grupos de control como en el experimental. Se hipotetiza que en el grupo experimental debido al uso del ambiente gamificado, incrementarían los niveles de motivación luego del experimento, mientras que en los grupos de control se espera que los niveles motivaciones sean constantes, o al menos no hayan incrementos significativos. Adicionalmente, los datos cualitativos recolectados con la encuesta de percepciones aplicada al grupo experimental, permiten tener una visión más clara acerca de los factores que influyeron en la motivación de los estudiantes y las opiniones percibidas por los participantes que utilizaron CodeGym dentro de la metodología de la clase. Esto permite complementar la información acerca de los posibles efectos hallados a partir de los datos cuantitativos.

4.2. Participantes

Para determinar el efecto que genera la integración del ambiente gamificado en la motivación de los estudiantes, se contó con la participación de dos grupos de control en los que no se integró la herramienta, y un grupo experimental en el que se integró CodeGym dentro de la metodología de la clase. Los participantes del experimento fueron estudiantes de las Facultades de Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial matriculados en el primer curso de programación de computadores de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja en Colombia. La selección de los participantes se realizó por medio de la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, teniendo en cuenta la voluntad de los docentes orientadores en participar en el experimento, además de la disposición de los estudiantes en contribuir a la investigación en desarrollo.

En el experimento participaron en total 48 estudiantes, 16 adscritos a la Facultad de Ingeniería Industrial (33.3 % de la muestra), 15 estudiantes de Ingeniería Mecánica (31.2 % de la muestra) y 17 participantes de la Facultad de Ingeniería de Sistemas (35.5 % de la muestra). Los participantes del grupo experimental fueron los estudiantes de Ingeniería de Sistemas. Los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial hicieron parte de los grupos de control. Esta selección se determinó teniendo en cuenta la disposición de los docentes para el apoyo al experimento diseñado.

La asignatura que cursaban los estudiantes fue Lógica de Programación e Introducción a la Programación de Computadores. Esta asignatura es de naturaleza teórico práctica y cuenta con 3 créditos académicos. En la Tabla 4-1 se presenta la comparativa de las competencias y temáticas seleccionadas para el experimento, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el plan de estudios de cada facultad.

Tabla 4-1.: Comparativa de Syllabus

Competencias	Ingeniería de Sistemas	Ingeniería Mecánica	Ingeniería Industrial
Fundamentación de la programación de software	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fundamentos de la programación de software. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Introducción a la lógica de programación. ■ Historia de la computación. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Estructura del computador. ■ Sistemas de numeración.
Creación de un software usando herramientas CASE ONLINE	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conceptos del uso de herramientas Drag Drop en programación. ■ Introducción al uso de herramientas CASE para programación. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Introducción a algoritmos: Definición, partes, características, tipos, notación y representación. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Algoritmos. ■ Flujogramas y pseudocódigo.
Fundamentación de la programación de software	<ul style="list-style-type: none"> ■ Acercamiento a la programación de computadores. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Historia de la computación. ■ Operadores y conectores lógicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Operadores lógicos y relacionales. Jerarquía de operadores. ■ Definición, análisis y desarrollo de algoritmos. ■ Sintaxis, semántica y estructura general de algoritmos. ■ Concepto de programación estructurada.
Fundamentación de la programación de software	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tipos de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tipos de datos, entradas y salidas. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Asignación con enteros, reales, carácter, booleano.

Tabla 4-1: Continúa en la siguiente página

Tabla 4-1: Continuación de la página anterior

Competencias	Ingeniería de Sistemas	Ingeniería Mecánica	Ingeniería Industrial
Comprensión del concepto de función, uso y aplicación en la solución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> ■ Funciones y procedimientos en la programación de software. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Concepto de funciones y procedimientos. ■ Declaración y definición de funciones. ■ Paso de parámetros. ■ Sintaxis y semántica de funciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Representación de módulos con concepto de funciones y procedimientos. ■ Llamado de funciones. ■ Paso de parámetros.
Fundamentación de la programación de software	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ambientación con el IDE. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lenguaje máquina, bajo nivel y alto nivel. ■ Intérpretes y compiladores. ■ Ambientación con IDE. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Intérpretes y compiladores. ■ Acercamiento con el IDE.
Comprensión de una estructura que le permita establecer múltiples condiciones	<ul style="list-style-type: none"> ■ Estructura condicional simple y compleja de uso de IF. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Estructura de control selectivo simple y anidado: IF, IF/ELSE, SWITCH. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Estructura de control selectivo simple y compuesto. ■ Estructuras de control selectivo anidado. ■ Estructura de control selectivo múltiple.
Combinación de estructuras ciclos básicos, ciclos complejos y asignación de variables	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aplicación de ciclos en la solución de problemas. ■ Utilización de estructuras condicionales y combinación con ciclos. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Estructura de control repetitivo: ciclo FOR. ■ Estructura de control repetitivo: ciclo WHILE. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Estructuras de control repetitivo simple. ■ Estructuras de control repetitivo complejo.

Tabla 4-1: Fin de la página anterior.

Los planes de estudios de la asignatura introductoria a la programación de computadores de las tres facultades participantes en el experimento son equivalentes en cuanto a objetivos de aprendizaje, competencias y contenidos establecidos. Esta asignatura es común a todas las ingenierías, es una asignatura interdisciplinar que se imparte de forma no discrecional. Esta es una de las razones por las que los contenidos temáticos son equivalentes para cualquier facultad, así como se evidencia en la Tabla 4-1, donde se puede visualizar que las competencias seleccionadas para el desarrollo del experimento tienen similares componentes temáticos.

Inicialmente se establece una fundamentación teórica relacionada con la programación de computadores, se expone la historia y conceptos básicos asociados a los sistemas y estructuras computacionales. A continuación, se presenta el primer acercamiento al concepto de algoritmos a través del uso de herramientas que permiten realizar flujogramas y pseudocódigos. Luego el plan de estudios establece la presentación de conceptos relacionados con operadores lógicos, sintaxis básica y en general el acercamiento inicial a la programación de computadores. Posteriormente, se exponen los tipos de datos junto con el concepto de función y ambientación con el entorno de desarrollo. Más adelante, los estudiantes interactúan con la temática vinculada a los condicionales y, finalmente, incorporan el concepto estructuras de control repetitivas.

4.3. Integración del ambiente gamificado en el curso de programación de computadores

En esta sección se detalla la integración realizada del ambiente gamificado de CodeGym en el curso de programación de computadores seleccionado. Inicialmente, se presenta un análisis de los contenidos temáticos de la asignatura de introducción a la programación de computadores del grupo experimental. En este apartado se exponen de forma detallada las competencias, resultados de aprendizaje, contenidos y actividades didácticas propuestas por el programa académico de la asignatura seleccionada. A continuación, se presentan los niveles de CodeGym seleccionados para integrar en la metodología de la clase del grupo experimental, teniendo en cuenta la relación que estos niveles presentan con las temáticas planteadas por el plan de estudios de la asignatura. Finalmente, se establece la metodología a emplear en cada una de las sesiones de clase con el grupo experimental, detallando la forma en la que se llevará a cabo el desarrollo de cada encuentro semanal.

4.3.1. Contenidos temáticos de la asignatura

La propuesta metodológica para la integración del ambiente de aprendizaje gamificado se basa en el plan de estudios establecido en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, acorde a la asignatura denominada Introducción a la Programación del grupo de Ingeniería de Sistemas, en este caso denominado grupo experimental. Esta asignatura busca que el estudiante identifique de manera lógica los

aspectos relacionados a una situación particular, generando en el estudiante la necesidad de seguir un flujo de pasos que le permita llegar a una solución, haciendo uso de elementos propios de la programación.

En cuanto a la didáctica empleada para orientar los cursos académicos, se establece la libertad de cátedra teniendo en cuenta lo sugerido por Brown (2001), donde hace referencia a un desarrollo de actividades en el proceso formativo basado en la selección de recursos apropiados dependiendo el contexto y situación de cada grupo de estudiantes. De este modo, teniendo en cuenta las necesidades presentes en cada grupo y las características especiales de los estudiantes, se seleccionan las posibilidades y recursos para apoyar el proceso formativo particular. Adicionalmente se tiene la combinación de aspectos teóricos con la práctica, cada aspecto teórico tiene una representación en talleres de clase, de ejercicios y escenarios reales para que el estudiante comprenda de manera rápida cómo es posible iniciar el proceso de construcción de software. La dinámica de teoría y práctica permite que el estudiante acelere su proceso mental en el ejercicio de soluciones a problemas comunes de la informática.

Dado que la asignatura se basa en talleres y casos reales, esta asignatura usa el método de aprendizaje basado en problemas (ABP), buscando que el estudiante plantee sus propios algoritmos para dar solución a problemas reales con la orientación del docente. Se considera que el aprendizaje es una actividad individual, aunque se desarrolla en un contexto social y cultural. Como actividad individual requiere del desarrollo de la autonomía de los estudiantes que es una tarea prioritaria que se fomenta a través de la formación en la programación de software y se sustenta con las actividades dentro del aula y del trabajo en plataformas virtuales.

Las tareas incluidas en las plataformas virtuales invitan al estudiante a practicar la programación de software en contextos separados del salón de clase y en problemáticas sociales comunes, en los que los docentes indican la manera en que deben elaborarse las tareas, supervisan que las mismas se realicen y retroalimentan el producto ofrecido por los estudiantes; este seguimiento se realiza de forma progresiva siendo muy controlado en las fases iniciales y más libre en las finales.

A continuación, en la Tabla 4-2 se relacionan las competencias, contenidos, actividades y resultados de aprendizaje según el plan de estudios de la asignatura “Introducción a la Programación” de la Facultad de Ingeniería de Sistemas.

Tabla 4-2.: Programa académico de la asignatura “Introducción a la programación”

Competencias	Resultados de aprendizaje	Dimensiones de la acción humana	Contenidos	Actividades didácticas
Fundamentación de la programación de software	Reconoce los fundamentos de la programación de software en la industria	Comprender y hacer	Fundamentos de la programación de software	Introducción a la asignatura. Historia de la computación. Conceptos y elementos de un diagrama. Conceptos de variables en diagramas y código. Diagramas de flujo con casos básicos, uso de variables e impresión de resultados.
Creación de un software usando herramientas CASE Online	Diseñar un software con funcionalidades básicas para sistema operativo Android	Comprender y hacer	Introducción al uso de herramientas CASE para programación Conceptos del uso de herramientas Drag and Drop en programación	Características de los lenguajes de programación más usados en la industria. Diferencias entre programación nativa e interpretativa (híbridas). Creación de un APP “hola mundo” Scratch. Diseño y programación de una APP para Android usando “AppInventor”.
Comprensión de una estructura que le permita establecer múltiples condiciones	Implementar software con funcionalidades básicas en JAVA	Comprender y hacer	Estructura condicional en un diagrama y su símil en código Java y Python	Conocer herramientas para Programar Online (Java + Python). Conocer los estándares y conceptos para programación básica en Java. Entender los errores generados por el compilador Online. Conocer herramientas para Programar Online (Java + Python). Conocer los estándares y conceptos para programación básica en Java. Entender los errores generados por el compilador Online. Estructura condicional para 2, 3, 4 y 5 valores. Comprensión de las salidas SI y NO de la estructura condicional. Estructura condicional Switch, diferencias con la estructura IF. Desarrollo de diagramas y código para estructuras condicionales tipo Switch.
Comprensión de una estructura que le permita establecer múltiples condiciones	Realizar programas en Java usando IF anidados	Comprender y hacer	Estructura condicional simple y compleja de uso de IF	Manejo de If anidados. Manejo de ELSE anidado. Combinación de casos: IF anidados y ELSE anidados.
Aplicación del ciclo FOR en la solución de problemas	Programar herramientas que den solución a problemas con ciclos básicos	Comprender y hacer	Ciclo FOR, diagramas y su representación en código	Ciclo FOR ascendente y descendente. Ciclo FOR y acumuladores. Ciclo FOR y contadores.
Utilización de estructuras condicionales y combinación con ciclos FOR	Programar software que solucionen problemas que combinan los ciclos básicos con estructuras condicionales	Comprender y hacer	Ciclo FOR con uso de sentencias IF o uso anidado	Ciclo FOR La tabla de multiplicar. Ciclo FOR anidado. Ciclo FOR y estructuras condicionales anidadas en IF y ELSE.
Comprensión de Ciclos WHILE y su diferencia con ciclos básicos.	Programar software que utilicen diversas opciones de ciclos para optimizar la solución de problemas.	Comprender, hacer y comunicar	Ciclo WHILE y su uso con otras estructuras condicionales	Ciclo WHILE, diferencias con el ciclo FOR. Creación de un programa que liste Los números primos utilizando un ciclo FOR. Talleres que utilizan ciclo WHILE, FOR y Estructuras condicionales. Construcción de un menú con opciones, mezcla del ciclo WHILE y la estructura condicional Switch.

Tabla 4-2: Continúa en la siguiente página

Tabla 4-2: Continuación de la página anterior

Competencias	Resultados de aprendizaje	Dimensiones de la acción humana	Contenidos	Actividades didácticas
Combinación de estructuras condicionales, ciclos básicos, ciclos complejos y asignación de variables.	Programar software que solucionen problemas donde se combinan los ciclos complejos, básicos y estructuras condicionales	Comprender y hacer	Ejercicios y talleres con ciclos WHILE, FOR, estructuras condicionales y estructuras de opciones	Ciclos WHILE, FOR, estructuras condicionales y estructuras de opciones. Ciclos dinámicos. Ciclos recursivos.
Solución de problemas matemáticos de baja complejidad y su relación con los ciclos	Programar software que dé solución a definiciones matemáticas	Comprender y hacer	Programación de soluciones a problemas matemáticos usando ciclos	Números perfectos. Números primos. Números pares. Divisores.
Comprensión del concepto de función, uso y aplicación en la solución de problemas	Programar software que solucionen problemas donde se utilizan funciones para optimizar la solución	Comprender, hacer y comunicar	Funciones y procedimientos en la programación de software	La firma de una función, parte y significado. Manejo de parámetros. Retorno de valores. Acumuladores tipo String. Migración de código a funciones.
Capacidad para crear programas que utilicen arreglos unidimensionales	Programar software que solucionen problemas con arreglos unidimensionales	Comprender y hacer	Manejo de información usando arreglos unidimensionales	Arreglos o vectores con primitivas. Diferencias entre los arreglos de tipo entero, cadena y carácter. Arreglos o vectores con primitivas. Diferencias entre los arreglos de tipo entero, cadena y carácter. Construcción de funciones para leer arreglos. Construcción de funciones para imprimir arreglos.
Manipulación de arreglos	Programar software que solucionen problemas con ejemplos claves de arreglos	Comprender y hacer	Operaciones matemáticas simples con vectores	Sumar vectores. Unión de vectores. Obtener menor elemento de un vector. Crear vector con elementos aleatorios.
Capacidad para manejar arreglos y a partir de ellos generar nuevos arreglos	Programar software que utilicen arreglos para optimizar el manejo de información	Comprender y hacer	Operaciones avanzadas con vectores	Redimensionar vectores. Suma de elementos pares, impares, primos de un vector. Lectura de un vector infinito. Intersección de vectores y Concatenación de vectores.
Comprensión, uso y aplicación de arreglos multidimensionales	Programar software que utilicen arreglos multidimensionales simples	Comprender y hacer	Arreglos multidimensionales simples	Leer matriz de N x M elementos. Imprimir matriz de N x M elementos. Matrices generadas aleatoriamente con dígitos predefinidos. Redimensionar matriz.
Capacidad para manejar un arreglo multidimensional de diferentes maneras	Programar software que utilicen arreglos multidimensionales con operaciones avanzadas	Comprender y hacer	Operaciones avanzadas con arreglos multidimensionales	Rellenar matriz. Letras del abecedario en una matriz. Patrones en matrices. Movimiento vertical en matrices. Matriz caracol, Matriz cuadrada, Puntos de silla.

Tabla 4-2: Continúa en la siguiente página

Tabla 4-2: Continuación de la página anterior

Competencias	Resultados de aprendizaje	Dimensiones de la acción humana	Contenidos	Actividades didácticas
Almacenamiento de información en archivos de texto	Programar software con persistencia de información en archivos texto	Comprender y hacer	Persistencia de datos usando archivos de texto	Manipulación de archivos de texto plano. Lectura de un vector desde un archivo de texto. Almacenamiento de un vector en un archivo de texto. Manejo de constantes. Manipulación de archivos de texto con arreglos multidimensionales.
Implementación de proyecto final de curso	Implementar un software con funcionalidades CRUD	Hacer y comunicar	Implementación de un software con operaciones CRUD	Desarrollo de interfaz. Operaciones CRUD. Documentación del software.

Tabla 4-2: Fin de la página anterior.

4.3.2. Selección de los niveles de CodeGym a integrar en la metodología de la clase del grupo experimental

Teniendo en cuenta las temáticas relacionadas en el plan de estudios del grupo experimental, se realizó la selección de los módulos de CodeGym a integrar en la metodología de la clase. Esta selección se realizó por medio de la relación que presentaban los contenidos del plan de estudios con los niveles y lecciones propuestas por CodeGym.

CodeGym presenta su contenido organizado por misiones, desde el nivel más básico hasta temáticas avanzadas de programación de computadores. La misión seleccionada para integrar en la metodología de la clase del grupo experimental se denomina “Sintaxis de Java”. Esta misión consta de 10 niveles enfocados en enseñar los fundamentos del lenguaje de programación Java. El estudiante puede aprender conceptos relacionados con tipos de datos básicos, métodos, condicionales y bucles. CodeGym propone actividades prácticas haciendo uso de un *plugin* integrado en el entorno de desarrollo de *IntelliJ IDEA*. El 80 % de las actividades propuestas en la herramienta son de naturaleza práctica, permitiendo que el estudiante ejercite y practique los conocimientos teóricos adquiridos.

Los cinco primeros niveles propuestos por CodeGym presentan contenidos introductorios y conceptos fundamentales para el proceso de aprendizaje de la programación de computadores. En estos niveles iniciales se plantean ejercicios prácticos relacionados con comandos básicos de Java y aplicación de conceptos relacionados con variables, condicionales, ciclos, entre otros. A continuación se presenta de forma detallada los cinco primeros niveles de CodeGym junto con los contenidos propuestos y cada una de las lecciones que los componen:

- **Nivel 0: Introducción**
El nivel introductorio propuesto por CodeGym plantea la concepción inicial relacionada con la narrativa del ambiente gamificado, las instrucciones para el uso de la herramienta, comandos iniciales de salida por pantalla, declaración de variables y explicación de los tipos de datos existentes, descripción del concepto de compilador, uso de comentarios y ejercicios prácticos propuestos con el fin de reforzar lo estudiado.
- **Nivel 1: Introducción a Java - Salida por pantalla, tipos int y String**
En el primer nivel CodeGym propone módulos relacionados con la descripción de las partes y componentes de los programas, brinda algunos datos curiosos del lenguaje Java y algunas razones del por qué es adecuado usarlo. Adicionalmente este nivel presenta una explicación más profunda del concepto de variables y direccionamiento de memoria, junto con la definición y aplicación de los tipos de datos enteros y Strings. Por medio de teoría y ejercicios prácticos se analiza la diferencia entre el comando `print()` y `println()`, además de comparar sentencias básicas entre los lenguajes Java y Pascal. En este nivel además de proponerle al estudiante ejercicios prácticos para reforzar lo aprendido, se presentan los diferentes foros y canales de comunicación para que los participantes puedan aportar y resolver sus dudas. Finalmente, en

las últimas lecciones propuestas CodeGym recomienda literatura relacionada para su consulta y algunas frases motivacionales para continuar con el desarrollo de las lecciones.

- Nivel 2: Introducción a Java, variables, métodos.
En este nivel CodeGym explica de forma muy general el concepto de clases y objetos, junto con la definición de datos compuestos y datos primitivos. Se realiza una descripción del concepto de modificador, tipos de datos y creación de variables. Adicionalmente se presenta el uso de referencias, manejo de parámetros, uso de métodos y la forma de importar clases. La mayor parte de lecciones propuestas en este nivel se componen de distintos ejercicios prácticos, reforzando lo aprendido y aplicando los conceptos vistos de forma teórica.
- Nivel 3: Su primer programa: entrada de teclado, trabajando en el IDE
En este nivel CodeGym presenta la forma de conectar el entorno de desarrollo (IDE) con el *plugin* del ambiente gamificado. Esta conexión permite a los participantes desarrollar los ejercicios prácticos propuestos directamente en el IDE. Adicionalmente se plantean ejercicios prácticos de lógica, salida por pantalla, entrada por teclado y en general, aplicación de los conceptos y temáticas aprendidas en las lecciones anteriores.
- Nivel 4: Introducción a ciclos
Finalmente en el cuarto nivel propuesto por CodeGym se presentan conceptos relacionados con la declaración, alcance y visibilidad de las variables, definición de bloques de código, tipos de datos boolean, operadores lógicos, condicionales y ciclos. La concepción de estas temáticas se realiza en su mayoría por medio de ejercicios prácticos.

Los niveles mencionados anteriormente fueron seleccionados para ser integrados en la metodología de la clase del grupo experimental durante el desarrollo del estudio. Estos niveles fueron seleccionados por la relación directa que presentan con los contenidos temáticos analizados en la Sección 4.3.1. El plan de estudios de la asignatura y los niveles propuestos por CodeGym presentan un desarrollo de contenido muy similar, en el que se inicia con los conceptos más básicos y fundamentales relacionados con la programación de computadores, y va incrementando su nivel de dificultad a medida que va incorporando nuevos conceptos asociados.

4.3.3. Relación entre las temáticas del plan de estudios del grupo experimental y los niveles de CodeGym seleccionados

En esta sección se relacionan los niveles de CodeGym seleccionados y las temáticas abarcadas en el plan de estudios del grupo experimental. Por tal razón, se construye la Tabla 4-3, la cual presenta la correspondencia entre las competencias y contenidos establecidos en el plan de estudios y los niveles de CodeGym seleccionados.

Los 5 niveles de CodeGym seleccionados abarcan las 4 competencias iniciales propuestas por el plan de estudios del grupo experimental. Estos niveles introductorios permiten al estudiante interactuar

Tabla 4-3.: Asociación entre módulos del ambiente gamificado y temáticas seleccionadas

Competencias	Contenidos	Niveles de CodeGym
Fundamentación de la programación de computadores	Acercamiento a la programación de computadores	Nivel 0: Introducción
Fundamentación de la programación de computadores	Acercamiento a la programación de computadores	Nivel 1: Introducción a Java: Salida por pantalla, tipos int y String
Fundamentación de la programación de computadores	Tipos de datos	Nivel 2: Introducción a Java, variables, métodos
Comprensión del concepto de función, uso y aplicación en la solución de problemas	Funciones y procedimientos en la programación de software	Nivel 2: Introducción a Java, variables, métodos
Fundamentación de la programación de computadores	Ambientación con el IDE	Nivel 3: Su Primer programa: entrada de teclado, trabajando en el IDE
Comprensión de una estructura que le permita establecer múltiples condiciones	Estructura condicional simple y compleja de uso de IF	Nivel 4: Introducción a ciclos
Combinación de estructuras ciclos básicos, ciclos complejos y asignación de variables	Utilización de estructuras condicionales y combinación con ciclos	Nivel 4: Introducción a ciclos

con contenidos relacionados al acercamiento inicial de la programación de computadores, conceptos relacionados con tipos de datos, funciones y procedimientos en la programación de software, estructuras condicionales y ciclos.

Esta tabla permite evidenciar un acoplamiento sólido de las temáticas y niveles propuestos por CodeGym con el plan de estudios del grupo experimental. Se visualiza que la organización de las lecciones en CodeGym demuestra que los contenidos propuestos siguen una estructura muy similar a la establecida por el plan de estudios que generalmente se utiliza en cursos introductorios relacionados con la programación de computadores.

4.4. Cronograma de actividades

Se estableció un cronograma de actividades donde se proyectó la aplicación de los instrumentos seleccionados y las semanas de trabajo con el grupo experimental. Este cronograma se planificó con una duración de 9 semanas, 8 de las cuales se enfocaron al desarrollo de las clases integrando CodeGym y 1 semana orientada a la aplicación de los instrumentos para evaluar las variables determinadas.

En la Tabla 4-4 se presenta el cronograma de actividades establecido para el desarrollo del experimento.

Tabla 4-4.: Cronograma de actividades

Competencias	Contenido	Módulo de CodeGym	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Pre-Test empleando el instrumento para medir motivación			X								
Fundamentación de la programación de computadores	Acercamiento a la programación de computadores	Nivel 0: Introducción		X							
Fundamentación de la programación de computadores	Acercamiento a la programación de computadores	Nivel 1: Introducción a Java: Salida por pantalla, tipos int y String			X						
Fundamentación de la programación de computadores	Tipos de datos	Nivel 2: Introducción a Java, variables, métodos				X					
Comprensión del concepto de función, uso y aplicación en la solución de problemas	Funciones y procedimientos en la programación de software	Nivel 2: Introducción a Java, variables, métodos					X				
Fundamentación de la programación de computadores	Ambientación con el IDE	Nivel 3: Su Primer programa: entrada de teclado, trabajando en el IDE						X			
Comprensión de una estructura que le permita establecer múltiples condiciones	Estructura condicional simple y compleja de uso de IF	Nivel 4: Introducción a ciclos							X		
Combinación de estructuras ciclos básicos, ciclos complejos y asignación de variables	Utilización de estructuras condicionales y combinación con ciclos	Nivel 4: Introducción a ciclos								X	
Post-Test empleando el instrumento para medir motivación											X
Aplicación encuesta de percepciones											X

4.5. Variables a evaluar

En este estudio se buscó analizar el efecto que genera la integración de un ambiente de aprendizaje gamificado en la motivación de los estudiantes del área de programación de computadores. Por tal razón, la variable principal a evaluar es la motivación por aprender de los estudiantes participantes en el estudio. Adicionalmente se plantea indagar acerca de las percepciones que los estudiantes del grupo experimental tuvieron con relación a la integración del ambiente gamificado en la metodología de la clase, con el fin de entender un poco más las opiniones generadas con el uso de CodeGym, y en general, el uso de la gamificación asistida por computador en la metodología de la clase de Introducción a la Programación de Computadores.

4.5.1. Motivación en el aprendizaje

En el estudio de Ramírez (2017) se define la motivación en el aprendizaje desde la teoría socio-cognitiva como: “un proceso de construcción psicológica que realiza un estudiante individual y que toma la forma de las interpretaciones y valoraciones situacionales”. Autorregular la motivación y el afecto durante el proceso de aprendizaje incluye ser consciente de la importancia que se otorga a la tarea de aprendizaje y de las percepciones sobre sí mismo acerca de la competencia que se tiene para alcanzar las metas de aprendizaje. La aplicación de estrategias permite controlar la motivación y las creencias de autoeficacia en los procesos de aprendizaje. Los factores motivacionales establecen el interés del estudiante por ejecutar la tarea, por ejemplo, estrategias como la auto-recompensa frente al trabajo realizado y la auto-persuasión permiten aumentar el interés en las tareas de aprendizaje.

4.5.2. Percepciones

Las percepciones de los participantes se refieren a las impresiones y apreciaciones que los estudiantes del grupo experimental tuvieron con respecto al uso de CodeGym, y en general, al uso de elementos del juego en la metodología de la clase. Obtener información relacionada con las percepciones que les dejó la experiencia gamificada a los estudiantes, permite sustentar y consolidar opiniones que ayudan a entender los efectos generados por la integración de la gamificación.

En el estudio de Gonzalez-Escribano et al. (2019) se recopilan comentarios de los estudiantes a través de una encuesta, intentando evaluar el efecto de la motivación en el aprendizaje subjetivo y el impacto de la actividad colaborativa específica. Este estudio sugiere aplicar la encuesta de opiniones mínimo una semana después de finalizar la actividad para evitar la influencia directa de las emociones producidas por los estudiantes. La encuesta que aplicó Gonzalez-Escribano et al. (2019) incluye 8 preguntas usando la escala Likert con 5 valores (del 1 al 5). También incluye una pregunta con múltiples respuestas sobre las razones para usar una herramienta alternativa en lugar del foro colaborativo, y un campo de texto libre para observaciones generales y sugerencias. Estas recomendaciones se tuvieron

en cuenta para la construcción del instrumento usado para la recopilación de datos relacionados con las percepciones de los estudiantes.

4.6. Instrumentos para evaluar las variables de estudio seleccionadas

En esta sección se realiza la descripción de los instrumentos utilizados para llevar a cabo la recolección de los datos. Inicialmente se presenta el instrumento utilizado para analizar los factores motivacionales, prosiguiendo con la encuesta usada para evaluar las percepciones de los estudiantes del grupo experimental.

4.6.1. Motivated Strategies for Learning Questionnaire - Colombia (MSLQ - Colombia)

El instrumento Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) se ha usado ampliamente debido a las características psicométricas de alta fiabilidad y validez expuestas en diversos entornos en los que se ha empleado Ramírez (2017). El MSLQ permite caracterizar los rasgos distintivos de la motivación y las estrategias de aprendizaje de una población seleccionada. Este instrumento es altamente utilizado para evaluar los efectos motivacionales y cognitivos de intervenciones educativas.

En el trabajo realizado en la tesis doctoral de Ramírez (2017) se realiza una adaptación y validación del cuestionario de Estrategias de Aprendizaje y Motivación al contexto colombiano. En esa investigación se realizó la traducción, adaptación y validación del MSLQ - Colombia, basado en las adaptaciones lingüísticas y culturales, teniendo en cuenta el análisis de validez interna de los datos obtenidos en las pruebas realizadas. Este cuestionario cuenta con 30 ítems relacionados con aspectos motivacionales y 45 ítems asociados al uso de estrategias de aprendizaje. El MSLQ - Colombia presenta un análisis de confiabilidad con valores aceptables y excelentes, con propiedades psicométricas equivalentes al MSLQ original (Pintrich et al., 1991). Por ende, el instrumento construido por Ramírez (2017) permite una caracterización fiable de la motivación y estrategias de aprendizaje de estudiantes universitarios de ingeniería en Colombia.

El MSLQ - Colombia presenta un conjunto de afirmaciones que permiten evaluar aspectos relacionados con la motivación y estrategias de aprendizaje. En este estudio se utilizó solamente el enfoque motivacional del MSLQ-Colombia debido a la relación directa con la pregunta y objeto de investigación. El enfoque motivacional propuesto por el MSLQ-Colombia establece 7 sub-escalas relacionadas con el concepto de motivación en el aprendizaje. Cada sub-escala cuenta con cierto número de ítems o afirmaciones propuestas por el cuestionario. A continuación se describe cada una de las sub-escalas relacionadas para la motivación en el aprendizaje descritas por Ramírez (2017):

1. Sub-escala 1 (S-E1): Valoración de la tarea

En esta sub-escala el autor asocia el resultado de la valoración que el estudiante realiza con respecto a una tarea de aprendizaje propuesta. Este resultado de valoración se entiende como el nivel de importancia, utilidad, gusto o interés que el estudiante le atribuya a sus labores en pro de su proceso formativo. En el Anexo C, en la Tabla C-1 se presentan los ítems del cuestionario relacionados con la sub-escala motivacional de valoración de la tarea.

2. Sub-escala 2 (S-E2): Orientación hacia metas intrínsecas

En esta sub-escala se relacionan las razones intrínsecas que motivan al estudiante a realizar las tareas propuestas. Identifica si el estudiante trabaja en la materia por curiosidad, porque se siente desafiado o posee un deseo genuino de aprender los tópicos propuestos. En el Anexo C, en la Tabla C-2 se presentan los ítems del cuestionario relacionados con esta sub-escala motivacional.

3. Sub-escala 3 (S-E3): Orientación hacia metas extrínsecas

Esta sub-escala está relacionada con la percepción que tiene el alumno de estudiar por razones externas al hecho de aprender. En esta sub-escala se explora si el estudiante se involucra en procesos de aprendizaje con el fin de obtener altas calificaciones, becas, recompensas académicas o sociales, entre otras. En el Anexo C, en la Tabla C-3 se presentan los ítems del cuestionario relacionados con esta sub-escala motivacional.

4. Sub-escala 4 (S-E4): Expectativas de auto-eficacia en el aprendizaje

En esta sub-escala se indaga la valoración que realiza el estudiante vinculada a su capacidad de entender los tópicos vistos en clase o en la capacidad para adquirir las competencias esperadas. El estudiante realiza auto-juicios relacionados a la confianza y capacidades para conseguir el propósito de aprendizaje. En el Anexo C, En la Tabla C-4 se presentan los ítems del cuestionario relacionados con esta sub-escala motivacional.

5. Sub-escala 5 (S-E5): Expectativas de auto-eficacia en el rendimiento

En esta sub-escala se estudia la autoevaluación que realiza el estudiante con relación a su capacidad y confianza para tener éxito en el proceso evaluativo de la asignatura. En el Anexo C, en la Tabla C-5 se presentan los ítems del cuestionario relacionados con esta sub-escala motivacional.

6. Sub-escala 6 (S-E6): Creencias sobre control del aprendizaje

Esta sub-escala indaga acerca de si el estudiante percibe que lo que aprenderá depende de su propio control o esfuerzo y no de factores externos como los niveles de dificultad de las temáticas, el docente, el entorno, entre otros. En el Anexo C, en la Tabla C-6 se presentan los ítems del cuestionario relacionados con esta sub-escala motivacional.

7. Sub-escala 7 (S-E7): Ansiedad en los procesos de evaluación

En esta última sub-escala se explora si el estudiante presenta preocupación o nerviosismo

al momento de enfrentarse a procesos evaluativos. Esta sub-escala analiza si el estudiante tiene pensamientos negativos que influyen desfavorablemente en su desempeño, generándole agitación o zozobra. En el Anexo C, en la Tabla C-7 se presentan los ítems del cuestionario relacionados con esta sub-escala motivacional.

En el siguiente enlace se encuentra disponible un formulario de Google Forms con el instrumento MSLQ-Colombia utilizado para recolectar los datos relacionados con la motivación en el aprendizaje: <https://forms.gle/9xAC5Ktsn8AvGRdG8>. Inicialmente, se presenta un apartado con el consentimiento informado y acuerdo de confidencialidad, donde el estudiante indica si está o no de acuerdo con participar libre y voluntariamente en la investigación. A continuación, se presentan algunas preguntas demográficas con el fin de obtener datos adicionales para caracterizar a los participantes. Finalmente, se presentan los ítems del cuestionario MSLQ-Colombia donde el estudiante al responder el cuestionario realiza una valoración de cada afirmación, y según considere que aplica para su realidad, selecciona una de las 7 opciones de la escala Likert:

1. Totalmente no me describe.
2. No me describe.
3. Ligeramente no me describe.
4. Ni me describe ni no me describe.
5. Ligeramente me describe.
6. Me describe.
7. Totalmente me describe.

Para analizar los datos recolectados con el MSLQ-Colombia se seleccionó una prueba estadística que permita evidenciar si hubo o no un cambio significativo en los aspectos motivacionales estudiados. En las investigaciones son importantes las pruebas estadísticas que permitan probar una hipótesis establecida en base a los datos analizados. La prueba estadística permite rechazar o aceptar la hipótesis que se plantea, teniendo en cuenta que es necesario seguir un procedimiento objetivo que permita concluir de forma válida el resultado obtenido. La hipótesis nula (H_0) establece el “no efecto” y generalmente se formula con la finalidad de ser rechazada, de modo que se apruebe la hipótesis alterna (H_1) (Siegel and Castellan, 1998). En esta investigación las hipótesis se plantearon teniendo en cuenta que se identifica como variable independiente la integración del ambiente gamificado en la metodología de la clase, y como variable dependiente se determina el efecto generado en la motivación de los estudiantes. De este modo, se plantea la siguiente hipótesis nula:

H_0 : “El ambiente gamificado asistido por computador no genera efecto en la motivación de los estudiantes de programación de computadores”

Por ende, la hipótesis alterna se establece como:

H_1 : “El ambiente gamificado asistido por computador genera efecto en la motivación de los estudiantes de programación de computadores”.

Las pruebas estadísticas no paramétricas son comúnmente utilizadas cuando el tamaño de la muestra es muy pequeño debido a la menor cantidad de suposiciones que realiza con relación a los datos (Siegel and Castellan, 1998). Estas pruebas son adecuadas para tratar datos que son categóricos, es decir, datos medidos en una escala nominal. Al hacer uso de este tipo de pruebas estadísticas, el investigador puede analizar si algunos participantes tienen más o menos de la característica estudiada. Para conocer cuál es el efecto de un ambiente de aprendizaje gamificado asistido por computador en la motivación de los estudiantes de programación de computadores es necesario realizar dos mediciones a pares replicados, es decir, a cada uno de los grupos seleccionados se les debe aplicar los instrumentos de medición motivacional, antes y después de la integración del ambiente gamificado.

La prueba de rangos señalados y pares igualados de *Wilcoxon* es una prueba no paramétrica equivalente a la prueba *t* para grupos emparejados. Siegel and Castellan (1998) relaciona que la prueba de *Wilcoxon* se aplica con bastante éxito en las ciencias de la conducta, permitiendo al investigador hacer juicios de “mayor que” entre los valores de cualquier par, así como también obtener información de las diferencias entre pares cualesquiera. En esta prueba se adjudica mayor peso a los pares que muestran mayores diferencias entre las dos condiciones, más que a los pares cuya diferencia es pequeña.

El nivel de significancia (α) se establece para determinar si el resultado de la prueba estadística proporciona una probabilidad de ocurrencia asociada a la H_0 menor o igual a la probabilidad establecida como α . Generalmente esta probabilidad posee un valor de 0,05 o 0,01 (Siegel and Castellan, 1998; Coolican, 1997). Si el valor particular proporcionado por la prueba estadística es menor o igual a α se rechaza la H_0 . La rigurosidad de α se elige de acuerdo a la estimación de significancia práctica del resultado. En estudios relacionados con el área de la medicina, el investigador puede elegir un nivel de significancia más riguroso, debido a las consecuencias que esto puede implicar. En este estudio se seleccionó un nivel de significancia del 0,05, el cual es el estándar con el que se mide si las diferencias son significativas o no en este tipo de investigaciones (Coolican, 1997).

4.6.2. Encuesta de percepciones

La información relacionada con los datos cualitativos se obtuvo por medio de una encuesta de percepciones construida para analizar a profundidad las impresiones que los estudiantes del grupo experimental tuvieron con respecto al uso de CodeGym y la gamificación dentro de la metodología de clase. Adicionalmente, se propusieron preguntas relacionadas a las sub-escalas motivacionales del MSLQ-Colombia, con el propósito de vincular y consolidar por medio del análisis cualitativo, la información cuantitativa recolectada por el MSLQ-Colombia. En la Tabla 4-5 se presentan las preguntas

formuladas en la encuesta de percepciones.

Tabla 4-5.: Encuesta de percepciones

Número	Enunciado	Tipo de respuesta
1	Mi trabajo en esta asignatura usando CodeGym me permitió descubrir la importancia o gusto por las temáticas de la asignatura de programación de computadores.	Likert
2	¿Por qué seleccionaste la respuesta anterior?.	Abierta
3	Considero que el uso de CodeGym en la asignatura de programación de computadores me planteó desafíos que despertaron en mí deseos auténticos de aprender a programar.	Likert
4	¿Por qué seleccionaste la respuesta anterior?	Abierta
5	Usar CodeGym en la asignatura de programación de computadores fue útil para alcanzar mi meta más importante: obtener buenas calificaciones en la asignatura.	Likert
6	¿Por qué seleccionaste la respuesta anterior?.	Abierta
7	Utilizar CodeGym en la asignatura de programación de computadores aumentó mi confianza para entender los conceptos y temas más difíciles que enseñan en esta asignatura.	Likert
8	¿Por qué seleccionaste la respuesta anterior?	Abierta
9	Usar CodeGym en la asignatura de programación de computadores aumentó mi confianza para la obtención de buenas calificaciones.	Likert
10	¿Por qué seleccionaste la respuesta anterior?	Abierta
11	Considero que el uso de CodeGym me ayudó a entender que el nivel de comprensión de las temáticas de esta asignatura depende de mi esfuerzo.	Likert
12	¿Por qué seleccionaste la respuesta anterior?	Abierta
13	El uso de CodeGym en esta asignatura me ayudó a tener mayor confianza para controlar la preocupación y ansiedad que siento cuando presento exámenes parciales.	Likert
14	¿Por qué seleccionaste la respuesta anterior?	Abierta
15	¿Qué elementos integrados en CodeGym te gustan más?	Opción múltiple con múltiple respuesta
16	¿Qué te impulsaba a avanzar en el desarrollo de los niveles y lecciones propuestas en CodeGym?	Opción múltiple con múltiple respuesta
17	¿Cual es tu percepción general acerca del uso de CodeGym en la metodología de la clase de Introducción a la Programación de Computadores?	Abierta
18	Con respecto a la gamificación en el aprendizaje, ¿Cuál es tu percepción acerca del uso de elementos de juego como insignias, puntos, niveles, recompensas, tablas de clasificación, entre otros, dentro la metodología de la clase de Introducción a la Programación de Computadores?	Abierta

Tabla 4-5: Fin de la página anterior.

Las preguntas relacionadas en la encuesta de percepciones se construyeron en consenso con el director y codirector de tesis teniendo como objetivo generar más insumos para poder responder a la pregunta de investigación. Adicionalmente las preguntas pasaron por un proceso de refinamiento donde los integrantes del grupo de investigación Programming Languages and Systems (PLaS) de la Universidad Nacional de Colombia presentaron sus aportes, los cuales se tuvieron en cuenta para el mejoramiento y concertación de las sentencias presentadas en la encuesta. La encuesta de percepciones puede encontrarse en el siguiente enlace de Google Forms: <https://forms.gle/6CftZFn4kLYzfHnZ8>.

Inicialmente, se expone el objetivo de aplicar la encuesta y la confidencialidad de los datos recolectados, junto con dos preguntas relacionadas con datos personales que permitan relacionar las respuestas con los datos cuantitativos recolectados. A continuación, se exponen las preguntas relacionadas en la Tabla 4-5. Las 14 primeras preguntas están vinculadas con las sub-escalas motivacionales evaluadas en el MSLQ-Colombia. De las 14 preguntas, 7 tienen respuestas tipo Likert con opciones en un rango desde 1-Totalmente en desacuerdo hasta 7-Totalmente de acuerdo. Los estudiantes realizan la valoración de acuerdo a si aplica o no a su realidad, y posteriormente, contestan las preguntas con respuesta abierta donde justifican la elección de cada una de las preguntas con respuesta tipo Likert. Luego se plantean dos preguntas con múltiple respuesta donde se indaga acerca de los elementos de CodeGym que más interés generaron y la razón que motivaba el avanzar en el desarrollo de los niveles y lecciones propuestas. Finalmente, las dos últimas preguntas son de respuesta abierta y se indaga acerca de la percepción general que los estudiantes tuvieron con relación al uso de CodeGym, y en general, al uso de la gamificación en la metodología de la clase.

Para analizar los datos recolectados con la encuesta de percepciones se plantea realizar un análisis cualitativo por medio de la técnica de codificación, la cual se considera el proceso clave en la teoría fundamentada. En esta técnica se plantea dividir los datos en componentes, los cuales reciben nombres o códigos que permiten identificarlos. Bryman (2012) relaciona que esta técnica implica revisar las transcripciones o datos recopilados y dar etiquetas o nombres a los componentes que parecen tener un significado teórico potencial. Estos códigos permiten separar, compilar y organizar los datos, los cuales se tratan como posibles indicadores de conceptos. Estos indicadores se deben examinar y comparar por el analista para que finalmente los codifique y nombre como indicadores de una clase de acciones conductuales.

En esta investigación se decidió utilizar la codificación abierta, la cual según Bryman (2012) se define como “el proceso de descomponer, examinar, comparar, conceptualizar y categorizar los datos”. Con este tipo de codificación se producen conceptos, los cuales se agrupan y se convierten en categorías. Esta codificación y agrupación debe ser un proceso iterativo y en el que participen varios analistas, con el fin de obtener una mejor apreciación y categorización de los datos analizados.

Mediante la codificación abierta, se pretende obtener conceptos relacionados con las etiquetas dadas a los fenómenos evidenciados. Además, se busca obtener categorías que incluyan distintos conceptos hallados, y en algunos casos, categorías centrales que agrupen otras categorías. Finalmente, se pretende generar teorías sustantivas a través del conjunto de categorías bien proyectadas, que permitan formar un marco conceptual que pueda sustentar algunos aspectos sociales relevantes.

4.7. Aval de comité de ética

El día 28 de febrero de 2020 se presentó al comité de ética y bioética de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja la propuesta de investigación y se puso a consideración los instrumentos para la recolección de datos cuantitativos y cualitativos, con el fin de recibir el aval por parte de los expertos. El comité está conformado por: la Directora de la Unidad de Investigaciones, Sandra Díaz Bello, PhD.; el experto en temas éticos y bioéticos, Mg. Rafael Ricardo Bohórquez; el representante del Departamento de Humanidades, Mg. José Ovidio Nocua; y la Doctora Luz Ángela Cuellar, experta en temas ecológicos y ambientales.

La reunión se llevó a cabo en la sala de juntas de la Facultad de Ingeniería Ambiental. Inicialmente se realizó una contextualización del proyecto de investigación, se dieron a conocer la metodología propuesta y los instrumentos a utilizar en el estudio. Finalmente, el comité analizó la información presentada y decidió avalar la aplicación de los instrumentos presentados. En el Anexo B se presenta el acta emitida por el comité de ética donde se avala el uso de los instrumentos para la obtención de los datos en la presente investigación.

5. Resultados experimentales

Los datos cuantitativos que se obtuvieron del Pre-Test y Post-Test a través del MSLQ-Colombia fueron los insumos para analizar el efecto que generó la integración de la gamificación en la motivación de los estudiantes. Por otra parte, los datos que se recolectaron por medio de la encuesta de percepciones permitieron analizar las opiniones que tuvieron los estudiantes del grupo experimental con respecto al uso del ambiente gamificado y a la integración de elementos del juego en la metodología de la clase. A continuación se presentan los resultados obtenidos.

5.1. Motivación en el aprendizaje

La motivación de los estudiantes fue analizada por medio del Pre-Test y Post-Test aplicando el instrumento de autoinforme MSLQ-Colombia en cada uno de los grupos seleccionados. El objetivo fue analizar si hubo un cambio significativo en alguna de las sub-escalas motivacionales estudiadas por el MSLQ-Colombia en cada uno de los grupos estudiados. La hipótesis que se planteó fue el incremento de niveles de motivación en el grupo experimental debido al uso de la gamificación en la metodología de la clase. De llegarse a encontrar una diferencia significativa entre el Pre-Test y Post-Test del grupo experimental, se proporcionaría una fuerte evidencia de los efectos que genera la gamificación en la motivación de los estudiantes.

5.1.1. Grupo de control - Ingeniería Industrial

Los datos que se obtuvieron en el grupo de control perteneciente a la Facultad de Ingeniería Industrial correspondieron al resultado de la aplicación del MSLQ-Colombia a 16 estudiantes que voluntariamente participaron en el estudio realizado. La edad de los participantes oscilaba en un rango de 19 a 27 años. El 37.5 % de los estudiantes egresaron de colegios públicos y el 62.5 % de colegios privados.

En la Figura 5-1 se presenta un diagrama de las respuestas que se obtuvieron con el MSLQ-Colombia en el Pre-Test de la Facultad de Ingeniería Industrial. En el eje Y se presentan cada una de las sub-escalas medidas por el MSLQ-Colombia y en el eje X el número de respuestas que obtuvo cada opción de la escala Likert propuesta. Las sub-escalas establecidas en el eje Y siguen el orden descrito en la Sección 4.6.1. El acrónimo S-E1 corresponde a la sub-escala motivacional relacionada con valoración de la tarea. El SE-2 vincula la sub-escala motivacional de orientación hacia metas intrínsecas, el SE-3 relaciona la sub-escala motivacional de orientación hacia metas extrínsecas. El SE-4 representa las expectativas de

autoeficacia en el aprendizaje y el SE-5 las expectativas de autoeficacia en el rendimiento. Finalmente, el SE-6 se relaciona con las creencias sobre el control del aprendizaje y la SE-7 representa la sub-escala vinculada con ansiedad en los procesos de evaluación.

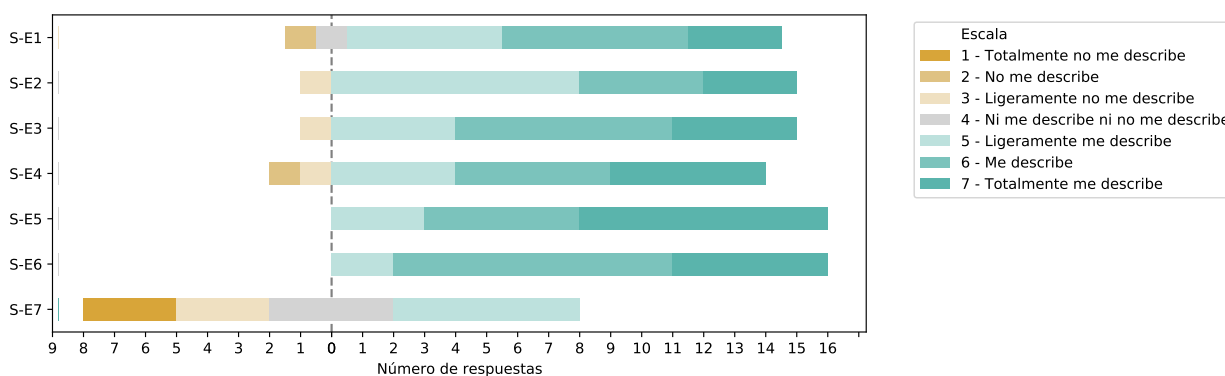


Figura 5-1.: Respuestas obtenidas con el MSLQ-Colombia en el Pre-Test del grupo de control de la Facultad de Ingeniería Industrial

Gráficamente se visualiza que en las primeras 6 sub-escalas motivacionales, los estudiantes generalmente se sentían identificados con las valoraciones más altas de la escala Likert, donde las afirmaciones establecidas los describía de ligera a completamente. En la sub-escala 7 relacionada con la ansiedad en los procesos evaluativos, se visualiza que las respuestas estuvieron divididas entre sentirse identificados con altos niveles de ansiedad o preocupación en los procesos evaluativos y no sentirse descrito o ligeramente identificado con sentimientos de ansiedad o zozobra frente a exámenes o procesos evaluativos.

Un efecto similar se evidenció con los datos recolectados por el MSLQ-Colombia en el Post-Test del grupo de control de la Facultad de Ingeniería Industrial. En la Figura 5-2 se puede visualizar un diagrama con las respuestas recolectadas en cada una de las sub-escalas motivacionales estudiadas.

Visualmente se identificó que cada una de las sub-escalas motivacionales analizadas por el MSLQ-Colombia en el Post-Test presentan un comportamiento similar al del Pre-Test. Las primeras 6 sub-escalas tienden a valoraciones donde los estudiantes se sienten de ligera a completamente identificados. Incluso la sub-escala motivacional relacionada con ansiedad en los procesos evaluativos presentó valoraciones cercanas a las evidenciadas en el Pre-Test.

Sin embargo, para comprender si hubo o no una variación significativa entre los datos del Pre-Test y los del Post-Test fue necesario remitirse a los datos cuantitativos implementando una prueba estadística que permitiera confirmar o rechazar que el cambio evidenciado se debió a efectos reales y no a factores del azar. Las pruebas estadísticas no paramétricas son comúnmente utilizadas cuando el tamaño de la muestra es reducido (Siegel and Castellan, 1998). En este estudio se seleccionó la

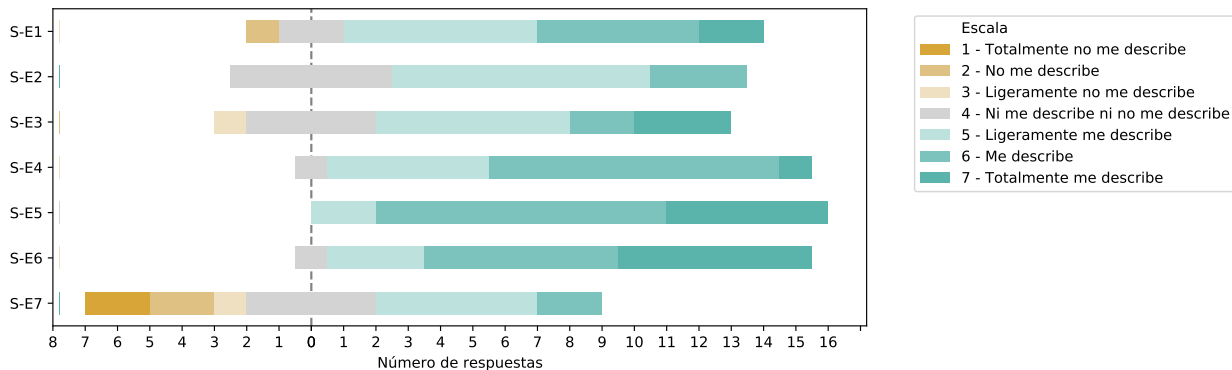


Figura 5-2.: Respuestas obtenidas con el MSLQ-Colombia en el Post-Test del grupo de control de la Facultad de Ingeniería Industrial

prueba estadística no paramétrica de Wilcoxon, utilizada en diseños donde se realizan dos mediciones, en este caso las denominadas Pre-test y Post-test, y donde participan exactamente los mismos grupos en las dos mediciones, comúnmente denominados grupos correlacionados (Pagano, 1998). La prueba de Wilcoxon es equivalente a la prueba t para muestras relacionadas (emparejadas), sin embargo, esta última es una prueba paramétrica que dentro de sus supuestos incluye, entre otros, que la muestra de los datos esté normalmente distribuida y que haya una selección aleatoria de los participantes (Rivera and García, 2012). Debido a la premisa relacionada con la aleatoriedad y al tamaño de muestra reducido, se determinó implementar la prueba de Wilcoxon con el fin de analizar si hubo o no diferencias significativas relacionadas con la motivación.

En la Tabla 5-1 se presenta la recopilación de los valores estadísticos generados con los datos recopilados por el MSLQ-Colombia en el Pre-Test y Post-Test del grupo de control de la Facultad de Ingeniería Industrial. Los resultados recopilados en la tabla evidenciaron los distintos comportamientos que se presentaron durante el experimento. Por cada una de las sub-escalas motivacionales se presentan los resultados promedio obtenidos en el Pre-Test y Post-Test, la diferencia entre dichos promedios, la desviación estándar de los datos obtenidos, y finalmente, el p-valor generado por la prueba de Wilcoxon el cual indicó si el cambio generado se debió a efectos reales y no a cuestiones de azar.

Como se puede apreciar, los resultados obtenidos evidenciaron diferencia significativa únicamente en la sub-escala relacionada con orientación hacia metas extrínsecas. Los resultados demuestran que en el Post-test hubo una disminución representativa relacionada con la importancia que el estudiante le brindó al propósito de alcanzar objetivos diferentes al aprendizaje.

En el Pre-Test se evidencia que esta sub-escala presentó una valoración en promedio de 5.62, lo que podría indicar que los estudiantes se sentían altamente identificados con involucrarse en el proceso de aprender como medio y no como fin. El 25 % de las valoraciones se ubicaron en la opción más alta de la escala Likert, donde los estudiantes se sentían totalmente identificados con las afirmaciones

Tabla 5-1.: Valores estadísticos del grupo de control - Ingeniería Industrial

Sub-escala motivacional	Test	Promedio	Diferencias	Desviación estándar	p-valor Wilcoxon
1 - Valoración de la tarea	Pre-Test	5.33	-1.00	1.22	0.796
	Post-Test	4.33		1.23	
2 - Orientación hacia metas intrínsecas	Pre-Test	5.41	-0.50	0.98	0.083
	Post-Test	4.91		0.86	
3 - Orientación hacia metas extrínsecas	Pre-Test	5.62	-0.70	1.05	0.030 *
	Post-Test	4.92		1.11	
4 - Expectativas de autoeficacia en el aprendizaje	Pre-Test	5.51	-0.04	1.35	0.326
	Post-Test	5.47		0.72	
5 - Expectativas de autoeficacia en el rendimiento	Pre-Test	6.25	-0.20	0.74	0.275
	Post-Test	6.05		0.58	
6 - Creencias sobre control del aprendizaje	Pre-Test	6.09	-0.03	0.68	0.860
	Post-Test	6.06		0.81	
7 - Ansiedad en los procesos de evaluación	Pre-Test	3.47	0.34	1.48	0.330
	Post-Test	3.81		1.52	

* p-valor < 0.05: Resultado estadísticamente significativo.

propuestas en el cuestionario. El 43.75 % de las valoraciones se ubicaron en la segunda opción más alta de la escala Likert, donde los estudiantes se sentían identificados con los enunciados propuestos por el cuestionario en esta sub-escala. Adicionalmente el 25 % de las respuestas obtenidas estuvieron orientadas a sentirse ligeramente identificados con las afirmaciones propuestas. Los estudiantes se sentían altamente identificados con las valoraciones más positivas de las opciones Likert propuestas. El 93.75 % de las respuestas fueron positivas, demostrando la importancia que otorgaron los estudiantes a los factores externos al hecho de aprender. La desviación estándar de los datos analizados fue de 1.05 indicando que las respuestas presentaron un bajo nivel de dispersión.

Por otro lado, los datos recolectados en la segunda aplicación del instrumento presentaron un promedio de 4.92, lo que indica que las valoraciones realizadas por los estudiantes disminuyeron ligeramente en comparación al Pre-Test. En el Post-Test se evidenció que el 31.25 % de las respuestas se relacionaron con las escalas neutras o las que ligeramente no los describían. En comparación con el Pre-Test, las valoraciones de las escalas neutras o negativas incrementaron en 25 %, indicando que los estudiantes con el pasar del tiempo podrían haber disminuido su interés por alcanzar propósitos distintos al aprendizaje. La desviación estándar de los datos en esta medición fue de 1.11 señalando que los datos presentaron una baja dispersión.

El p-valor de la prueba de Wilcoxon en esta sub-escala (0.030) indica que es poco probable que el cambio evidenciado se diera por razones del azar. Esto sugiere que hubo una diferencia significativa real entre el Pre-Test y Post-Test con relación a las valoraciones relacionadas con las orientaciones hacia metas extrínsecas en el estudiante. De este modo fue posible rechazar la hipótesis nula, infringiendo que, a medida que pasaba el tiempo, los estudiantes del grupo de Ingeniería Industrial disminuían su interés por aspectos como las calificaciones, becas, reconocimiento social o, en general, causas

distintas al querer aprender.

Con relación a las demás sub-escalas motivacionales, no se pudo rechazar la hipótesis nula a partir de los resultados, es decir, durante el tiempo del experimento los estudiantes del grupo de Ingeniería Industrial no presentaron variaciones significativas en las demás sub-escalas relacionadas con los aspectos motivacionales estudiados.

5.1.2. Grupo de control - Ingeniería Mecánica

Con respecto al grupo de control perteneciente a la Facultad de Ingeniería Mecánica, se contó con la participación voluntaria de 15 estudiantes a quienes se les aplicó el MSLQ-Colombia. La edad de los participantes oscila entre los 17 y 24 años. El 53.3 % de los estudiantes egresaron de colegios públicos, el 26.6 % de colegios privados y el 20 % de institutos de validación.

En la Figura 5-3 se presenta un diagrama con las respuestas obtenidas por el MSLQ-Colombia en el Pre-Test del grupo de Ingeniería Mecánica. En el eje Y se relacionaron las sub-escalas analizadas por el MSLQ-Colombia y en el eje X el número de respuestas que obtuvo cada opción de la escala Likert propuesta. Las sub-escalas establecidas en el eje Y siguen el orden descrito en la Sección 4.6.1.

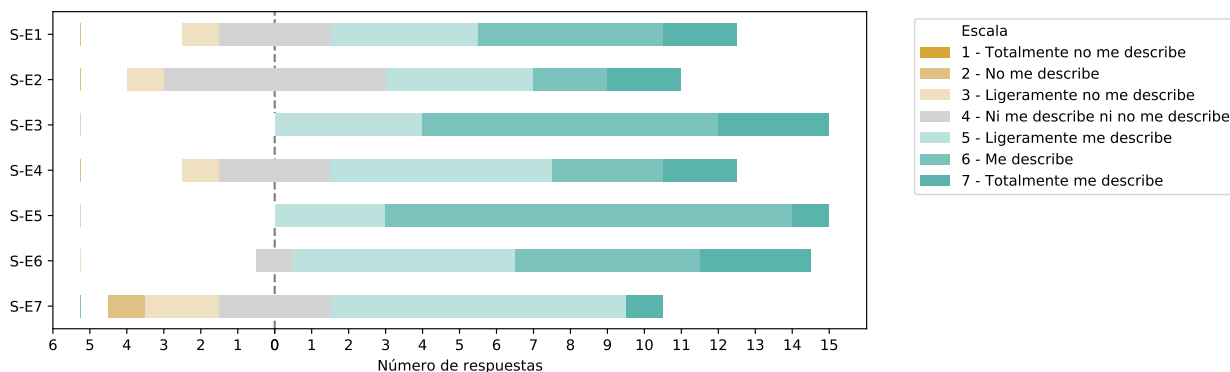


Figura 5-3.: Respuestas obtenidas con el MSLQ-Colombia en el Pre-Test del grupo de control de la Facultad de Ingeniería Mecánica

Como se puede observar, en las primeras 6 sub-escalas motivacionales los estudiantes generalmente se sentían identificados con las valoraciones altas de la escala Likert, donde las afirmaciones establecidas los describía de ligera a completamente.

Por otro lado, en la Figura 5-4 se presenta un diagrama con la información recolectada a través del MSLQ-Colombia en el Post-Test de este grupo de control. En esta gráfica se identifica en el eje Y cada una de las sub-escalas medidas por el MSLQ-Colombia y en el eje X el número de respuestas que

obtuvo cada ítem de la escala Likert propuesta.

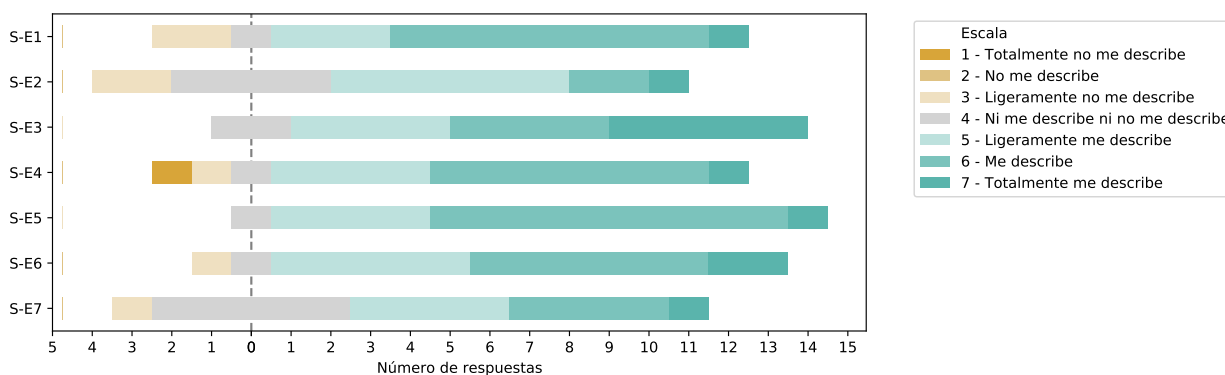


Figura 5-4.: Respuestas obtenidas con el MSLQ-Colombia en el Post-Test del grupo de control de la Facultad de Ingeniería Mecánica

Visualmente se identifica que las sub-escalas motivacionales analizadas por el MSLQ-Colombia en el Post-Test presentaron un comportamiento similar a las sub-escalas analizadas en el Pre-Test. Los resultados tendieron a valoraciones donde los estudiantes se sentían de ligera a completamente identificados.

Para estudiar si hubo o no un cambio significativo en alguna de las sub-escalas estudiadas fue necesario remitirse a los análisis y consideraciones estadísticas que permitieran confirmar o rechazar de forma sólida si las variaciones presentadas fueron o no representativas. En la Tabla 5-2 se presenta la recopilación de los valores estadísticos generados con los datos recopilados por el MSLQ-Colombia en el Pre-Test y Post-Test.

Los datos recolectados en el grupo de control perteneciente a la Facultad de Ingeniería Mecánica, no evidenciaron diferencia significativa en ninguna de las sub-escalas motivacionales. La prueba de Wilcoxon logró establecer que ninguna de las variaciones presentadas fue estadísticamente significativa, lo que indica que las variaciones en los promedios de cada una de las sub-escalas analizadas pueda deberse a factores de azar.

5.1.3. Grupo Experimental - Ingeniería de Sistemas

En el grupo experimental perteneciente a la Facultad de Ingeniería de Sistemas, se obtuvieron los datos cuantitativos a través de la aplicación del MSLQ-Colombia a 17 estudiantes que voluntariamente participaron en el estudio. La edad de los participantes oscilaba entre los 17 y 20 años. 8 de los estudiantes egresaron de colegios públicos, 8 de colegios privados y 1 de un instituto de validación.

Tabla 5-2.: Valores estadísticos del grupo de control - Ingeniería Mecánica

Sub-escala motivacional	Test	Promedio	Diferencias	Desviación estándar	p-valor Wilcoxon
1 - Valoración de la tarea	Pre-Test	5.22	-0.02	1.14	0.875
	Post-Test	5.2		1.16	
2 - Orientación hacia metas intrínsecas	Pre-Test	4.97	-0.15	1.07	0.656
	Post-Test	4.82		0.99	
3 - Orientación hacia metas extrínsecas	Pre-Test	5.81	-0.13	0.71	0.503
	Post-Test	5.68		1.12	
4 - Expectativas de autoeficacia en el aprendizaje	Pre-Test	5.1	-0.05	0.97	0.79
	Post-Test	5.05		1.47	
5 - Expectativas de autoeficacia en el rendimiento	Pre-Test	5.76	-0.10	0.49	0.595
	Post-Test	5.66		0.71	
6 - Creencias sobre control del aprendizaje	Pre-Test	5.6	-0.20	0.92	0.674
	Post-Test	5.4		1.01	
7 - Ansiedad en los procesos de evaluación	Pre-Test	4.5	0.42	1.21	0.346
	Post-Test	4.92		1.06	

* p -valor < 0.05: Resultado estadísticamente significativo. En este caso, no hubo diferencias significativas.

En la Figura 5-5 se presentan las respuestas obtenidas con el MSLQ-Colombia en el Pre-Test de la Facultad de Ingeniería de Sistemas. En el eje Y se ubican cada una de las sub-escalas medidas por el MSLQ-Colombia y en el eje X el número de respuestas que obtuvo cada opción de la escala Likert propuesta. Las sub-escalas establecidas en el eje Y siguen el orden descrito en la Sección 4.6.1.

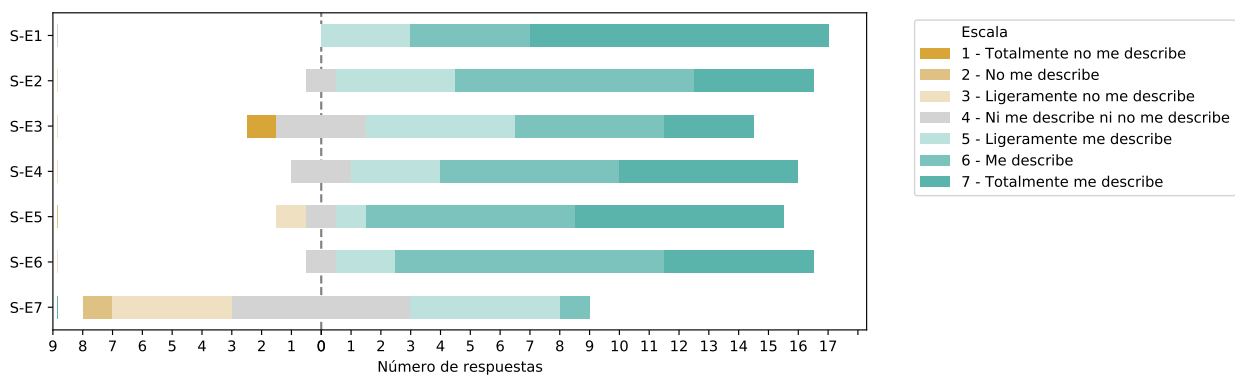


Figura 5-5.: Respuestas obtenidas con el MSLQ-Colombia en el Pre-Test del grupo experimental de la Facultad de Ingeniería de Sistemas

La gráfica evidencia un comportamiento similar en las primeras 6 sub-escalas motivacionales. Los estudiantes generalmente se sentían de ligera a completamente identificados con las afirmaciones propuestas en estas sub-escalas. Por otro lado, la sub-escala relacionada con ansiedad en los procesos

evaluativos presentó una distribución equitativa entre las valoraciones positivas y negativas brindadas por los estudiantes.

Un efecto similar se observó con los datos recolectados en el Post-Test del grupo experimental perteneciente a la Facultad de Ingeniería de Sistemas. En la figura 5-6 se visualiza el número de respuestas por cada opción de la escala Likert en cada una de las sub-escalas analizadas.

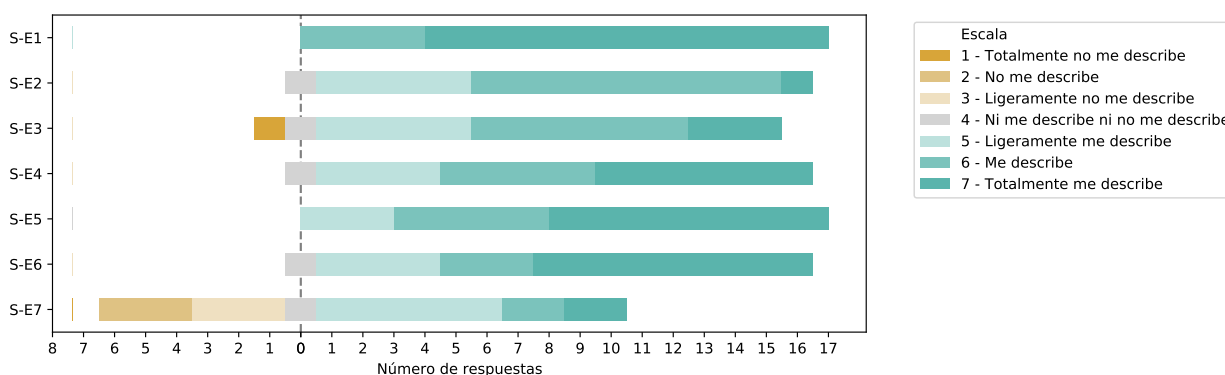


Figura 5-6.: Respuestas obtenidas con el MSLQ-Colombia en el Post-Test del grupo experimental de la Facultad de Ingeniería de Sistemas

Gráficamente se evidencia que los estudiantes se sentían generalmente de ligera a completamente identificados con las afirmaciones propuestas en las primeras 6 sub-escalas motivacionales. Se puede apreciar de forma visual que en el Post-Test hubo un ligero incremento en las valoraciones más altas según las respuestas brindadas por los estudiantes.

En la Tabla 5-3 se presentan los resultados estadísticos obtenidos a partir de los datos recopilados por el MSLQ-Colombia en el Pre-Test y Post-Test del grupo experimental perteneciente a la Facultad de Ingeniería de Sistemas.

Los datos recopilados en el grupo experimental evidencian que hubo diferencia estadística significativa en la sub-escala relacionada con la valoración que realiza el estudiante a las tareas de aprendizaje que le proponen o se propone. En esta sub-escala el estudiante atribuye un nivel de importancia, utilidad gusto o interés según considere que dicha tarea le aporta a su formación personal o profesional. Estos niveles de utilidad, importancia, interés o gusto por las temáticas que se abordaron en la asignatura tuvo un incremento significativo entre el Pre-Test y Post-Test. La prueba de Wilcoxon encontró que es suficientemente improbable que las variaciones expuestas en esta sub-escala se deban a factores de azar.

En el Pre-Test el 100 % de las respuestas brindadas por los estudiantes fueron valoraciones positivas. Todas las respuestas se ubicaron en las opciones Likert donde los estudiantes se sentían de ligera

Tabla 5-3.: Valores estadísticos del grupo experimental - Ingeniería de Sistemas

Sub-escala motivacional	Test	Promedio	Diferencias	Desviación estándar	p-valor Wilcoxon
1 - Valoración de la tarea	Pre-Test	6.29	0.37	0.72	0.027 *
	Post-Test	6.66		0.41	
2 - Orientación hacia metas intrínsecas	Pre-Test	5.76	-0.08	0.72	0.697
	Post-Test	5.68		0.65	
3 - Orientación hacia metas extrínsecas	Pre-Test	5.11	0.20	1.42	0.549
	Post-Test	5.31		1.35	
4 - Expectativas de autoeficacia en el aprendizaje	Pre-Test	5.79	0.12	1.00	0.620
	Post-Test	5.91		0.84	
5 - Expectativas de autoeficacia en el rendimiento	Pre-Test	5.98	0.23	1.09	0.330
	Post-Test	6.21		0.70	
6 - Creencias sobre control del aprendizaje	Pre-Test	5.97	0.08	0.85	0.411
	Post-Test	6.05		0.95	
7 - Ansiedad en los procesos de evaluación	Pre-Test	3.96	0.42	1.00	0.356
	Post-Test	4.38		1.56	

* p-valor < 0.05: Resultado estadísticamente significativo.

a completamente identificados. El 58.82 % de las valoraciones consideraban que las afirmaciones relacionadas los describía totalmente, el 23.53 % se sentían identificados con los enunciados propuestos y el 17.65 % se sentían ligeramente descritos con las afirmaciones presentadas. Esta sub-escala tuvo un promedio de 6.29 en la medición del Pre-Test. La desviación estándar de los datos fue de 0.72, indicando que las respuestas presentaban una baja dispersión, donde la mayor cantidad de valoraciones se ubicaron en el rango de 6.5 a 7.0.

En el Post-Test se evidenció que hubo incremento en las valoraciones realizadas por los estudiantes. En este caso el 100 % de las respuestas se ubicaron en las dos opciones Likert más positivas. Los estudiantes generalmente se sentían identificados o completamente identificados con las afirmaciones presentadas por el cuestionario. Incluso se evidencia que el 76.47 % de las valoraciones se identificaron con sentirse totalmente descritos con las sentencias relacionadas en esta sub-escala motivacional. En la segunda medición esta sub-escala tuvo un promedio de 6.66, incrementando en 0.37 a las valoraciones obtenidas en el Pre-Test. La desviación estándar de los datos en esta medición fue de 0.41 señalando que presentan una baja dispersión. Los datos analizados presentan una asimetría negativa, donde la mayoría de valoraciones se ubican en el rango de 6.9 a 7.0.

La prueba de Wilcoxon generó un p-valor de 0.027 lo cual permitió validar que existe una diferencia significativa entre el Pre-Test y Post-Test con relación a las valoraciones relacionadas con los niveles de importancia, utilidad, gusto o interés otorgados a las tareas o temáticas propuestas. Por tal razón en esta sub-escala fue posible rechazar la hipótesis nula, infiriendo que a medida que pasaba el tiempo los

estudiantes del grupo experimental donde se integró el ambiente gamificado, incrementaron la percepción que tenían con relación a la utilidad de poder aplicar lo aprendido en otras áreas, la importancia de apropiar los conceptos relacionados y la intensificación del gusto e interés por las temáticas abordadas.

Con relación a las demás sub-escalas motivacionales, no fue posible encontrar efectos significativos entre el Pre-Test y Post-Test. Los p-valores generados por la prueba de Wilkoxon indican que es probable que las variaciones relacionadas en las demás sub-escalas motivacionales se deban a efectos de azar.

5.2. Percepciones de los estudiantes

La encuesta de percepciones aplicada a los 17 participantes del grupo experimental de la Facultad de Ingeniería de Sistemas permitió obtener información relacionada con las opiniones y apreciaciones asociadas al uso de CodeGym y a la integración de la gamificación en la metodología de la clase. Esta encuesta se aplicó una semana después de la última intervención realizada con CodeGym. Inicialmente se realizó un preámbulo donde se les indicaba a los estudiantes la importancia de la sinceridad con la que contestaran las preguntas, además de la nula relación de las respuestas brindadas con las calificaciones de la asignatura. Se hizo énfasis en la importancia que tenía brindar información clara en las respuestas abiertas y se procedió a la aplicación de la encuesta.

El análisis de los datos recolectados por medio de las preguntas de respuesta abierta, se llevó a cabo por medio de la técnica de codificación abierta descrita en la Sección 4.6.2. En este proceso de codificación se analizaban cada una de las respuestas obtenidas y se agrupaban de acuerdo a su propósito o intención en indicadores. Estos indicadores a su vez, se agrupaban en conceptos de acuerdo a la afinidad y relación que presentaban entre ellos. Finalmente, se construyeron categorías con los conceptos identificados que permitieron establecer una concepción general de acuerdo a la pretensión de cada concepto. Cabe resaltar que algunas respuestas agrupaban fragmentos que hacían parte de varios indicadores, debido a que era común que el estudiante mencionara distintos aspectos en una misma respuesta.

Este proceso de descomponer, comparar, conceptualizar y categorizar los datos se realizó con el acompañamiento y contribución del director y codirector de tesis. En varios encuentros se llevó a cabo la definición y refinamiento del proceso de revisión y codificación propuesto.

El análisis cualitativo de los datos recolectados permitió identificar categorías, conceptos e indicadores que favorecieron la comprensión y sustento de los resultados cuantitativos hallados. El proceso de codificación posibilitó la identificación de dos categorías macro, resultado de la organización y clasificación de las respuestas abiertas brindadas por los estudiantes. Estas categorías se relacionaron con: motivación y gamificación.

5.2.1. Categoría: Motivación

La primera categoría identificada se relacionó con el concepto de **Motivación** en el aprendizaje. Esta categoría emergió de aquellas respuestas que se vincularon directamente con los constructos relacionados a cada una de las sub-escalas asociadas al concepto de motivación. En la Figura 5-7 se presenta un diagrama con la organización de las respuestas en la categoría relacionada con la motivación por aprender.

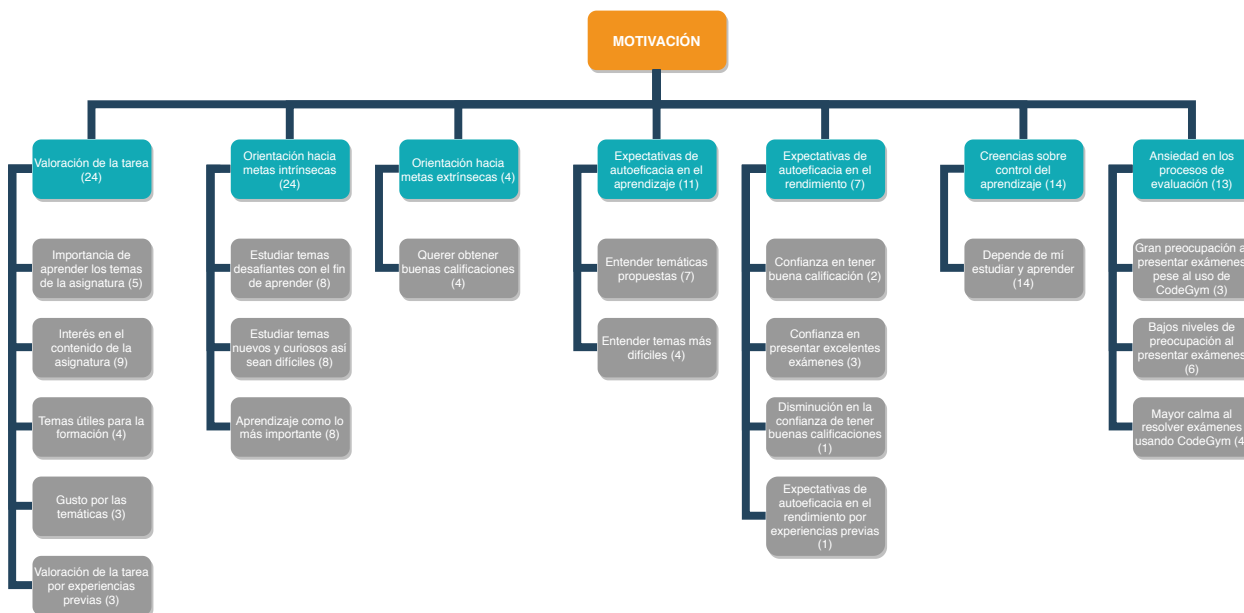


Figura 5-7.: Categoría de Motivación - resultado del análisis cualitativo

En esta categoría se lograron identificar conceptos vinculados a las 7 sub-escalas evaluadas por el MSLQ-Colombia. Uno de los conceptos que más indicadores tuvo fue el relacionado con **valoración de la tarea**. Cabe resaltar que esta sub-escala motivacional fue la única que tuvo diferencia significativa en el grupo experimental. Los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, donde se integró el ambiente gamificado, evidenciaron incrementos significativos en las valoraciones relacionadas con la importancia, utilidad, interés y gusto por las temáticas y trabajos relacionados en la asignatura.

En el concepto relacionado con **valoración de la tarea** se vincularon el 24.7 % de las respuestas. En esta categoría se apropiaron 5 indicadores relacionados con las temáticas asociadas a esta sub-escala motivacional. En el primer indicador se agruparon 5 respuestas relacionadas con la **importancia de aprender los temas de la asignatura**. En este indicador los estudiantes hacían mención al valor y la trascendencia que tenía adquirir conocimientos relacionados con programación de computadores, y el

papel fundamental que cumplió CodeGym en este proceso. En este indicador se encuentran respuestas de las percepciones de los estudiantes tales como los ejemplos textuales que se citan a continuación: “...gracias a CodeGym aprendí temas que me llamaban la atención y la importancia de estos”, “...CodeGym me hizo ver la importancia de las temáticas y aumentó algo mi gusto por las mismas”, “...porque gracias a CodeGym adquirí conocimientos importantes para seguir con el camino de la programación”, entre otras.

El segundo indicador relacionado con el concepto de **valoración de la tarea** agrupó las respuestas orientadas al **interés en el contenido de la asignatura**. Los estudiantes asociaron aspectos vinculados a cómo la clase y el uso de la herramienta ayudaron a intensificar la atracción, curiosidad e interés en los temas relacionados. En este indicador se agruparon 9 respuestas entre las que se encuentran ejemplos textuales como: “Estoy totalmente de acuerdo, en Codegym habían ejercicios de programación, donde el nivel era muy alto, y hacen despertar interés en desarrollarlos”, “Si porque viendo en la página de Codegym me mostraron temas que no había visto en las clases y el cual por mi cuenta comencé a buscar por todos lados...”, “Ya que alguno de los ejercicios eran complicados y esto despertó mi interés”, entre otros.

En el tercer indicador del concepto relacionado con **valoración de la tarea** se agruparon las respuestas orientadas a **temas útiles para la formación** de los estudiantes. En este indicador se congregaron 4 respuestas que hacían referencia al reconocimiento de la utilidad que tienen las temáticas y conocimientos adquiridos en el proceso de aprendizaje y aplicación de los mismos en un futuro. A continuación se citan textualmente algunos ejemplos de las respuestas obtenidas: “El uso de CodeGym fue una importante plataforma en la adquisición de nuevos conocimientos logrados de manera recreativa, esta aspecto me ayudo muchísimo aprendiendo o reforzando conceptos de Java que me servirán de base cuando aprenda nuevos lenguajes de programación. Es muy importante la apropiación de los conceptos mas fundamentales de la programación”, “Porque programación brinda muchas oportunidades, se aprenden muchas cosas, todo el mundo debería saber programar” y “Usando la herramienta de CodeGym me di cuenta de que mediante los lenguajes de programación se puede hacer cosas impresionantes comenzando desde el análisis de pequeños datos a la manipulación de grandes cantidades de información”.

Otro indicador que se logró obtener gracias al análisis de las respuestas brindadas, se relacionó con el **gusto por las temáticas**. Este indicador vinculado con el concepto de **valoración de la tarea**, agrupó 3 respuestas en las que se asociaron aspectos ligados al gusto y ganas de aprender los conceptos de la asignatura de programación de computadores. Entre las respuestas brindadas por los estudiantes se encuentran los ejemplos textuales citados a continuación: “...CodeGym me aumentó las ganas de aprender el lenguaje de programación en JAVA con los ejercicios propuestos mejore mi conocimiento en esta asignatura”, “Porque aunque la herramienta fomenta el aprendizaje por programar el gusto por las temáticas de la materia desde antes me parecían muy interesantes sin embargo la herramienta si reforzó ese gusto” y “...CodeGym me hizo ver la importancia de las temáticas y aumentó algo mi gusto por las mismas (El cual de por si ya es alto)...”.

Finalmente, 3 de las opiniones se relacionaron con la **valoración de la tarea por experiencias previas**, donde los estudiantes percibían que esa valoración hacia las tareas o temáticas propuestas se dio por

experiencias previas o eventos ajenos al uso del ambiente gamificado. Algunos ejemplos textuales de las respuestas brindadas fueron: *“Porque mis deseos auténticos por aprender a programar los ha generado una serie de eventos del cual el sitio web de CodeGym no ha influenciado mucho”, “Desde antes ya tenía intenciones de aprender a programar, porque me gustaba como era el manejo de html en clases de bachillerato”* y *“Porque con o sin uso de esta aplicación, el descubrimiento de mi gusto por dichas temáticas ya se había hecho”*.

En general, las respuestas analizadas hasta este punto, con respecto al concepto de **valoración de la tarea**, evidenciaron la influencia que tuvo el ambiente gamificado de CodeGym en las percepciones relacionadas con los niveles de importancia, utilidad, gusto e interés que le atribuyeron los estudiantes a las tareas o temáticas propuestas en la asignatura de programación de computadores.

El segundo concepto relacionado con **Motivación** en el aprendizaje se vinculó con la sub-escala de **orientación hacia metas intrínsecas**. Para el 24.7 % de las opiniones el objetivo principal del proceso formativo fue aprender, sin importar que tan desafiantes o difíciles fueran las temáticas expuestas. Dentro de las respuestas recopiladas en este concepto, 8 hacen referencia a que **estudiar temas desafiantes con el fin de aprender** era el objetivo principal de su formación. En este indicador se agruparon respuestas relacionadas con el interés que generaba en el estudiante resolver problemas desafiantes y de este modo adquirir nuevos conocimientos. Algunos ejemplos textuales de las respuestas obtenidas fueron: *“...los ejercicios me plantearon problemas que no pensé que tendría, y despertaron verdaderos deseos de aprender su código y como completarlo, además de terminar con mis dificultades”, “Me encontré con algunos desafíos que pusieron a prueba sobre todo mi capacidad lógica, la satisfacción de poder completarlos adecuadamente me impulsó no solo a indagar mas sobre Java sino también otros lenguajes alternativos como Python”, “...La herramienta te plantea ejercicios difíciles que me motivaron a investigar el uso de las distintas funciones para aplicarlas en las clases con intelliJ IDEA ”*, entre otros.

Otro indicador característico de la **orientación hacia metas intrínsecas** fue el relacionado con **estudiar temas nuevos y curiosos así sean difíciles**. En este indicador 8 de las percepciones de los estudiantes hicieron mención al interés de comprender y poder hallar soluciones a situaciones curiosas y novedosas sin importar que tan desafiantes podrían ser. A continuación se presentan algunos ejemplos textuales de las respuestas brindadas: *“Cuando llega un ejercicio difícil me incita a investigar y descubrir lógicas para la resolución del problema planteado.”*, *“...surgían situaciones bastante desafiantes, que en ocasiones traían confusión, pero con la correcta investigación se podía llegar a la solución de los problemas”, “Ya que alguno de los ejercicios eran complicados y esto despertó mi interes”*, entre otros.

Finalmente, las 8 opiniones restantes agrupadas en este concepto percibieron el **aprendizaje como lo más importante** o como la principal motivación dentro de su proceso formativo. En este indicador se agruparon respuestas como las que se citan a continuación: *“...mi meta mas importante no es obtener buenas calificaciones, es aprender, y CodeGym me ha ayudado con eso en varias maneras”, “Pues casi no lo hacía por la nota si no para tener nuevos conocimientos.”*, *“...mi meta era adquirir nuevos conocimientos y aprender a programar”*, entre otras.

Por otro lado, un concepto en el que se agrupó el 14.4 % de las percepciones está relacionado con las **creencias sobre el control del aprendizaje**. Los estudiantes relacionaron 14 respuestas donde evidenciaban que **dependía de si mismos estudiar y aprender**. Los estudiantes percibieron que el aprendizaje dependía claramente del esfuerzo individual y tiempo de dedicación en las tareas y actividades propias del área. Caben resaltar ejemplos textuales de las percepciones agrupadas en este indicador, tales como: “...Codegym es una ayuda que sirve mucho para entender los temas de programación, sin embargo, todo depende del tiempo y esfuerzo que el estudiante le meta.”, “...Para entender cualquier temática se requiere de bastante esfuerzo. Si no pusieramos de nuestra parte, seríamos bastante mediocres y no obtendríamos los conocimientos necesarios”, “...uno debe estar constantemente haciendo ejercicios, leyendo o buscando en otras paginas para no quedarse corto de temas”, entre otros.

Asimismo el 13.4 % de las respuestas hacían referencia al concepto de **ansiedad en los procesos de evaluación**. De las percepciones recopiladas 3 hacían alusión a la **gran preocupación al presentar exámenes pese al uso de CodeGym**. En estas respuestas fue evidente percibir que los estudiantes sentían intranquilidad y nerviosismo al enfrentarse con procesos evaluativos, algunos estudiantes expresaron textualmente: “...Aún con Codegym, en los parciales tiendo a preocuparme bastante cuando me encuentro con un problema desafiante, lo cual genera muchas veces que me bloquee, y a su vez termine rindiéndome al momento de desarrollar la prueba”, “...Siempre he sentido ansiedad y preocupación en los parciales, debido a su nivel de importancia”. En contraste, 4 de las opiniones percibieron una **mayor calma al resolver exámenes usando CodeGym**. Esto se alude a una mayor confianza adquirida mediante la realización de los ejercicios prácticos propuestos por CodeGym, de modo que se obtiene un mayor dominio del tema y por consiguiente mejores resultados en los procesos evaluativos. En este indicador se encuentran respuestas como las que se citan literalmente a continuación: “...Sí, se relacionan. Entre más dominio de una temática, menor será la ansiedad o preocupación experimentada al momento de presentar un parcial”, “...La verdad si por que uno aprende a tener más confianza haciendo los ejercicios en clase”, entre otros. Por último, 6 de las percepciones relacionaron que normalmente presentaban **bajos niveles de preocupación al presentar exámenes**, CodeGym no influyó positiva ni negativamente en los sentimientos de zozobra o intranquilidad al enfrentarse a procesos evaluativos. En este indicador se obtuvieron respuestas como: “...No, porque nunca tengo ansiedad y pues si me va mal creo que será porque no estudie lo suficiente para el examen”, “...no me considero muy nervioso al presentar exámenes en programación por lo que no considero que Codegym me haya ayudado a eso pero si siento que ayudo a resolver los exámenes de una mejor manera de la que posiblemente lo haría”, “...Pienso que el desarrollo de los desafíos de CodeGym no influyo en mayor medida en mis niveles de preocupación y ansiedad”, entre otros.

Las **expectativas de autoeficacia en el aprendizaje** fue otro concepto al que se refirieron los estudiantes. El 11.3 % de las opiniones se relacionaron con el incremento de la sensación de confianza al adquirir nuevos aprendizajes y seguridad en la capacidad de entendimiento de las temáticas propuestas. En la mayoría de las opiniones se asociaban percepciones relacionadas con incrementos en la seguridad de haber podido **entender temáticas propuestas** debido a la práctica constante brindada por CodeGym,

haciendo que de cierta forma su confianza relacionada con la comprensión de temáticas incrementara. Algunos ejemplos de las respuestas categorizadas en este indicador, se citan textualmente a continuación: “El desarrollo de los ejercicios de CodeGym aumento mi confianza en la comprensión de grandes temáticas como la POO, en cuanto a las demás temáticas me sirvió como un fuerte apoyo ante estas”, “Codegym aumentó mi confianza y facilidad en el aprendizaje...”, “Aunque tengo plena confianza en mi capacidad de entender hasta los temas mas difíciles, el desarrollo de los ejercicios mas complicados de CodeGym aumentaron dicha confianza”, entre otros. Así mismo, se logró identificar otro indicador en el que se agruparon 4 de las respuestas orientadas a la confianza en **entender temas más difíciles**. Estas percepciones se relacionaban con el incremento de confianza que presentaban los estudiantes al enfrentarse a situaciones de alta dificultad, debido a que CodeGym a través de sus ejercicios prácticos les facilitó la comprensión de las temáticas relacionadas. Algunos comentarios asociados fueron: “...Codegym fue una herramienta bastante importante, porque surgían grandes desafíos al momento de desarrollar un ejercicio. Considero que Codegym tuvo un impacto bastante positivo en la realización de este semestre”, “...En el nivel 4 para arriba, habían conceptos difíciles de entender. Sin embargo al haber tantos ejercicios, los conceptos se vuelven fáciles de entender”, entre otros.

También, se logró identificar un concepto relacionado con las **expectativas de autoeficacia en el rendimiento**. Este concepto relaciona el 7.2 % de las opiniones asociadas a la confianza de tener éxito en el proceso evaluativo de la asignatura. Para 2 de las percepciones recopiladas en este concepto, CodeGym permitió incrementar los niveles de **confianza en tener buenas calificaciones**, los estudiantes a medida que practicaban en la herramienta, iban incrementando su seguridad así como lo manifiestan textualmente las siguientes respuestas: “...En este caso si, aumento mi confianza para tener mejores calificaciones. Por que me dio confianza en muchos temas, y eso hace que con cada ejercicio, se pudiera hacer sin ningún problema”, “...Por lo que uno practicaba y aprendía eso hacía que uno pudiera tener más oportunidad de mejores calificaciones”. Así mismo, se logró identificar un indicador relacionado con la **confianza en presentar excelentes exámenes**, donde 3 de las percepciones mencionaban la importancia que tuvo CodeGym en el incremento de confianza y seguridad al resolver los exámenes y parciales de la asignatura, debido a que con la práctica constante en la herramienta, se les facilitaba más desenvolverse y contestar acertadamente las actividades evaluativas. En este indicador se agruparon respuestas como los ejemplos textuales que se citan a continuación: “Codegym se volvió una herramienta útil, a la hora de desarrollar parciales finales. ¿Por qué?, por qué con cada uno de los ejercicios que cada uno desarrollaba de codegym, los temas se volvían cada vez más fáciles.”, “...si siento que ayudo a resolver los exámenes de una mejor manera de la que posiblemente lo haría”, “Pues en el momento de hacer trabajos o hasta parcial se me facilitó un poco”. Por el contrario, 1 opinión hizo mención a una posible **disminución en la confianza de tener buenas calificaciones** debido a que hubo dificultad al completar los ejercicios propuestos, generando bajos niveles de confianza para obtener un buen rendimiento académico. A continuación se cita textualmente la respuesta brindada: “...Sabía que me sería difícil terminar los ejercicios, y por eso no llegaría a tener una nota muy elevada, por lo que CodeGym hace lo opuesto a aumentar mi confianza con buenas notas”. Finalmente, 1 percepción hizo mención a las **expectativas de autoeficacia en el rendimiento por experiencias previas**, es decir, CodeGym no influyó en la obtención de esa seguridad al adquirir buenas calificaciones. Literalmente la respuesta se manifestó así: “Siempre he tenido la confianza de tener

buenas calificaciones, esa confianza no empezó con Codegym ni la aumento”.

Para finalizar la categoría de **motivación**, se relacionó un concepto al que poco se refirieron los estudiantes, y es el vinculado con la **orientación hacia metas extrínsecas**. En este indicador 4 de las opiniones vinculaban las percepciones orientadas a estudiar las temáticas de la asignatura con el objetivo de **querer obtener buenas calificaciones**. En este indicador se pueden mencionar textualmente las siguientes percepciones brindadas: *“porque me motivaba. a aprender mas y obtener buenas calificaciones”, “Este nuevo tema o nuevo ejercicio me llama mucho la atención por que era algo nuevo pero ya después como que ya no osea me empezó aburrir por que la Verdad No entendía nada y pues lo hacía solo por nota”*, entre otros.

5.2.2. Categoría: Gamificación

Por otro lado, el análisis cualitativo de las respuestas obtenidas con la encuesta de percepciones, permitió identificar otra categoría macro relacionada con el concepto de **Gamificación**. Esta categoría agrupa conceptos e indicadores donde se relacionan percepciones orientadas a la forma en la que se concibió la integración de la gamificación asistida por computador en la metodología de la clase. En la Figura 5-8 se presenta un diagrama con la organización de la categoría emergente relacionada con Gamificación.

El concepto al que más hicieron referencia los estudiantes se relacionó con la asimilación de la **herramienta como complemento** a la clase tradicional, donde se agrupó el 52.9 % de las opiniones. Para 14 respuestas agrupadas en este concepto, CodeGym fue un importante complemento **para reforzar** el conocimiento adquirido y afianzar los conceptos presentados en las explicaciones orales por parte del docente. Algunos ejemplos textuales de las respuestas fueron: *“Me ayudó a reforzar algunos temas que no entendía muy bien”, “Esta herramienta fue útil ya que con ella reforcé los conocimientos aprendidos en clase”, “CodeGym me ayudó a reforzar algunos de los conceptos fundamentales de programación que a veces saltan a la vista, algo que sin duda contribuyó a la mejora de nuevas estrategias utilizadas en los ejercicios de la materia”*, entre otros. Así mismo, 9 de las percepciones relacionaban que CodeGym fue un buen complemento para **retroalimentar** las actividades vistas en clase. En este indicador se agruparon las respuestas que vinculaban que gracias al uso del ambiente gamificado fue posible aclarar dudas y validar el correcto desarrollo de las actividades prácticas propuestas, apropiando de inmediato la realimentación brindada por CodeGym. Algunas respuestas obtenidas fueron: *“...Codegym al menos para mi me sirvió como una retroalimentación por si quedaba con alguna duda de la clase”, “Porque con la herramienta de Codegym pude reforzar aun mas el conocimiento que tengo en el tema de programación, también me ayudaba a llenar o retroalimentar mis clases”, “si ya que había ejercicios que supe realizar asociándolo con un problema ya resuelto en codegym”, “Si ya que la herramienta a uno lo califica y le dice en que está fallando”*, entre otras. Finalmente, dentro del concepto de **herramienta como complemento** se pudo identificar un indicador relacionado con integrar CodeGym dentro de la metodología de la clase **para aprender**. En este indicador se relacionó 31 opiniones que mencionaron el apoyo que CodeGym brindaba en el

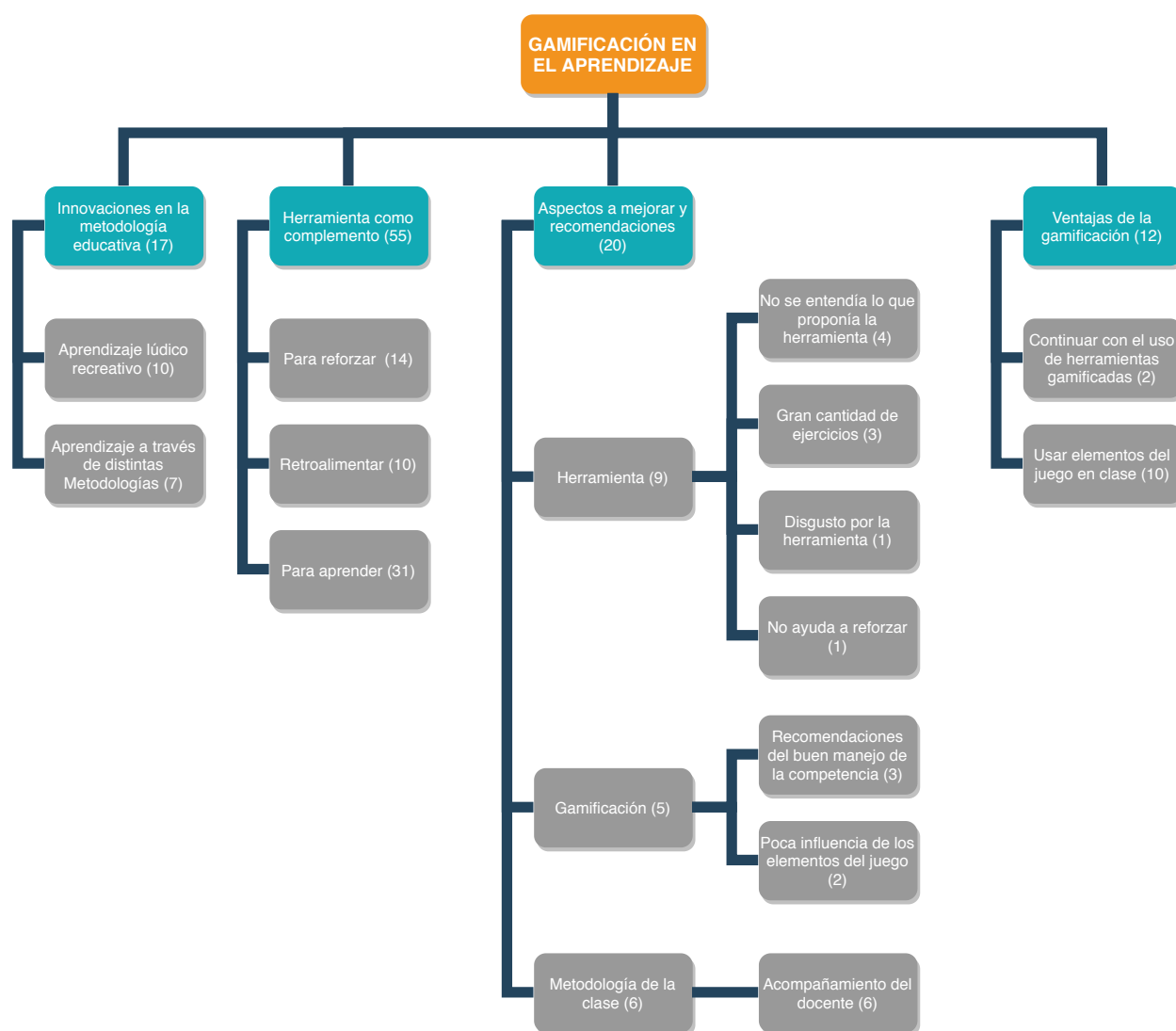


Figura 5-8.: Categoría de Gamificación - resultado del análisis cualitativo

aprendizaje de conceptos relacionados con la asignatura, resaltaron que debido a la práctica constante era posible aprender de una forma más fácil las temáticas relacionadas con la programación de computadores. A continuación se citan de forma textual algunas percepciones obtenidas: “...Con Codegym sucede algo similar, lo considero como una herramienta que complementa el aprendizaje”, “es una muy buena herramienta que depende de el estudiante y su motivación ya que aunque para mi es un buen complemento para mejorar el aprendizaje para otros puede ser solo mas trabajo en la asignatura”, “Es una herramienta útil y muy bien estructurada para aprender nuevos conceptos...”, “Es una buena plataforma ya que ayuda a mejorar Y aprender sobre los conocimientos de esa materia”, entre otras.

Por otro lado, el 16.3 % de las percepciones de los estudiantes se relacionaron con concebir la gamificación como **innovaciones en la metodología educativa**. Para 10 de las opiniones obtenidas fue

destacable el uso de CodeGym debido a que brindó la posibilidad de obtener un **aprendizaje lúdico recreativo** en la adquisición de nuevos conocimientos, haciendo que las clases no fuesen un proceso monótono, sino que por el contrario se percibiera como una buena iniciativa, dinámica y entretenida a través de la integración de elementos del juego en clase. A continuación se citan algunas respuestas categorizadas en este indicador: *“Es una buena iniciativa, hace que las clases no sean monótonas. Sin embargo, se debería implementar el uso de más herramientas como ésta. Entre más hayan, más interés despertarán en los estudiantes”, “Porque como mucha gente recalca, es un como un juego. Es un buen complemento a las típicas clases de programación que dictan las universidades; es dinámico y entretenido, trata de enseñar las temática de una forma más sencilla”, “Me pareció una muy buena herramienta ya que ayuda a entender bien los temas que ellos aplican en la pagina y también muy divertida ya que uno aprende sobre programación básica en esta pagina y también le enseña todo estos métodos a través del juego”, “Muy buen uso de ellos, me gustan las herramientas didácticas, y por eso me encanta que se haya combinado todo ello con nuestra clase”, “Los juegos es una de las formas más didácticas de aprender, y al igual que la risa. Los juegos encienden el cerebro, ya que al traer puntos, recompensas y una tabla en donde compite con personas por ver quién es el mejor, motiva a seguir jugando. ”*, entre otras. Adicionalmente, los estudiantes hacían mención a la importancia del **aprendizaje a través de distintas metodologías** permitiendo conectar e incrementar el interés por asimilar distintas temáticas debido al uso de diversas actividades y formas de impartir los conceptos y temáticas relacionadas al área. Este indicador agrupó 7 percepciones, a continuación se presentan textualmente algunas de las respuestas obtenidas: *“Creo que es bastante útil, ya que en cualquier momento se puede acceder a Codegym y permite que aprendamos las temáticas de diferentes maneras, así como aprender sobre nuevos temas bastante interesantes, que en ocasiones no se ven en la materia”, “si ya que puedes intentar resolver los problemas con respecto a java de distintas maneras por ejemplo tienes una forma de resolver un ejercicio con muchas funciones o puedes intentar usar otras funciones para entender como funcionan”,* entre otras.

Otro concepto que se logró identificar estuvo relacionado con el 11.5 % de las opiniones asociadas a las **ventajas de la gamificación** apreciadas por los estudiantes durante las clases en las que se usó el ambiente gamificado de CodeGym. En este concepto se identificó un indicador al que 10 de las respuestas hicieron mención, refiriéndose a la buena aceptación que tuvo **usar elementos del juego en clase** debido a que generó en los estudiantes interés e incentivo durante el proceso de aprendizaje. En este indicador se encuentran opiniones textuales como las que se mencionan a continuación: *“Es un poco motivante el hecho de conseguir logros e insignias, pues anima a seguir aprendiendo por medio de este método”, “Me parece buena, es algo innovador. Porque, es evidente que todavía hay algunas universidades en Colombia que siguen las metodologías clásicas de enseñanza, lo que conlleva al aburrimiento del estudiante”, “Pues es muy bueno ya que esto es un incentivo para seguir seguir haciendo las actividades”, “Es buena ya que también dan ganas de subir de puntos y obtener más recompensas”,* entre otras. Adicionalmente, dentro de las **ventajas de la gamificación** se hizo mención al interés en **continuar con el uso de herramientas gamificadas** incluso en semestres posteriores, debido a la buena aceptación que tuvo CodeGym. Algunas opiniones se citan textualmente a continuación: *“En términos generales, codegym es una gran herramienta, y se debería seguir usando, no sólo en primer semestre, si no en semestres posteriores, ya que*

teniendo en cuenta de que hay 40 niveles, hay muchos temas de los cuales se ven en otros semestres y nos puede ayudar a reforzar esos conocimientos”, “Es una buena iniciativa, hace que las clases no sean monótonas. Sin embargo, se debería implementar el uso de más herramientas como ésta. Entre más hayan, más interés despertarán en los estudiantes”.

Finalmente, el 19.2 % de las opiniones se relacionaron con los **aspectos a mejorar y recomendaciones** asociadas con la integración de elementos del juego en clase. Dentro de las percepciones se vincularon 9 sugerencias relacionadas con la **herramienta** donde se aludió que CodeGym no influyó de gran manera en el proceso de aprendizaje, se hizo mención a la gran cantidad de ejercicios propuestos y a la acumulación de los mismos con las prácticas de la clase. A continuación se citan de forma textual algunas opiniones relacionadas: “Es una herramienta útil y muy bien estructurada para aprender nuevos conceptos, opino que el problema es la acumulación de ejercicios junto con los principales de la clase”, “...la cantidad de trabajos en niveles superiores y el proceso para entregarlos me hizo difícil realizarlos, ya que sabía que no terminaría pronto con ellos”, “No, ya que solo muy pocas veces me ayudo a reforzar los temas que ya habíamos visto”, entre otros. Además, dentro de estos **aspectos a mejorar y recomendaciones** los estudiantes se refirieron a sugerencias relacionadas con la **gamificación**, donde 5 de las respuestas recomendaron tener en cuenta una sana competencia y en algunos casos expresaron su posición neutral frente al uso de elementos del juego en clase. A continuación se menciona de forma textual algunas respuestas: “es una muy buena motivación el competir y sentir que se avanza mucho dentro de un grupo sin olvidar que esa debe ser una sana competencia y que el avance sea real y no solo sentirse superior”, “La verdad es una idea tanto buena como mala, buena por que hace que uno quiera competir con los demás y también se crea ese sentimiento de que lo esta haciendo bien. Y es una idea mala por que algunos estudiantes no podrán avanzar tan rápido como otros y esto crearía un sentimiento de molestia hacia la materia o dependiendo de la persona crea un sentimiento de querer desafiarse a si mismo y lograr alcanzar a los demás”, “Los puntos, logros, niveles y recompensas no eran un factor que afectara realmente mi interés de una manera significativa, pero a otras personas puede gustarle y tomarlo como un reto, cosa que los puede impulsar mas que a mi”, entre otras. Cabe resaltar que 6 de las opiniones se relacionaron con sugerencias vinculadas a la **metodología de la clase**, donde se destacó que el acompañamiento de los docentes sigue siendo un papel fundamental durante el proceso de aprendizaje de la programación de computadores. Algunas respuestas se relacionan textualmente a continuación: “Es una herramienta excelente para el aprendizaje y la motivación, pero aun así, sigue siendo mas fundamental la compañía del profesor a la hora de aprender los temas”, “Porque también influyo bastante las explicaciones del profesor, no solo el sitio web CodeGym”, entre otras.

La encuesta de percepciones disponía de dos preguntas con respuesta múltiple, donde se indagaba acerca de los elementos integrados en CodeGym que más gusto generó en los estudiantes y las razones que los impulsaban a avanzar en el desarrollo de los niveles y lecciones propuestos por el ambiente gamificado. El 70.6 % de las respuestas evidenciaron que a los estudiantes les atrajo en gran medida el foro de ayuda de la comunidad donde podían presentar sus dudas e inquietudes, el desarrollo de contenido temático por niveles y la retroalimentación inmediata que generaba el ambiente gamificado al culminar los ejercicios prácticos. Para el 58.8 % el elemento relacionado con la explicación de los

temas en forma de historia fue llamativo e interesante al desarrollar las lecciones propuestas y el 52.9% relacionó que les gustó que la herramienta les permitiera practicar muchas veces lo aprendido y poder evaluar la respuesta automáticamente y en tiempo real.

Por último, las respuestas relacionadas con las razones que impulsaban a los estudiantes a avanzar en el desarrollo de los niveles y lecciones propuestas en CodeGym permitió evidenciar que para el 76.5% era fundamental poder complementar las temáticas vistas en clase, mientras que para el 58.8% de los estudiantes CodeGym los impulsaba a aprender nuevas temáticas antes de verlas en clase, provocando sentimientos desafiantes que generaban ganas de continuar.

6. Discusión de resultados

El diseño del estudio propuesto, a través de los resultados cuantitativos obtenidos con el MSLQ-Colombia y los datos cualitativos extraídos con la encuesta de percepciones, permitió dar respuesta a la pregunta de investigación planteada en este trabajo: ¿Cuál es el efecto de un ambiente de aprendizaje gamificado asistido por computador en la motivación de los estudiantes de programación de computadores?

Los resultados obtenidos permitieron evidenciar que la integración de la gamificación asistida por computador, tuvo un efecto cuantitativamente significativo en la sub-escala motivacional relacionada con valoración de la tarea. Los estudiantes atribuyeron más altos niveles de importancia, utilidad, gusto o interés a las temáticas relacionadas con la asignatura, gracias al uso de CodeGym dentro de la metodología de la clase. Adicionalmente los participantes percibieron incremento en la adopción de auténticos deseos por aprender, además de mayores expectativas de autoeficacia en el aprendizaje debido al desarrollo de ejercicios prácticos desafiantes propuestos por la herramienta.

En términos generales, los resultados cuantitativos obtenidos durante el Pre-test evidenciaron que los estudiantes que participaron en esta intervención presentaban altos índices de motivación. En su mayor parte, tanto los grupos de control como el grupo experimental evidenciaban sentirse de ligera a completamente identificados con las afirmaciones propuestas por el cuestionario con respecto a los diferentes aspectos motivacionales.

La información relacionada en el Post-test evidenció que en el grupo de control perteneciente a la Facultad de Ingeniería Industrial, hubo una disminución significativa en las valoraciones realizadas a la sub-escala motivacional relacionada con la orientación hacia metas extrínsecas o factores externos al hecho de aprender. Esto permitió inferir que a medida que pasaba el tiempo los estudiantes perdían interés en aspectos distintos al querer aprender, como por ejemplo, las recompensas, calificaciones, obtención de becas, reconocimiento social, entre otros.

Por otro lado, en el grupo experimental perteneciente a la Facultad de Ingeniería de Sistemas, donde el ambiente gamificado de CodeGym se integró en la metodología de la clase durante las 8 semanas de intervención, se evidenció que hubo un incremento positivo con significancia estadística en aspectos relacionados con la valoración de la tarea. En el Post-test los estudiantes del grupo experimental atribuyeron más altos niveles de importancia, utilidad, interés o gusto a las tareas propuestas o temáticas abordadas, considerando el aporte que representaban en su formación personal o profesional.

Los datos cualitativos recolectados con la encuesta de percepciones, aplicada únicamente al grupo experimental, permitieron evidenciar que la mayoría de estudiantes le atribuían a CodeGym un rol fundamental en el incremento de las valoraciones relacionadas con la importancia de aprender las temáticas asociadas a la asignatura. Generalmente los estudiantes relacionaban un incremento en el interés por el contenido propuesto, debido a la forma en la que el ambiente gamificado presentaba las temáticas asociadas. Los participantes percibieron que CodeGym les permitió asimilar la utilidad y aplicabilidad de las temáticas en otras áreas e incluso incrementó el gusto por la asignatura.

En las opiniones recolectadas se evidenció que los estudiantes fueron conscientes de la influencia que CodeGym generó en los niveles de valoración de la tarea, soportando y validando la diferencia significativa hallada con los datos cuantitativos. Para los participantes fue interesante y atractivo el desarrollo de ejercicios desafiantes, el aprendizaje de temáticas que en ocasiones no se veían en clase, y la práctica constante que permitía afianzar el aprendizaje adquirido. Es interesante como CodeGym se convirtió en un complemento clave por el cual los estudiantes pudieron ver la importancia de aprender las temáticas propuestas en la asignatura, además de incrementar la curiosidad e interés hacia las mismas. CodeGym despertaba en los estudiantes un sentimiento de querer investigar y aprender, generando mayor dedicación y atracción al contenido de la asignatura.

Adicionalmente, la información cualitativa permitió descubrir que los estudiantes percibieron un efecto positivo en el constructo motivacional relacionado con orientación hacia metas intrínsecas. A pesar de no haber encontrado un efecto estadísticamente significativo con la información cuantitativa de esta sub-escala motivacional, los participantes por medio de las opiniones expresaron el efecto que CodeGym generó en la adquisición de verdaderos deseos de aprender, e hicieron alusión al hecho de aprender como el propósito fundamental de su proceso formativo. El ambiente gamificado los motivaba a adquirir nuevos conocimientos y los retaba a resolver ejercicios desafiantes que incrementaban el interés en investigar y estudiar nuevas temáticas así fueran difíciles. En el estudio realizado por Ortiz et al. (2017), donde se integró un ambiente gamificado y se analizó el efecto generado en aspectos motivacionales como la autoeficacia y motivación intrínseca haciendo uso de instrumentos válidos estadísticamente, coincide con este estudio en no reportar efectos significativos en la sub-escala motivacional relacionada con motivación intrínseca. No obstante, pese al hecho de concordar en no hallar efectos cuantitativamente significativos, ambos trabajos coinciden en encontrar de forma cualitativa un alto número de opiniones relacionadas con el incremento en la sub-escala motivacional asociada con la orientación hacia metas intrínsecas.

Los resultados cualitativos relacionados con propósitos orientados a verdaderos deseos de aprender, van encaminados en la misma vía que los reportados en la investigación de Facey-Shaw et al. (2019), quienes realizaron un estudio basado en la implementación del elemento insignias y encontraron que dicho elemento fue considerado motivador, útil y un buen incentivo para incrementar el aspecto motivacional intrínseco de los estudiantes. Sin embargo, tal y como lo citan algunos estudios hallados

en la revisión de literatura realizada por Prieto Andreu (2020), se necesita una investigación empírica más sustancial para determinar si los estudiantes pueden verse influenciados en la apropiación de verdaderos deseos de aprender debido al uso de la gamificación.

Por otra parte, con la encuesta de percepciones se logró identificar que los estudiantes en su mayoría eran conscientes que el aprendizaje dependía del esfuerzo y dedicación individual. A partir de estos resultados, fue evidente que gran parte de las opiniones recolectadas se relacionaban con la convicción de que el aprendizaje dependía únicamente del empeño y voluntad propia. No obstante, esta sub-escala motivacional relacionada con creencias sobre el control del aprendizaje, no tuvo cuantitativamente un efecto significativo. Cabe aclarar que en estas opiniones no se vinculó el uso del ambiente gamificado de CodeGym como el influyente directo en las percepciones asociadas.

En cuanto a la sub-escala motivacional relacionada con ansiedad en los procesos de evaluación, los estudiantes presentaban distintos puntos de vista a partir de los resultados cualitativos. Por un lado, algunos estudiantes le atribuían a CodeGym el generar mayor calma al resolver los exámenes e indicaron que normalmente presentaban bajos índices de preocupación en los distintos procesos evaluativos. Por otro lado, había estudiantes que seguían presentando altos niveles de ansiedad al presentar exámenes pese al uso de CodeGym. Esta situación es coherente con algunos estudios reportados en la revisión de literatura de Johnson et al. (2016) donde se indica que la gamificación puede tener efectos positivos en el estrés y ansiedad de los participantes; sin embargo, se enfatiza en que no es claro en qué medida los elementos gamificados encajan en contextos de ansiedad en procesos evaluativos.

Otro concepto que tuvo relevancia en las percepciones relacionadas por los estudiantes se vinculó con las expectativas de autoeficacia en el aprendizaje. A pesar de no encontrar cuantitativamente un efecto significativo, gran parte de las opiniones hicieron mención al efecto que CodeGym generó en el incremento de niveles de confianza para lograr comprender las temáticas expuestas en la asignatura así fueran difíciles. Los estudiantes expresaron que a medida que desarrollaban ejercicios desafiantes propuestos por la herramienta, incrementaba su seguridad y confianza al enfrentarse a nuevas actividades prácticas. El estudio de Polo-Peña et al. (2020) cita un punto de vista similar en donde se relaciona que los resultados obtenidos exhiben que la experiencia de integrar un ambiente gamificado influye positivamente en la autoeficacia percibida por los participantes.

Con relación a algunos trabajos relacionados, tales como (Hoshang et al., 2018; Zatarain Cabada et al., 2018; Diaz et al., 2019; Thongmak, 2017), no fue posible realizar una comparativa clara de los efectos reportados de la gamificación en la motivación de los estudiantes. La razón principal de esto se debe a que el concepto de motivación al que hicieron referencia los autores, no apropiaba los mismos constructos motivacionales descritos en esta investigación. Por el contrario, la motivación se adoptaba como un concepto generalizado, poco claro, y en algunas ocasiones, impreciso.

Por otro lado, el análisis cualitativo permitió identificar una categoría emergente relacionada con

la gamificación en el aprendizaje. La mayor parte de las respuestas agrupadas en esta categoría se relacionaron con la adopción de la herramienta gamificada como un complemento durante el proceso de aprendizaje. Para los estudiantes el uso de CodeGym les permitía retroalimentar lo visto en clase y reforzar las temáticas presentadas por medio de los ejercicios prácticos propuestos. El estudio de Agapito et al. (2018) obtuvo percepciones encaminadas en la misma vía, donde se encontró que por cada ejercicio práctico planteado en el ambiente gamificado, los participantes podían obtener una retroalimentación inmediata, permitiéndoles evidenciar si su respuesta fue correcta o incorrecta, generando en el estudiante mayor interés por resolver los ejercicios y mejorar sus puntajes.

Asimismo, la gamificación se adoptó como una metodología innovadora en el proceso formativo de los estudiantes. Se evidenció que gran parte de las opiniones apuntaban a la buena aceptación que tuvo la gamificación y al interés que generó integrar elementos del juego en clase. Para los estudiantes CodeGym les permitió percibir un proceso de aprendizaje lúdico y recreativo, influyendo positivamente en las actitudes percibidas y la intención de utilizar el ambiente gamificado, tal y como lo menciona Aguiar-Castillo et al. (2020). El uso de metodologías novedosas e innovadoras provee nuevas formas de interacción entre los docentes y los estudiantes, fomentando la participación activa de los distintos actores en el proceso de aprendizaje. Por último, cabe anotar que los demás conceptos identificados con el análisis cualitativo de la encuesta de percepciones no tuvieron una relevancia representativa en cuanto a la cantidad de opiniones o percepciones relacionadas.

La encuesta de percepciones aplicada al grupo experimental contaba con una pregunta de opción múltiple en la que se indagaba por los elementos que mayor interés generó en los estudiantes. Para el 70.6 % de las opiniones se evidenció que el desarrollo de contenido por niveles fue uno de los elementos que atrajo en gran medida a los participantes. Este hallazgo se vincula con algunas referencias citadas en el estudio de Prieto Andreu (2020) donde se identificaron investigaciones que evidenciaban el potencial de los sistemas de niveles en el incremento de la motivación e interés de los estudiantes a través del uso de la gamificación.

Los resultados de esta investigación aportan evidencia empírica relacionada al efecto que la gamificación asistida por computador genera en la motivación de los estudiantes de programación. Se evidenció que CodeGym tuvo un efecto cuantitativamente significativo en el incremento de las valoraciones relacionadas con la utilidad, importancia, gusto o interés en temáticas asociadas con la asignatura de Introducción a la Programación de Computadores. El escenario en el que se llevó a cabo la intervención generó evidencia estadísticamente comprobable del incremento representativo que generó CodeGym en las apreciaciones relacionadas con la sub-escala motivacional de valoración de la tarea, obtenidas a través del MSLQ-Colombia. Adicionalmente, fue posible obtener por medio de la encuesta de percepciones datos cualitativos que evidenciaron efectos generados por CodeGym, relacionados con incrementos en los deseos auténticos por aprender de los estudiantes y obtención de mayor confianza al resolver los ejercicios propuestos por la herramienta. A pesar de no haber hallado un efecto estadísticamente significativo en dichos aspecto motivacionales, cualitativamente sí fue posible

evidenciar que para los estudiantes CodeGym influyó en varios aspectos relacionados con la motivación.

Esta tesis de maestría contribuye al entendimiento de la relación que tiene la gamificación con el incremento de aspectos motivacionales en entornos educativos relacionados con la enseñanza-aprendizaje de la programación de computadores. Este estudio aporta y valida efectos reportados en distintos trabajos relacionados a través de la integración de la gamificación asistida por computador en la enseñanza de la programación. Aún es inquietante el hecho de haber encontrado efectos cuantitativamente significativos en solamente una sub-escala motivacional, a pesar de que los estudiantes percibieron de forma cualitativa efectos en otros aspectos motivacionales.

7. Conclusiones y trabajos futuros

7.1. Conclusiones

En el presente trabajo se llevó a cabo un estudio cuasi-experimental en el que se integró el ambiente gamificado de CodeGym dentro de la metodología de la clase de Introducción a la Programación de Computadores, con el objetivo de analizar los efectos que puede generar la gamificación en la motivación por aprender de los estudiantes. En esta investigación participaron 48 estudiantes distribuidos en dos grupos de control y uno experimental. En el grupo experimental se integró CodeGym dentro de la metodología de la clase durante una intervención de 8 semanas. Antes y después de realizar la intervención se aplicó la encuesta del MSLQ-Colombia a los tres grupos participantes, con el fin de caracterizar diferentes aspectos de la motivación por aprender de los estudiantes durante el estudio. En el grupo experimental se aplicó una encuesta de percepciones para poder llegar a explicar algunos de los hallazgos a nivel cuantitativo. La intervención educativa diseñada y ejecutada durante el desarrollo de esta investigación, permitió obtener información cualitativa y cuantitativa relacionada con los niveles de motivación presentados por los participantes del estudio.

Los datos cuantitativos recolectados a través del MSLQ-Colombia permitieron concluir que los estudiantes del grupo experimental perteneciente a la Facultad de Ingeniería de Sistemas, donde se integró el ambiente gamificado asistido por computador, presentaron incremento con significancia estadística en la sub-escala motivacional relacionada con valoración de la tarea. Los datos cualitativos obtenidos con la encuesta de percepciones evidenciaron que CodeGym tuvo un rol fundamental en el incremento de las valoraciones relacionadas con los niveles de importancia, utilidad, gusto o interés hacia las temáticas de programación de computadores. Adicionalmente, se obtuvieron percepciones cualitativas relacionadas con el efecto que CodeGym generó en aspectos como la motivación intrínseca y expectativas de autoeficacia en el aprendizaje. Incluso gracias a los datos cualitativos obtenidos se pudo evidenciar que para los estudiantes CodeGym fue considerado un complemento fundamental en el proceso de aprendizaje. Percibieron como innovador e interesante el uso de elementos del juego en clase y, en general, la implementación de nuevas metodologías en el proceso formativo.

El análisis de la información recolectada permitió contrastar y complementar los hallazgos encontrados en estudios previos donde se evidenciaba incremento en la motivación debido al uso de la gamificación en contextos académicos. Los efectos reportados a través de la intervención educativa, permitieron aportar evidencia empírica relacionada con el efecto que genera la gamificación en la motivación por aprender de los estudiantes. Se evidenció que el ambiente gamificado de CodeGym

incrementó significativamente los niveles relacionados con la valoración de la tarea según consideraba el estudiante que dicha tarea le aportaba a su formación personal o profesional. Por lo tanto, los resultados empíricos reportados en este estudio permiten entender de mejor manera los efectos reales que la gamificación puede generar en la motivación de los estudiantes de programación.

Por último, es necesario poner en contexto algunas limitaciones del presente trabajo que podrían ser consideradas como amenazas a la validez de la investigación. En primer lugar, el tamaño de la muestra puede considerarse una limitación debido a que el número de participantes por cada uno de los grupos fue reducido. Sería pertinente que para las investigaciones futuras se lograra incluir en el estudio una mayor cantidad de participantes. En segundo lugar, los participantes en esta investigación pertenecían a distintos programas académicos de ingeniería, por lo que sería aconsejable validar si el entorno formativo podría influir en los resultados expuestos.

7.2. Publicaciones

Los resultados de esta investigación han sido recientemente divulgados en la conferencia internacional de educación, investigación e innovación. A continuación se encuentra la referencia al artículo publicado:

- K.D. Cuervo-Cely, J.J. Ramírez-Echeverry, F. Restrepo-Calle (2020). Computer-Assisted Gamification In A Computer Programming Course: An Experience Report, In 13th annual International Conference of Education, Research and Innovation - ICERI, pp. 6006-6015. 9-11 November, 2020.

7.3. Trabajos futuros

El análisis de los datos recopilados en esta investigación permitió evidenciar la necesidad de realizar estudios futuros que por medio de la integración de la gamificación reporten efectos generados en las distintas sub-escalas motivacionales, teniendo en cuenta el uso de instrumentos válidos estadísticamente los cuales permitan comprender en qué aspectos coinciden o difieren según los resultados reportados en esta investigación. Sería interesante poder replicar la intervención realizada en este estudio en investigaciones longitudinales que permitan conocer los efectos de la gamificación a lo largo de un periodo prolongado de tiempo.

Asimismo, resulta necesario poder comprender, a través de más estudios experimentales o cuasi-experimentales, los efectos que genera la gamificación asistida por computador en otros aspectos como el rendimiento académico, participación, aprendizaje, entre otros. Por último, podría ampliarse el tamaño de la muestra y llevarse a cabo la intervención en distintos escenarios que permitan profundizar

el entendimiento de los efectos reales que genera la gamificación asistida por computador en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la programación de computadores.

A. Anexo: Matriz de comparación entre ambientes gamificados

Tabla A-1.: Matriz comparativa entre ambientes gamificados

Nombre	Tipo	Acceso libre	Nivel de programación	Lenguajes de programación	Elementos gamificados	Actividades de aula desconectadas
SoloLearn	Móvil y Web	Si	Fundamentos de programación	Python, C++, Java, JavaScript, C#, PHP, Swift, Ruby, jQuery, C, HTML, CSS, SQL,	Puntos, Trofeos, Niveles, Competencia con compañeros, Áreas de interacción social, Tablas de clasificación e Insignias	Foros
CheckiO	Web	Si	Fundamentos de programación	Python y JavaScript	Niveles, Desafíos, Tablas de clasificación, Áreas de interacción social, Puntos	Blogs y foros de ayuda.
Codin-Game	Web	Si	Fundamentos de programación y Programación avanzada	Java, Python, JavaScript, Swift, Ruby, Rust, C#, C++, C y Groovy	Desafíos, Retos, Tablas de clasificación, Interacción social, Puntos, Misiones y Premios	Blogs y foros de ayuda
VILLE	Móvil y Web	Si	Fundamentos de programación	Varios	Número ilimitado de posibilidades, Pistas visuales y Tutoriales para el desarrollo de habilidades iniciales.	Blogs y foros
Stack Overflow	Web	Si	Programación en general	Varios	Estadísticas de desempeño, Insignias, Puntos de experiencia, Ayuda de otros participantes y Canales de comunicación	
EasyLogic	Web	No	Algoritmos básicos	JavaScript y Bloques gráficos	Puntos, Trofeos, Número ilimitado de posibilidades, Pistas visuales y Señalizaciones de respuesta	
Funprog	Móvil	Si	Fundamentos de programación		Niveles de aprendizaje, Premios, Puntos, Restricciones del juego, Tablas de clasificación e Informes de resultados obtenidos	Foros de ayuda
Code Combat	Web	Si	Fundamentos de programación, POO y Programación avanzada	Python, JavaScript, HTML y CSS	Niveles, Avatares, Mundos virtuales, Puntos, Desafíos, Múltiples intentos, Tablas de clasificación, Clanes, Insignias, Misiones, Recomendaciones, Progreso, Monedas, Customización, Área social, Retos y Rankings	Foros de discusión y reflexión
CodeGym	Web	Si	Fundamentos de programación, POO, Multithreading en Java, Colecciones de Java, SQL, Hibernate, JSP y servicios	Java	Retos, Restricciones del juego, Formas de ganar o perder puntos, Personajes, Escenarios narrativos, Intentos ilimitados, Insignias, Equipos, Estadísticas de desempeño, Tablero de posiciones, Áreas de interacción social, Niveles y Acceso a contenido bloqueado	Búsqueda de empleo, Foros de ayuda y Blogs de artículos relacionados
CodeHS	Web	Si	Fundamentos de programación, Estructura de datos, Diseño web, Seguridad cibernética, Realidad virtual y Aplicaciones móviles	Java, Javascript, HTML, Python, CSS, SQL, Karel y React	Puntos, Insignias, Barras de progreso y Niveles	Planes de lecciones, Guías de problemas, Guías de solución y Ejercicios interactivos sin programación.


Tabla A-1: Continúa en la siguiente página

Tabla A-1: Continuación de la página anterior

Nombre	Tipo	Acceso libre	Nivel de programación	Lenguajes de programación	Elementos gamificados	Actividades de aula desconectadas
Codeca-demy	Web	Si	Fundamentos de programación, POO, Machine learning, Blockchain y Procesamiento de lenguaje natural	Java, Python, PHP, JavaScript, Ruby, HTML, CSS, C# y C++	Insignias o medallas al completar ejercicios, Foros de discusión, Glosario por curso, Registro de la puntuación total del usuario, Tablas de clasificación y Puntos	
Code Aven- gers	Web	Si	Fundamentos de programación y Desarrollo web	Python, Javascript y HTML	Vídeos, Insignias, Puntos, Niveles, Tablas de clasificación y Juegos interactivos	Material de aprendizaje y planes de lecciones.

Tabla A-1: Fin de la página anterior.


B. Anexo: Acta del comité de ética

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	ACTA COMITÉ DE ÉTICA Y BIOÉTICA
	Página 1 de 2

ACTA No.001			
Fecha	DD	MMM	AAAA
	28	02	2020
Lugar: <u>Sala de Juntas Ingeniería Ambiental</u>			
Comité u Otros: <u>Comité de ética y bioética</u>			
Hora de Inicio: <u>4 p.m.</u>		Hora de Finalización: <u>5:00 p.m.</u>	
Asistentes:			
<ul style="list-style-type: none"> • Sandra C Díaz Bello Directora Unidad de Investigaciones • Mg. Rafael Ricardo Bohórquez Aunta- No asistió Experto en temas éticos - bioéticos • Mg. José Ovidio Nocua Acuña Representante del Departamento de Humanidades • PhD. Luz Ángela Cuellar Rodríguez Experto en temas ecológicos y ambientales 			

N°	TEMAS QUE SE TRATARAN
1.	Oración
2.	Verificación del Quórum
3.	Lectura y aprobación del Acta anterior (N/A)
4.	Presentación para Aval por parte del comité de ética para emplear instrumento de medición de motivación en proyecto de investigación. "Evaluación del efecto de la gamificación asistida por computador en la motivación de los estudiantes de programación de computadores".
5	Varios

Figura B-1.: Acta del comité de ética

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAESTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	ACTA COMITÉ DE ÉTICA Y BIOÉTICA
	Página 2 de 2

SEGUIMIENTO A COMPROMISOS
N/A

DESARROLLO DE LA REUNIÓN
<p>Presentación para Aval por parte del comité de ética para emplear instrumento de medición de motivación en proyecto de investigación. "Evaluación del efecto de la gamificación asistida por computador en la motivación de los estudiantes de programación de computadores".</p> <p>La joven investigadora hace una contextualización del proyecto que se encuentra en ejecución para el abordaje del instrumento. Presenta la metodología más adecuada.</p> <p>El comité decide avalar la aplicación del instrumento construido.</p> <p>Varios. El comité decide que debe abrirse convocatoria para la selección del miembro faltante en el mismo.</p>

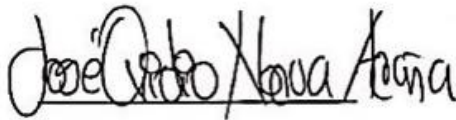
Se da por terminada la reunión y en constancia se firma el acta correspondiente.



 Ph.D SANDRA C. DÍAZ BELLO



 Ph.D LUZ ANGELA CUELLAR



 Mg. JOSE OVIDIO NOCUA

Figura B-2.: Acta del comité de ética

C. Anexo: Ítems del MSLQ-Colombia

Tabla C-1.: Ítems sub-escala motivacional: Valoración de la tarea

Número del ítem	Ítem
4	Considero que lo que estoy aprendiendo en esta asignatura es de mucha utilidad porque lo podré aplicar en otras asignaturas.
10	Considero muy importante para mí, aprender los temas de esta asignatura.
17	Estoy muy interesado en el contenido de esta asignatura.
22	Considero que los temas de esta asignatura son útiles para mi formación.
25	Me gusta la temática de esta asignatura.
26	Considero muy importante para mí, entender la temática de esta asignatura.

Tabla C-2.: Ítems sub-escala motivacional: Orientación hacia metas intrínsecas

Número del ítem	Ítem
1	En esta asignatura, prefiero estudiar temas que sean desafiantes para mí con el fin de aprender cosas nuevas.
16	En esta asignatura, prefiero estudiar temas que despierten mi curiosidad aunque sean difíciles de aprender.
23	Cuando en esta asignatura tengo la oportunidad de escoger, elijo los trabajos o actividades con los que puedo aprender cosas nuevas aunque no me garanticen buenas calificaciones.

Tabla C-3.: Ítems sub-escala motivacional: Orientación hacia metas extrínsecas

Número del ítem	Ítem
7	Obtener una buena calificación en esta asignatura es la mayor satisfacción para mí en estos momentos.
11	Mi meta más importante ahora es mejorar mi promedio académico de la carrera, por eso mi preocupación principal en esta asignatura es obtener buenas calificaciones.
13	Mi meta es que mi nota definitiva en esta asignatura sea de las mejores del grupo.
29	Quiero obtener un buen desempeño académico en esta asignatura para demostrar a los demás mis capacidades.

Tabla C-4.: Ítems sub-escala motivacional: Expectativas de auto-eficacia en el aprendizaje

Número del ítem	Ítem
6	Estoy convencido que soy capaz de entender incluso los temas más difíciles que presentan los libros recomendados para la asignatura.
12	Confío en que soy capaz de entender los conceptos principales que se enseñan en esta asignatura.
15	Confío en que soy capaz de entender hasta los temas más complicados que explique el profesor en esta asignatura.
28	Estoy convencido de ser capaz de dominar las habilidades que se enseñan en esta asignatura.

Tabla C-5.: Ítems sub-escala motivacional: Expectativas de auto-eficacia en el rendimiento.

Número del ítem	Ítem
5	Confío en que obtendré una buena calificación definitiva en esta asignatura.
20	Espero presentar excelentes exámenes y trabajos en esta asignatura.
21	Espero tener un buen desempeño académico en esta asignatura.
30	Considerando la dificultad de la asignatura, los profesores y mis habilidades, pienso que tendré un buen desempeño académico en esta asignatura.

Tabla C-6.: Ítems sub-escala motivacional: Creencias sobre control del aprendizaje.

Número del ítem	Ítem
2	Pienso que depende de mí estudiar de manera apropiada, esto me llevará a aprender en esta asignatura.
9	Pienso que de mí depende aprender en esta asignatura.
18	De mi esfuerzo depende lo que aprenderé en esta asignatura.
24	Pienso que el nivel de comprensión del tema de esta asignatura depende de mí.

Tabla C-7.: Ítems sub-escala motivacional: Ansiedad en los procesos de evaluación.

Número del ítem	Ítem
3	Cuando presento exámenes en esta asignatura, pienso que lo estoy haciendo mal en comparación con la forma en que lo hacen otros estudiantes de la clase.
8	Cuando presento exámenes de la asignatura, me intranquilizo si hay preguntas que no sé responder.
14	Cuando presento una evaluación en esta asignatura, pienso en las consecuencias que tendría sacar una mala nota.
19	Siento preocupación y ansiedad cuando presento evaluaciones en esta asignatura.
27	Cuando presento exámenes en esta asignatura, mi ritmo cardíaco se acelera.

Bibliografía

- Agapito, J., Rodrigo, M. M., and Lorenzo, B. C. D.-P. E. P. T. F. P. S. T. (2018). Identifying meaningful gamification-based elements beneficial to novice programmers. In Rodrigo, M. M. T., J.-C., Y., L.-H., W., and Chang, M., editors, *26th International Conference on Computers in Education, ICCE 2018*, pages 619–624, Ateneo de Manila University, Philippines. Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Agapito, J. L. and Rodrigo, M. M. T. (2018). Investigating the impact of a meaningful gamification-based intervention on novice programmers' achievement. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10947 LNAI:3–16.
- Aguiar-Castillo, L., Hernández-López, L., De Saá-Pérez, P., and Pérez-Jiménez, R. (2020). Gamification as a motivation strategy for higher education students in tourism face-to-face learning. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 27(April 2019):100267.
- Amro, J. and Romli, R. (2019). Investigation on the Learning Programming Techniques via Mobile Learning Application. *ICRAIE 2019 - 4th International Conference and Workshops on Recent Advances and Innovations in Engineering: Thriving Technologies*, 2019(November):27–29.
- Arrieta, C., Alían, J., and Ruiz, S. (2017). *El Aprender Haciendo Como Estrategia de Aprendizaje*. PhD thesis, Corporación Universitaria del Caribe - CECAR.
- Astudillo, G., Bast, S., and Willging, P. (2016). Virtualidad, Educación y Ciencia. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 7(12):125–142.
- Azmi, N. A., Mohd-Yusof, K., Phang, F. A., and Syed Hassan, S. A. H. (2018). Motivating engineering students to engage in learning computer programming. In Auer, M. E. and Kim, K.-S., editors, *Engineering Education for a Smart Society*, pages 143–157, Cham. Springer International Publishing.
- Azmi, S., Ahmad, N., Iahad, N. A., and Yusof, A. F. (2017). Promoting students' engagement in learning programming through gamification in peer-review discussion forum. In *International Conference on Research and Innovation in Information Systems, ICRIS*, Department of Information Systems, Faculty of Computing, Universiti Teknologi Malaysia, Johor, Malaysia.
- Borges, R. P., Oliveira, P. R. F., Lima, R., and De Lima, R. W. (2018). A systematic review of literature on methodologies, practices, and tools for programming teaching. *IEEE Latin America Transactions*, 16(5):1468–1475.

- Brown, D. (2001). Pulling it Together: A Method for Developing Service-Learning and Community Partnerships Based in Critical Pedagogy. *Corporation for National Service National Service Fellowship Program*.
- Bryman, A. (2012). *Social research methods*. Oxford University Press Inc, fourth edi edition.
- Carreño, M., Sandoval, A., Alvarez, F., and Camacho, Y. (2018). Gamification technique for teaching programming. In *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 2009–2014.
- Codatien S.A. (2017). Funprog - Apps en Google Play.
- Combéfis, S., Beresnevičius, G., and Dagiene, V. (2016). Learning programming through games and contests: Overview, characterisation and discussion. In *Olympiads in Informatics*, volume 10, pages 39–60.
- Coolican, H. (1997). *Métodos de investigación y estadística en psicología*. El Manual Moderno S.A. de C.V.
- Cortizo Pérez, J. C., Carrero García, F., Monsalve Piqueras, B., and Velasco Collado, A. (2011). Gamificación y Docencia : Lo que la Universidad tiene que aprender de los Videojuegos. In *VIII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria Retos y oportunidades del desarrollo de los nuevos títulos en educación superior Gamificación*.
- Çubukçu, Ç., Goodman, L., Wang, B., and Mangina, E. (2017). Gamification for teaching Java. In *ACM International Conference Proceeding Series*, pages 120–130. Association for Computing Machinery.
- Darejeh, A. and Salim, S. (2016). Gamification Solutions to Enhance Software User Engagement—A Systematic Review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32(8):613–642.
- De Pontes, R. G., Guerrero, D. D. S., De Figueiredo, J. C. A., and SIGCSE, A. C. M. (2019). Analyzing gamification impact on a mastery learning introductory programming course. In *50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, SIGCSE 2019*, pages 400–406, UFCG, Campina Grande, Paraíba, Brazil. Association for Computing Machinery, Inc.
- Denden, M., Tlili, A., Essalmi, F., and Jemni, M. (2018). Does personality affect students' perceived preferences for game elements in gamified learning environments? In N.-S., C., Chang, M., Huang, R., Kinshuk, K., Moudgalya, K., Murthy, S., and Sampson, D. G., editors, *18th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2018*, pages 111–115, Research Laboratory of Technologies of Information and Communication and Electrical Engineering, Tunis National Higher School of Engineering (ENSIT), Tunisia. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Deshmukh, S. and Raisinghani, V. (2018). ABC: Application based collaborative approach to improve student engagement for a programming course. *Proceedings - IEEE 9th International Conference on Technology for Education, T4E 2018*, pages 20–23.

- Desmoulins, F., Antoniazzi, N., and Barral, A. (2012). Coding Games and Programming Challenges to Code Better.
- Díaz, S., Díaz, J., and Ahumada, D. (2018). A Gamification Approach to Improve Motivation on an Initial Programming Course. In *2018 IEEE International Conference on Automation/XXIII Congress of the Chilean Association of Automatic Control (ICA-ACCA)*, pages 1–6.
- Díaz, S., Díaz, J., and Ahumada, D. (2019). A gamification approach to improve motivation on an initial programming course. In Muñoz C. Lefranc G., F.-F. M. R. E. D.-F. C., editor, *IEEE ICA-ACCA 2018 - IEEE International Conference on Automation/23rd Congress of the Chilean Association of Automatic Control: Towards an Industry 4.0 - Proceedings*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Dorn, N., Berges, M., Capovilla, D., and Hubwieser, P. (2018). Talking at Cross Purposes - Perceived Learning Barriers by Students and Teachers in Programming Education. *Proceedings of the 13th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*.
- Draz, A., Abdennadher, S., and Abdelrahman, Y. (2016). Kodr: A customizable learning platform for computer science education. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9891 LNCS:579–582.
- Escamilla, J., Fuerte, K., Venegas, E., Fernández, K., Elizondo, J., Román, R., and Quintero, E. (2016). Gamificación. *Observatorio de Innovación Educativa*, pages 1–36.
- Facey-Shaw, L., Specht, M., and Bartley-Bryan, J. (2019). Digital Badges for Motivating Introductory Programmers: Qualitative Findings from Focus Groups. In *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, volume 2018-October. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Fernandes, E., Ferreira, L., Figueiredo, E., and Valente, M. (2011). How clear is your code? An empirical study with programming challenges. *CIBSE 2017 - XX Ibero-American Conference on Software Engineering*, pages 43–56.
- Fincher, S. and Robins, A. (2019). *The Cambridge Handbook of Computing Education Research*. Cambridge University Press.
- Fontes, S., García, C., Quintanilla, L., Rodríguez, R., Rubio, P., and Sarria, E. (2010). *Fundamentos de Investigación en Psicología*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Fotaris, P., Mastoras, T., Leinfellner, R., and Rosunally, Y. (2016). Climbing up the leaderboard: An empirical study of applying gamification techniques to a computer programming class. *Electronic Journal of e-Learning*, 14(2):94–110.
- Gonzalez-Escribano, A., Lara-Mongil, V., Rodriguez-Gutierrez, E., and Torres, Y. (2019). Toward improving collaborative behaviour during competitive programming assignments. *Proceedings of EduHPC 2019: Workshop on Education for High Performance Computing - Held in conjunction with SC 2019: The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis*, pages 68–74.

- Gopalan, V., Abu, J., and Zulkifli, A. N. (2020). A review of motivation theories, models and instruments in learning environment. *Journal of Critical Reviews*, 7(6):554–559.
- Hadar, I. (2013). When intuition and logic clash: The case of the object-oriented paradigm. *Science of Computer Programming*, 78(9):1407–1426.
- Hartt, M., Hosseini, H., and Mostafapour, M. (2020). Game On: Exploring the Effectiveness of Game-based Learning. *Planning Practice and Research*, 35(5):589–604.
- Hattie, J., Hodis, F., and Kang, S. (2020). Theories of motivation : Integration and ways forward. *Contemporary Educational Psychology*, 61(May).
- HiTech Rush Inc (2013). CodeGym© 2020 CodeGym Programmers Are Made, Not Born.
- Hoshang, S., Tamimi, H., Mohammad, H., and Al Swaidi, S. (2018). Factors influencing the adoption of education gamification within Abu Dhabi/UAE higher education institutions. In *10th International Conference on Education Technology and Computers, ICETC 2018*, pages 145–151, Higher Colleges of Technology, CIS Department, Abu Dhabi, United Arab Emirates. Association for Computing Machinery.
- Hsu, T. C., Chang, S. C., and Hung, Y. T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers and Education*, 126(June):296–310.
- Ismail, M. E., Sa'Adan, N., Samsudin, M. A., Hamzah, N., Razali, N., and Mahazir, I. I. (2018). Implementation of the Gamification Concept Using KAHOOT! among TVET Students: An Observation. In *Journal of Physics: Conference Series*, volume 1140.
- Issa, L. and Jusoh, S. (2019). Usability evaluation on gamified e-learning platforms. *ACM International Conference Proceeding Series*.
- Järvelä, S. and Niemivirta, M. (2001). Motivation in context: Challenges and possibilities in studying the role of motivation in new pedagogical cultures. *Motivation in Learning Contexts: Theoretical Advances and Methodological Implications*, pages 105–127.
- Johnson, D., Deterding, S., Kuhn, K.-A., Staneva, A., Stoyanov, S., and Hides, L. (2016). Gamification for health and wellbeing: A systematic review of the literature. *Internet Interventions*, 6:89–106.
- Jordine, T. (2015). A Mobile Device Based Serious Gaming Approach for Teaching and Learning Java Programming. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, 9(1).
- Kaila, E., Laakso, M., Rajala, T., and Kurvinen, E. (2018a). A model for gamifying programming education: University-level programming course quantified. In *2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2018 - Proceedings*, pages 689–694.

- Kaila, E., Laakso, M., Rajala, T., Makelainen, A., and Lokkila, E. (2018b). Technology-enhanced programming courses for upper secondary school students. In *2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2018 - Proceedings*, pages 683–688, University of Turku, Finland.
- Keeshin, J. and Galant, Z. (2012). CodeHS - Teach Coding and Computer Science at Your School | CodeHS.
- Khaleel, F. L., Wook, T., and Ashaari, N. S. (2018a). Quantifying user experience in using learning gamification website. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 96(23):7783–7793.
- Khaleel, F. L., Wook, T., and Ashaari, N. S. (2018b). Quantifying user experience in using learning gamification website. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 96(23):7783–7793.
- Krpan, D., Mladenović, S., and Rosić, M. (2015). Undergraduate Programming Courses, Students' Perception and Success. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174:3868–3872.
- Kumar, B. and Sharma, K. (2018). A Gamified Approach to Achieve Excellence in Programming. In *2018 4th International Conference on Computing Sciences (ICCS)*, pages 107–114. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Kurniawan, O., Seng, N., Sockalingam, N., and Pey, K. (2019). Game-Based versus gamified learning platform in helping university students learn programming. *ASCILITE 2019 - Conference Proceedings - 36th International Conference of Innovation, Practice and Research in the Use of Educational Technologies in Tertiary Education: Personalised Learning. Diverse Goals. One Heart.*, pages 159–168.
- Lindberg, R., Laine, T., and Haaranen, L. (2018). Gamifying programming education in K-12 A review of programming curricula in seven countries and programming games.pdf.
- Lyabah, A., Klevtsov, O., Kulakov, D., and Godin, V. (2001). CheckiO - coding games and programming challenges for beginner and advanced.
- Martins, V. F., de Almeida Souza Concilio, I., and de Paiva Guimarães, M. (2018). Problem based learning associated to the development of games for programming teaching. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(5):1577–1589.
- Mladenović, S., Krpan, D., and Mladenovic, M. (2016). Using games to help novices embrace programming: From elementary to higher education. *International Journal of Engineering Education*, 32(1):521–531.
- Montero Herrera, B. (2017). Aplicación de juegos didácticos como metodología de enseñanza: Una Revisión de la Literatura. *Pensamiento matemático*, 7:92.
- Mora, C., Plazas, F., Torres, A., and Camargo, G. (2016). El Juego como método de aprendizaje. *Nodos y Nudos*, 4(40):133.

- Moussa, W. E., Almalki, R. M., Alamoudi, M. A., and Allinjawi, A. (2016). Proposing a 3d interactive visualization tool for learning oop concepts. *2016 13th Learning and Technology Conference, L and T 2016*, pages 26–32.
- Mozelius, P., Collin, J., and Olsson, M. (2015). Visualisation and gamification of e-Learning - Attitudes among course participants. In *Proceedings of the International Conference on e-Learning, ICEL*, volume 2015-Janua, pages 227–234, Department of Computer and Systems Sciences, Stockholm University, Sweden.
- Nocito Muñoz, G. (2013). *Autorregulación del aprendizaje de alumnos de grado: estudio de caso*. PhD thesis, Universidad Complutense de Madrid.
- Olsson, M. and Mozelius, P. (2016). On design of online learning environments for programming education. In Novotna J., J. A., editor, *Proceedings of the European Conference on e-Learning, ECEL*, volume 2016-Janua, pages 533–539. Academic Conferences Limited.
- Ortiz, M., Chiluzia, K., and Valcke, M. (2017). Gamification in computer programming: Effects on learning, engagement, self-efficacy and intrinsic motivation. *The 11th European Conference on Game-Based Learning (ECGBL)*, pages 507–514.
- Pagano, R. (1998). *Estadística para las ciencias del comportamiento*. Universidad de Pittsburgh.
- Pambudi, S., Sukardiyono, T., and Surjono, H. D. (2018). The Development of Mobile Gamification Learning Application for Web Programming Learning. In Djatmiko, I. W., Asnawi, R., Herawan, T., Sudira, P., and Suprpto, editors, *International Conference on Electrical, Electronic, Informatics and Vocational Education 2018, ICE-ELINVO 2018*, volume 1140, Yogyakarta State University, Indonesia. Institute of Physics Publishing.
- Peixoto, M. and Silva, C. (2015). Requirements for gamified educational software: A systematic literature review. *CIBSE 2015 - XVIII Ibero-American Conference on Software Engineering*, pages 618–631.
- Pintrich, P., Smith, D., Duncan, T., and Mckeachie, W. (1991). A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (mslq). *Ann Arbor. Michigan*, 48109:1259.
- Piteira, M. and Costa, C. J. (2017). Gamification: Conceptual framework to online courses of learning computer programming. In *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, pages 1–7.
- Piteira, M., Costa, C. J., and Aparicio, M. (2017). CANOE e Fluxo: Determinants in the adoption of online course programming. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, 2017(25):34–53.
- Polo-Peña, A. I., Frías-Jamilena, D. M., and Fernández-Ruano, M. L. (2020). Influence of gamification on perceived self-efficacy: gender and age moderator effect. *International Journal of Sports Marketing and Sponsorship*, ahead-of-p(ahead-of-print).

- Popat, S. and Starkey, L. (2019). Learning to code or coding to learn? A systematic review. *Computers and Education*, 128(November 2017):365–376.
- Prieto Andreu, J. M. (2020). Una revisión sistemática sobre gamificación, motivación y aprendizaje en universitarios. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 32(1):73–99.
- Qian, Y., Hambrusch, S., Yadav, A., Gretter, S., and Li, Y. (2019). Teachers' Perceptions of Student Misconceptions in Introductory Programming. *Journal of Educational Computing Research*.
- Qian, Y. and Lehman, J. (2017). Students' Misconceptions and Other Difficulties in Introductory Programming. *ACM Transactions on Computing Education*, 18(1):1–24.
- Rajala, T., Laakso, M.-J., and Kaila, E. (2009). VILLE - the visual learning tool.
- Rajala, T., Laakso, M.-J., Kaila, E., and Salakoski, T. (2008). VILLE – A Language-Independent Program Visualization Tool. *Seventh Baltic Sea Conference on Computing Education Research (Koli Calling 2007)*, 88(January 2016):151–159.
- Rajashekharaiyah, K. M., Pawar, M., Patil, M. S., Kulenavar, N., and Joshi, G. H. (2017). Design thinking framework to enhance object oriented design and problem analysis skill in Java programming laboratory: An experience. *Proceedings - 2016 IEEE 4th International Conference on MOOCs, Innovation and Technology in Education, MITE 2016*, pages 200–205.
- Ramírez, J. (2017). *La competencia .aprender a aprender.en un contexto educativo de ingeniería*. PhD thesis, Universidad Politécnica de Catalunya.
- Ramirez-Echeverry, J. J., Garcia-Carrillo, A., and Dussan, F. A. O. (2016). Adaptation and validation of the motivated strategies for learning questionnaire-MSLQ-in engineering students in Colombia. *International Journal of Engineering Education*, 32(4):1774–1787.
- Rivera, S. and García, M. (2012). *Aplicación de la estadística a la psicología*. Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
- Rojas, A. and Rincón, E. (2018). Gamification as Learning Scenario in Programming Course of Higher Education. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10925 LNCS:200–210.
- Sarkar, S. P., Sarker, B., and Hossain, S. K. A. (2017). Cross platform interactive programming learning environment for kids with edutainment and gamification. In *19th International Conference on Computer and Information Technology, ICCIT 2016*, pages 218–222. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Schunk, D. and DiBenedetto, M. (2020). Motivation and social cognitive theory. *Contemporary Educational Psychology*, 60(December 2019):101832.

- Shahdatunnaim, A., Noorminshah, A. I., and Norasnita, A. (2015). Gamification in online collaborative learning for programming courses: A literature review. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 10(23):18087–18094.
- Siegel, S. and Castellan, J. (1998). *Estadística no paramétrica*. Editorial Trillas, S.A. de C.V.
- Sims, Z. and Bubinski, R. (2011). Learn to Code - for Free | Codecademy.
- Skalka, J. and Drlík, M. (2018). Conceptual framework of microlearning-based training mobile application for improving programming skills. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 725:213–224.
- SoloLearn Inc (2017). SoloLearn: Learn to Code for Free!
- Sousa Borges, S., Durelli, V. H. S., Reis, H. M., and Isotani, S. (2014). A systematic mapping on gamification applied to education. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing*.
- Spolsky, J. and Atwood, J. (2008). Stack Overflow en español.
- Sprint, G. and Cook, D. (2015). Enhancing the CS1 student experience with gamification. In *ISEC 2015 - 5th IEEE Integrated STEM Education Conference*, pages 94–99. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Stigall, J., Sharma, S., Education, A. T., of Mathematics, T. I. F. D. M. P. I. S., and UBTech, S. P. (2017). Virtual reality instructional modules for introductory programming courses. In *7th IEEE Integrated STEM Education Conference, ISEC 2017*, pages 34–42, Bowie State University, United States. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Surendeleg, G., Murwa, V., Yun, H. K., and Kim, Y. S. (2014). The role of gamification in education - a literature review. *Contemporary Engineering Sciences*, 7(29-32):1609–1616.
- Talingdan, J. A. and Llanda, C. R. (2019). Assessment of the effectiveness of learning theories using gamified android app in teaching C programming. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, volume 482.
- Tejada, M., Aguirre, M., Yerovi, E., Ortega, L., Contreras, O., and Mantilla, G. (2018). Funprog: A gamification-based platform for higher education. *Communications in Computer and Information Science*, 883:255–268.
- Thongmak, M. (2017). Gamifying the first programming class: Outcomes and antecedents of continued engagement intention. In *2017 SIGED International Conference on Information Systems Education and Research*, volume 2017-Decem. Association for Information Systems.
- Torres, C. M. and Torres, M. E. (2007). *El juego como estrategia de aprendizaje en el aula*. PhD thesis, Universidad de los Andes.

- Ubaidullah, N., Hamid, J., and Mohamed, Z. (2019). Integrating the arcs motivational elements into an on-line game-based learning application: Does the application enhance students' motivation in learning programming? *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(11):1493–1501.
- Valcárcel, M. (2014). Presentación y Explicación de los contenidos: La Clase Magistral. *Plan de formación inicial del profesorado*, pages 1–20.
- Vasilescu, B., Filkov, V., and Serebrenik, A. (2013). StackOverflow and GitHub: Associations between software development and crowdsourced knowledge. *Proceedings - SocialCom/PASSAT/BigData/EconCom/BioMedCom 2013*, pages 188–195.
- Vera, P. M., Rodríguez, R. A., and Moreno, E. (2018). Gamifying programming practice at university level. *Campus Virtuales*, 7(2):55–68.
- Walmsley, M. (2012). Code Avengers | Code Avengers.
- Wang, S., Lo, D., and Jiang, L. (2013). An empirical study on developer interactions in StackOverflow. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing*, 3(May 2014):1019–1024.
- Watson, D., Hancock, M., and Mandryk, R. L. (2013). Gamifying behaviour that leads to learning. In *ACM International Conference Proceeding Series*, pages 87–90, Stratford, ON. Association for Computing Machinery.
- Winter, N., Lott, M., Saines, G., and Erickson, S. (2012). CodeCombat - Juegos de Programación para aprender Python y JavaScript | CodeCombat.
- Yang, J., Lee, Y., and Chang, K. H. (2018). Evaluations of JaguarCode: A web-based object-oriented programming environment with static and dynamic visualization. *Journal of Systems and Software*, 145(May):Yang, J., Lee, Y., & Chang, K. H. (2018). Evaluati.
- Zatarain Cabada, R. (2018). Reconocimiento afectivo y gamificación aplicados al aprendizaje de Lógica algorítmica y programación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(3):115.
- Zatarain Cabada, R., Barrón Estrada, M. L., Ríos Félix, J. M., and Alor Hernández, G. (2018). A virtual environment for learning computer coding using gamification and emotion recognition. *Interactive Learning Environments*.
- Zhang, X., Crabtree, J. D., Terwilliger, M. G., and Redman, T. T. (2018). Assessing Students' Object-Oriented Programming Skills with Java: The "Department-Employee" Project. *Journal of Computer Information Systems*, 00(00):1–13.