

“Identificando mi clase”. Estrategia pedagógica para la enseñanza de conceptos de programación orientada a objetos¹

Identifying my class”. Pedagogical strategy for teaching object-oriented programming concepts

Angie Lorena Suárez Rojas²

Luz Elena Gutiérrez López³

Carlos Andrés Guerrero Alarcón⁴

DOI: <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.34.10983>

RESUMEN

La enseñanza y aprendizaje de conceptos de programación hacen parte de los pilares en la formación de los profesionales en el área de software. Esta investigación tiene por objeto la identificación y estudio de las problemáticas del proceso de enseñanza-aprendizaje de la programación orientada a objetos. Los hallazgos de la investigación evidenciaron la dificultad por parte del estudiante para asimilar el concepto de “método”. La investigación incluyó una revisión sistemática de literatura sobre los estudios que han abordado procesos de enseñanza en el área de desarrollo de software y presentan soluciones a las problemáticas analizadas. Como resultado de la investigación se planteó una estrategia pedagógica denominada “identificando mi clase”, basada en gamificación. Identificando mi clase tiene por objeto facilitar la comprensión de conceptos básicos del paradigma orientado a objetos en los estudiantes. Finalmente, la estrategia se aplicó en dos grupos de prueba para analizar los resultados mediante la prueba de Wilcoxon.

Palabras clave: POO, clases, métodos, gamificación, programación.

ABSTRACT

The teaching and learning of programming concepts are part of the pillars of training professionals in the software area. This research aims to identify and study the problems of the teaching-learning process of object-oriented programming. The findings of the research evidenced the difficulty on the part of the student to assimilate the concept of "method". The research included a systematic literature review of studies that have addressed teaching processes in the area of software development and presented solutions to the analyzed problems. As a result of the research, a pedagogical strategy called "identifying my class", based on gamification, was proposed. Identifying my class aims to facilitate understanding of basic concepts of the object-oriented paradigm in students. Finally, the strategy was applied in two test groups to analyze the results using the Wilcoxon test.

Keywords: OOP, classes, methods, gamification, programming.



Cómo citar este artículo: A. L. Suárez, L. E. Gutiérrez, C. A. Guerrero. "Identificando mi clase". Estrategia pedagógica para la enseñanza de conceptos de programación orientada a objetos. *Ingeniare*, vol. 19, no. 34, pp. 29-53, Junio 2023.

¹Estrategia pedagógica gamificada para soportar el proceso de enseñanza/aprendizaje de la Programación Orientada a Objetos. Grupo de Investigación y Desarrollo de Ingeniería en Nuevas Tecnologías (GIDINT). Línea de investigación: Ingeniería del Software. Angie Lorena Suárez Rojas.

²Ingeniera de Sistemas. Universidad Santo Tomás. angie.suarez@usantoto.edu.co. ORCID: 0000-0002-2072-1265

³Doctora en Ingeniería de Sistemas y Computación. Universidad Santo Tomás. luz.gutierrez@usantoto.edu.co. ORCID: 0000-0001-8229-7175

⁴Doctor en Ingeniería. Universidad Santo Tomás. carlos.guerrero@usantoto.edu.co. ORCID: 0000-0001-8164-9650

1. INTRODUCCIÓN

Gracias a la globalización y evolución de tecnologías, las competencias en programación se han convertido en una necesidad de todo profesional [1]. Los cursos de programación son esenciales para los estudiantes del área de las ciencias de la computación, debido a que son la base para el desarrollo de aplicaciones a lo largo de su carrera [2]. Por tal motivo, los recursos disponibles para la introducción a la programación se han convertido en un desafío en muchos aspectos, especialmente porque los procesos de programación no son fáciles de entender, como lo afirma Schmolitzky, Axel W. and Gottel: Los cursos introductorios a menudo se enfocan en enseñar construcción del lenguaje, pero los estudiantes fallan porque no entienden el concepto de Programación [3].

Un paradigma de programación que no se escapa a esta realidad es la Programación Orientada a Objetos -POO-, en la actualidad no solo se requieren conocimientos por parte del docente, sino la generación de nuevas estrategias que permitan motivar al estudiante en su proceso de aprendizaje [4], debido a que la POO es un tema complejo, difícil de explicar y comprender, y a esto se le suma que muchos estudiantes que inician su estudio, no tienen experiencia alrededor de este paradigma [5].

En esta investigación se diseñó una metodología para la enseñanza de conceptos de la Programación Orientada a Objetos a los estudiantes que cursan la carrera de Ingeniería de Sistemas. Para ello se hizo uso de técnicas que trasladan las mecánicas de los videojuegos a ambientes educativos; esta técnica se define como gamificación y se basa en una metodología que consiste en la realización de una serie de pasos que van desde el diagnóstico, revisión bibliográfica y selección del videojuego hasta ejecución de este.

Este trabajo tiene como objetivo contribuir a la solución de una de las problemáticas encontradas en el trabajo de [6] "Dificultad para comprender el concepto de método". Esta problemática se refiere a la complejidad que presenta la asimilación del concepto de método, no existe una claridad como realizar las llamadas a los métodos. Los estudiantes no saben cómo determinar la cantidad de métodos necesarios ni que etiquetas o nombres asignarles. Del mismo modo, no comprenden cómo reutilizar métodos ni la ubicación adecuada de los mismos [7]. La tecnología está cada vez más presente en la vida moderna, esto exige profesionales calificados en pensamiento algorítmico y codificación. No obstante, enseñar programación es una tarea desafiante y con altas tasas de deserción.

Durante la ejecución del proyecto, se diseñó una estrategia pedagógica denominada "identificando mi clase". Para la verificación de esta estrategia se delimitaron tres grupos de muestra, dos grupos experimentales y un grupo de control. El desarrollo de este trabajo se dividió en ocho sesiones: 1) revisión de trabajos relacionados, mediante la construcción del estado del arte, se identificaron los

avances que se han venido realizando respecto al uso de la gamificación en la enseñanza de conceptos de programación. 2) Para generar un diagnóstico sobre las competencias que tiene cada estudiante con respecto al concepto de método en la Programación Orientada a Objetos, se diseñó y ejecutó un pre-test de selección múltiple a los dos grupos de muestra. 3) Selección y aplicación del videojuego, la selección del videojuego o ambiente gamificado se realizó a través de la revisión del estado del arte en cual se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: Insignias, este hace referencia a un reconocimiento que se le da al estudiante que culmina los objetivos o niveles del videojuego en un tiempo menor a sus competidores. El registro de la evolución del estudiante, permite al docente verificar el proceso de cada estudiante en el videojuego, otro criterio importante que se tuvo en cuenta es el lenguaje de programación, existen videojuegos enfocados a diferentes lenguajes de programación para esta investigación el lenguaje elegido fue Java, dado que este lenguaje está orientado a objetos el cual hace uso del concepto de método y por último el compromiso, este criterio es muy importante dado que para el desarrollo de esta investigación el compromiso por parte del estudiante permitía un desarrollo favorable para la investigación. Para la aplicación del videojuego se tuvieron como muestra dos grupos experimentales. 4) Diseño y ejecución de la estrategia pedagógica denominada "identificando mi clase", en esta sesión se realizó el diseño y ejecución de la estrategia pedagógica haciendo uso de técnicas de gamificación con el fin de brindar al estudiante una nueva herramienta de aprendizaje para comprender el concepto de método en el Paradigma de Programación Orientada a Objetos. 5) Clase magistral al grupo de control, para el grupo de control se impartió una clase magistral explicando el concepto de método. 6) Análisis de resultados. Se ejecutó a través de la ejecución del post-test a los dos grupos experimentales y al grupo de control. Se realizó con el fin de verificar si hubo una diferencia entre el pre-test y post-test en los dos grupos experimentales, para de igual forma, verificar si existe una diferencia con el grupo de control. 7) Verificación de la estrategia utilizando la prueba de Wilcoxon [8].

2. REVISION DE TRABAJOS RELACIONADOS

Este trabajo de investigación se fundamentó en el diseño de una estrategia gamificada para el aprendizaje del concepto de método en el Paradigma de Programación Orientada a Objetos. Para el desarrollo de este estudio se realizó una búsqueda en los repositorios IEEE Xplore, Scopus y ACM. La cadena de búsqueda ejecutada fue:

("videogame" OR gamification) AND ("teaching" OR learning) AND (Object-oriented programming)

Durante el proceso de búsqueda se encontró el trabajo de [9] el cual tienen como objetivo estudiar el impacto de los juegos y simulaciones en la consecución de objetivos de aprendizaje específicos, donde se incluyan juegos y simulaciones con fines pedagógicos. Desarrollaron un marco que permitía a los docentes comprender las ventajas y desventajas de los juegos y simulaciones específicas para sus objetivos.

En el artículo presentado por [10] explican cuatro conceptos de programación orientada a objetos (objeto, clase, herencia y polimorfismo) a través del diseño de un videojuego inspirado en el entorno de un zoológico.

En [3] los investigadores resaltaron la idea de la gamificación para aumentar el interés de los estudiantes en actividades como revisión de código, gestión de cambios, gestión del conocimiento, seguimiento de problemas, entre otros. Que de otra manera podrían resultar repetitivas y monótonas.

En [11] los autores presentan un estudio en el que se actualizó un curso de programación orientada a objetos de nivel universitario para adaptarse a las necesidades de la década mediante la introducción de Java como lenguaje predominante y la utilización de tecnologías disponibles para mejorar la enseñanza.

El artículo desarrollado por [12] tiene como propósito la realización de una revisión bibliográfica de publicaciones sobre gamificación en el entorno de cursos en línea abiertos (MOOC) a nivel mundial, en el cual demuestran las ventajas del uso de cursos en línea en la enseñanza de conceptos de programación.

En el trabajo de [13] se explora un nuevo ángulo para abordar el problema de pruebas: la gamificación es el enfoque de convertir tareas potencialmente tediosas o aburridas en componentes de una jugabilidad entretenida, donde la naturaleza de la competitiva de los humanos los motiva a competir y sobresalir. Al aplicar conceptos de gamificación a las pruebas de software, existe la posibilidad de cambiar fundamentalmente las pruebas de software de varias formas: Primero, la gamificación puede ayudar a superar las deficiencias en la educación, donde las pruebas son un tema muy descuidado. En segundo lugar, la gamificación involucra a los profesionales en tareas de prueba que de otro modo descuidarían y les hace utilizar herramientas y técnicas de prueba que no considerarían.

No solo se destacan los juegos serios para entender conceptos de programación sino también de Inteligencia Artificial como es el trabajo de [14] en el que hacen uso de un juego llamado Angry Birds. La idea principal es que el estudiante pueda crear un agente de Inteligencia Artificial basado en la competencia de Angry Birds y este pueda ser evaluado a través de la plataforma del juego original.

En [15] afirman que es necesario un enfoque gamificado para abordar el problema humano de capturar información de trazabilidad como subproducto. Induciendo conceptos de gamificación en la trazabilidad del software. Los autores de [11] diseñaron un método llamado aula invertida, que se fundamenta en enseñar a los estudiantes aprender la teoría por sí mismos y en el aula aprendan aplicando la teoría previamente aprendida.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el objetivo de dar solución al problema de investigación se desarrolló una estrategia pedagógica para la enseñanza de conceptos de Programación Orientada a Objetos, con el fin de dar solución a la pregunta de investigación ¿Cuáles serían las características principales de una estrategia pedagógica para mejorar el proceso de enseñanza de conceptos de la Programación Orientada a Objetos?

3.1. Aplicación del pre-test

Para llevar a cabo esta investigación en esta sesión se diseñó una prueba tipo test de selección múltiple como se observa en la Figura 1 en el que participaron dos grupos de estudiantes de la asignatura de Programación Orientada a Objetos, en los cuales se integró el uso de la gamificación durante el desarrollo de las clases impartidas por el docente. Por otro lado, en el grupo de control se desarrolló una clase magistral explicando el concepto de método. Para los dos grupos experimentales se empleó el pre-test y post-test y para el grupo de control solo se aplicó el post-test, con el objetivo de realizar un diagnóstico acerca de las competencias que tiene cada estudiante con respecto al concepto de método.

TEST

1. ¿Qué es un método?
 - a. Un conjunto de instrucciones que permiten retornar un valor
 - b. Una función que se puede usar en varios contextos
 - c. Un conjunto de instrucciones que pueden tener parámetros y a su vez retornar o no valores
 - d. Una función que puede tener parámetros y a su vez retornar o no valores

2. ¿Cuál de las siguientes expresiones es verdadera?
 - a. La función es de corto alcance y el método de largo alcance
 - b. Las funciones públicas pueden existir al interior de una clase
 - c. Los métodos son las funciones de una clase
 - d. Las funciones y los métodos son lo mismo

3. ¿En programación orientada a objetos un método puede ser privado?
 - a. Si
 - b. No

4. Con relación a los parámetros, un método siempre:
 - a. Debe llevar parámetros
 - b. No debe llevar parámetros
 - c. Puede llevar parámetros
 - d. Solo puede llevar dos parámetros

Una función y un método tienen un parecido particular, ¿Cuál cree que es?

5. ¿Qué entiende por método abstracto?
 - a. Aquel que no se puede ver
 - b. Aquel que se puede ver, pero no tocar
 - c. Aquel que se define en la firma de una interface
 - d. Aquel que se implementa en una clase abstracta

Figura 1. Test de concepto de método
Fuente: Autores

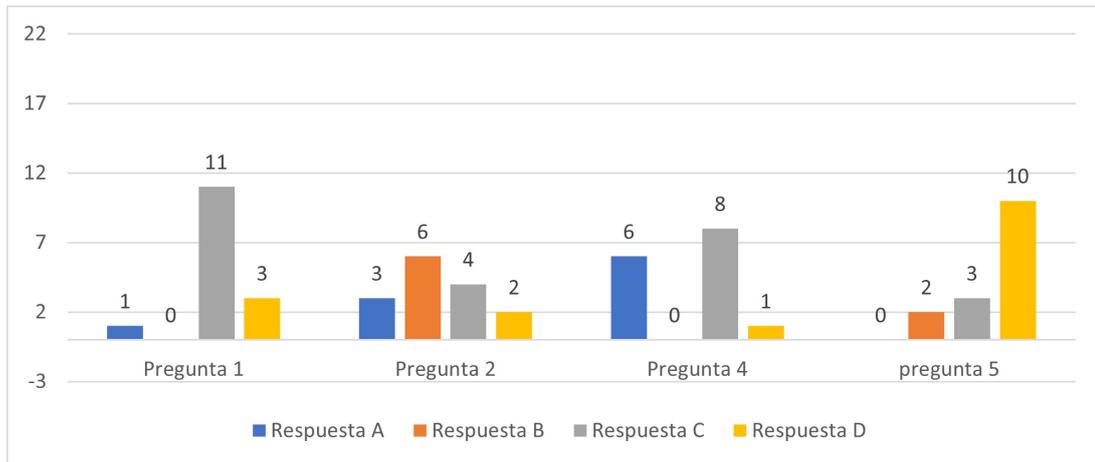


Figura 2. Respuestas generales del pre-test del grupo A
Fuente: Autores

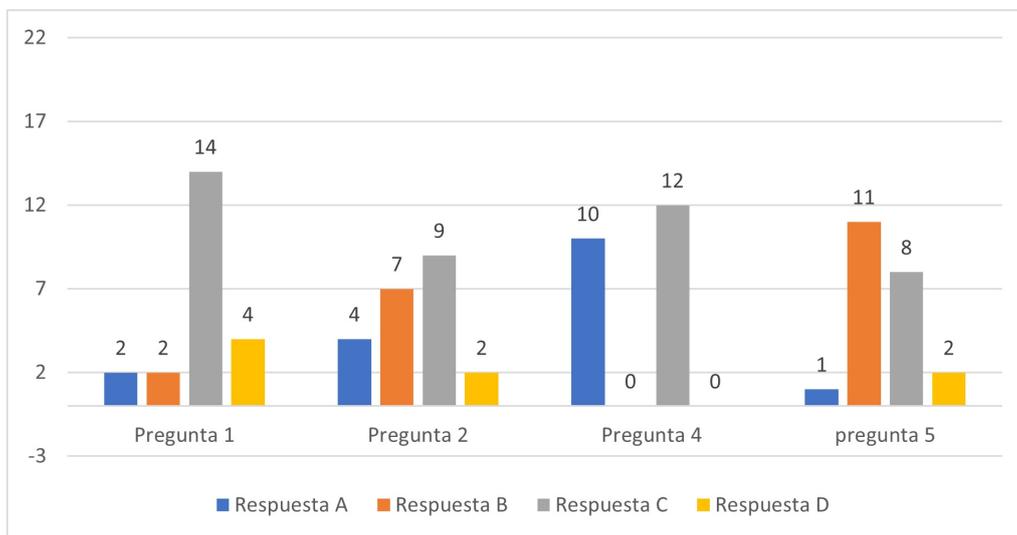


Figura 3. Respuestas generales del pre-test Grupo B
Fuente: Autores

Paso seguido, se aplicó el pre-test a los dos grupos experimentales de la asignatura de Programación Orientada a Objetos. En la Figura 2 se observan los resultados del grupo A, con una muestra de 15 estudiantes; en la Figura 3 se presentan los resultados del grupo B con una muestra de 22 estudiantes. Con base en estos resultados se puede observar que los estudiantes no tienen claro el concepto de método, y si un método debe o no llevar parámetros, no diferencian el término de función y método. Adicionalmente, no comprenden el concepto de método abstracto.

3.2. Selección del videojuego o ambiente gamificado

La selección del ambiente de gamificación se realizó a través de la revisión de literatura donde se logró recopilar información respecto a diferentes videojuegos o herramientas de gamificación con una orientación hacia la enseñanza y aprendizaje de la programación.

Cada herramienta identificada fue inicialmente descrita, con las características más importantes, enfoques y objetivos correspondientes de cada propósito previsto de los entornos gamificados. La elección del ambiente gamificado se realizó de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 1. La profundización de los videojuegos debía ser hacia la programación, donde los estudiantes pudieran competir entre ellos. Esto con el fin de despertar la motivación de cada estudiante. A continuación, se presentan diferentes ambientes gamificados.

- *Sololearn* es una plataforma que presenta conceptos básicos relacionados con Python, C++, Java, JavaScript, C#, C, SQL, Machine Learning, HTML, PHP, Ruby, jQuery, React. Esta herramienta comparte la base teórica y evalúa el aprendizaje adquirido por medio de ejercicios prácticos a través de cuestionarios. Los elementos gamificados que utiliza Sololearn son puntos, trofeos, niveles, competencias entre compañeros, tablas de clasificación e insignias. Es importante resaltar que Sololearn no es un videojuego es una plataforma que hace uso de elementos de la gamificación.
- *BlueJ* es un entorno de desarrollo que permite construir programas en Java de forma rápida y sencilla. Sus principales características son, tiene una interfaz deliberadamente más pequeña y simple que los entornos profesionales como NetBeans o Eclipse. Se puede invocar código Java directamente [16].
- *CodinGame* es un videojuego en los que los jugadores escriben su código para controlar las acciones en un escenario de juego [13]. Los jugadores tienen un conjunto de pruebas explícitos (en la parte inferior derecha de la captura de la pantalla) y ellos pueden ejecutar pruebas individuales o todo el conjunto de pruebas en su código. En este videojuego presenta conceptos básicos como C, C#, Java, JavaScript, Pascal, PHP, Python y .Net..
- *CodeHunt* el estudio realizado por [17] describe a CodeHunt como una plataforma de juegos serios basados en la web para que los jugadores resuelvan duelos de codificación, un tipo de rompecabezas basados en la programación y la ingeniería de software su enfoque va hacia los lenguajes de programación como: java y C#. En CodeHunt, un jugador modifica iterativamente el código para que coincida con el comportamiento funcional de un segmento de código secreto. El comportamiento funcional se define con base en casos de prueba unitarios que se muestran como pares de entrada-salida. Para guiar a los jugadores a modificar el segmento de código. CodeHunt proporciona comentarios basados en la generación de pruebas a través del motor

Pex. En CodeHunt, la forma de escribir código es muy diferente de la forma en que se desarrolla el software tradicional, debido a que no hay requisitos conocidos (ya sea documentados de manera informal/formal o existentes en la mente de los desarrolladores); el aspecto del juego CodeHunt es esencialmente una reingeniería a partir de ejemplos de comportamientos esperados observados a partir de casos de prueba generados.

- *CodeFights* En el estudio realizado en [13] describe a CodeFights como una plataforma que ejemplifica un escenario alternativo en el que la gamificación podría ser útil; en CodeFights, los jugadores compiten en diferentes tipos de desafíos de codificación, y el objetivo específico es reclutar; las empresas pueden pagar para ponerse en contacto con los mejores jugadores. Este videojuego es un ring entre los programadores que estén en línea, pueden luchar por tiempo, esto permite generar un control de los resultados de cada usuario. La idea principal del videojuego es potenciar las habilidades de cada programador.
- *Code Defender* [13] se basa en la idea de las pruebas de mutación. En el centro del juego hay un programa bajo prueba, donde los jugadores asumen uno de los dos roles: Atacantes apuntar a crear versiones mutantes del programa; es decir, versiones que tienen sutiles diferencias. Defensores escribir casos de prueba para el programa bajo prueba, con el objetivo de detectar la mayor cantidad posible de mutantes escritos por los atacantes. En este videojuego hacen uso de un elemento de gamificación las insignias, los atacantes reciben puntos por mutantes que no son detectados por las pruebas, y los defensores reciben puntos por detectar mutantes.
- *CodeCombat* fue creada por George Saines, Nick Winter y Scott [18]. Es un entorno de gestión de aprendizaje de programación completo adecuado tanto principiantes como para estudiantes con experiencia previa a la programación. También se considera adecuado para los docentes, permite la creación de un salón de clases con la capacidad de monitorear el progreso de los estudiantes. El primer curso de CodeCombat, titulado Introducción a la Informática, se enfoca en enseñar conceptos fundamentales de programación. El jugador puede elegir su avatar llamado héroe, así como el lenguaje de Programación que se utilizará. Los lenguajes de programación disponibles son Python, JavaScript, CoffeeScript y C++. En cada nivel de este entorno, el jugador debe escribir algunas líneas de código que permiten darle movilidad al héroe seleccionado, esto da la sensación de programar un videojuego y genera una expectativa en el estudiante en formación. Los diamantes recolectados en un nivel se pueden usar entre niveles para adquirir mejores armaduras o dispositivos mágicos que permitan controlar tareas cada vez más difíciles. Si el código es incorrecto, el héroe pierde puntos, aunque hay muchas pistas disponibles para guiar al jugador a través del juego.
- *Angry Birds* [19] es uno de los juegos móviles populares basados en la física. El objetivo es dispararle a un pájaro con una honda y así dañar a los cerdos. Debido a que los objetivos a

menudo permanecen dentro de un edificio, es difícil matar directamente a los cerdos. En el estudio de [14] tienen como objetivo crear una Inteligencia Artificial con base en el juego de Angry Birds, este juego tiene varios tipos de niveles, donde la mayoría de los niveles son bastante difíciles tanto para el estudiante como para los agentes de la Inteligencia Artificial, el estudio consistió en la realización de un torneo de Inteligencia Artificial donde los equipos compuestos por cuatro estudiantes debían superar cada nivel por medio del uso de la inteligencia artificial.

Tabla 1. Comparación de ambientes gamificados

Videojuego	Insignias	Registro de la evolución del estudiante	Lenguaje de Programación Java	Compromiso
Sololearn	✓		✓	
CodeCombat	✓	✓	✓	✓
BlueJ			✓	
CodinGame	✓		✓	✓
CodeHunt	✓	✓	✓	✓
CodeFights	✓		✓	✓
Angry Birds	✓			✓
VILLE	✓			✓
Coursera	✓		✓	✓

Fuente: Autores

A partir de la revisión de literatura se lograron identificar distintos ambientes gamificados basados en el aprendizaje de programación, teniendo en cuenta los criterios de la Tabla 1, se realizó un análisis comparativo y un análisis evaluativo el cual permitió identificar y seleccionar a CodeCombat como el ambiente gamificado más adecuado para la implementación e integración dentro de la metodología de la clase. Los criterios tenidos en cuenta fueron: Insignias este hace referencia a un reconocimiento que se le da al estudiante que culmina los objetivos del videojuego en un tiempo menor a sus competidores; el registro de la evolución del estudiante permite al docente verificar el proceso de cada estudiante en el videojuego; el lenguaje de programación java, este lenguaje es orientado a objetos el cual hace uso del concepto de método y por último el compromiso, este criterio es importante dado que para el desarrollo de esta investigación el compromiso por parte del estudiante permitía un desarrollo favorable de las pruebas.

3.3. Aplicación del videojuego CodeCombat

El videojuego introducido durante el desarrollo de la estrategia es el videojuego llamado CodeCombat, como se muestra en la Figura 4. Este videojuego cuenta con una ventaja al brindarle al docente una opción de “crear clase personalizada” (Figura 5) en la cual se puede enviar la invitación a los estudiantes para acceder a la clase creada por el docente. Esto le permite al docente tener la facultad de visualizar y controlar el proceso de cada estudiante, su puntuación, el total de

niveles logrados y el avance durante la aplicación del videojuego.



Figura 4 Interfaz del videojuego
Fuente: [20]

Para la ejecución del videojuego CodeCombat, se aplicó a dos grupos. El primer grupo A tuvo una participación de 13 estudiantes como se muestra en la Figura 5, los cuales tenían acceso a 19 niveles. Por tiempo se colocó como meta hasta nivel 10, para completar la misión se estimó un tiempo de 1 hora de juego para completar los niveles. El grupo B estuvo compuesto por 25 estudiantes.



Figura 5. Creación de clase grupo A
Fuente: [21]

Cuando el estudiante ingresa el código de invitación de la clase creada por el docente, se observa en la Figura 6 el inicio del videojuego. Para pasar al siguiente nivel el estudiante debe cumplir un objetivo, CodeCombat le presenta al jugador el objetivo, el avatar y los obstáculos que tiene cada nivel, también le presenta un editor de código en el cual debe colocar el código correspondiente para cumplir con los objetivos e ingresar al siguiente nivel como se muestra en la Figura 7.



Figura 6. Inicio del Videojuego
Fuente: [20]



Figura 7 Nivel 1 del Videojuego
Fuente: [20]

Cuando el estudiante o jugador escribe incorrectamente las sentencias de código, CodeCombat le indica cuál es el error y qué línea de código debe modificar para superar el objetivo, como se puede evidenciar en la Figura 8.3.4.



Figura 8 Objetivo incorrecto
Fuente: [20]

3.4. Diseño e Implementación de la estrategia "identificando mi clase"

En el desarrollo de esta estrategia pedagógica se adoptó una de las categorizaciones establecidas en la gamificación [4]. La categoría consiste en clasificar a los participantes de acuerdo con los puntos o rendimiento de cada uno, este genera competencia entre los participantes y establece un ranking de competencia. La respuesta ante esta selección fue positiva puesto que el grado de interés por participar en el proceso se incrementó en un 100%.

Actividad pedagógica

Por medio de unas fichas tipo tarjeta las cuales llevarán el nombre de una clase, y que fueron entregadas a cada uno de los estudiantes del grupo experimental, el estudiante deberá crear sus respectivos atributos y métodos de la clase que le correspondió, como se observa en la Figura 9.

En este caso se hará uso de las técnicas de gamificación donde a cada estudiante que realice la actividad en el menor tiempo posible se le darán puntos extras.

Ejemplo:

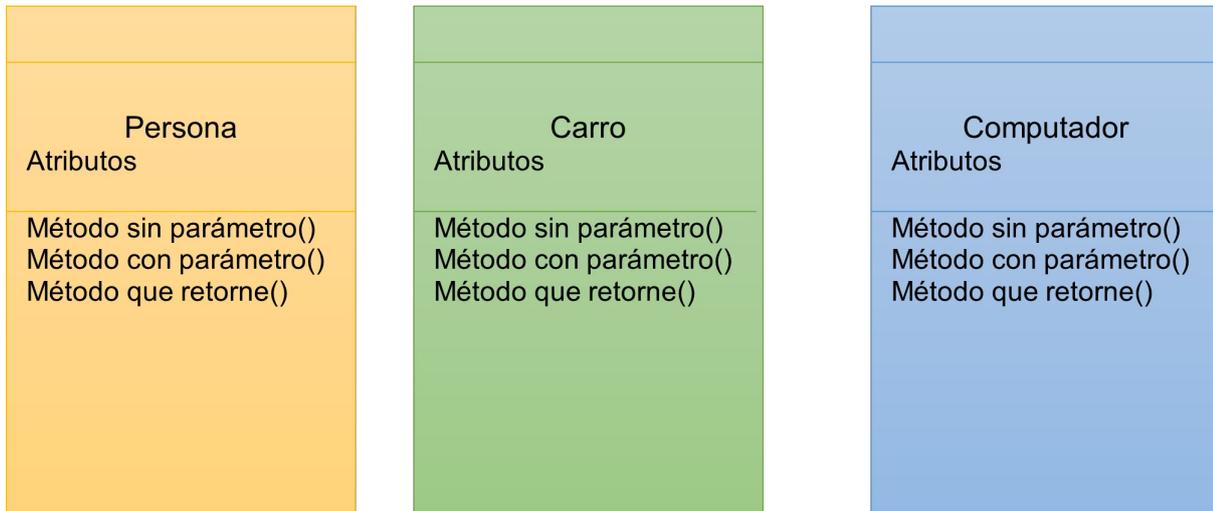


Figura 9 Tarjetas de la estrategia pedagógica
Fuente: Autores

Cada estudiante tomó su respectiva tarjeta la cual hacía referencia a una clase en Programación Orientada a Objetos, los estudiantes debían colocar los respectivos métodos, de cada clase. Al iniciar con el desarrollo de la actividad algunos estudiantes presentaron dificultad para llevar a cabo esta actividad, dado que desconocían el significado de método y parámetro. Luego de la explicación por parte del investigador los estudiantes procedieron a resolver la actividad. En la Figura 10 se evidencia el desarrollo de la estrategia “Identificando mi Clase” por parte de los estudiantes de Ingeniería de Sistemas.



Figura 10. Evidencia del desarrollo de la estrategia pedagógica
Fuente: Autores

4. Clase magistral al grupo de control

En el grupo de control se realizó una presentación explicando el concepto de método, función y las diferencias entre estos dos conceptos. Esto se pudo determinar debido a que a través de la investigación se evidenció que el estudiante confunde método con función en programación. Así mismo, se explicó a través de código la firma de un método y una función. Un método en Programación Orientada a Objetos se puede entender como una acción que un objeto puede realizar dentro de una clase, es decir, el método es el hacer de un objeto o una propiedad.

Adicionalmente, se presentó el concepto de método y función, haciendo claridad en sus diferencias. La característica diferencial de una función consiste en su uso, puede ser utilizada en cualquier parte del código tan solo con cargar la librería o archivo que la contiene. La simplicidad de las funciones permite introducir a los desarrolladores al mundo de la programación orientada a objetos y por ende al concepto de método. Estableciendo la comparación entre la función y el método, se presentaron dos enfoques para el método. Por un lado, la necesidad de crear un objeto de una clase para acceder a los métodos y por el otro, la posibilidad de usar un método como si fuera una función haciendo uso del concepto estático.

Para evidenciar el avance de los estudiantes, se propuso el desarrollo de un taller en donde el usuario debía digitar un número por pantalla y luego verificar si ese número era par o impar. Los estudiantes crearon el taller con dos paquetes en el lenguaje de programación Java. El objetivo de los paquetes es la organización de código, así se va introduciendo al estudiante aspectos de arquitectura de una aplicación. El objetivo de la clase número era capturar un valor desde un archivo externo y manipularlo al interior de una clase. El concepto de propiedad queda fortalecido con este taller y de igual forma el concepto de encapsulamiento. La lógica del negocio para este taller se encuentra implementada en un método utilizado por los estudiantes para resolver el problema propuesto. En la Figura 11 se presenta la estructura y organización de componentes del taller. En la Figura 12 se presenta la clase Numero su propiedad y sus métodos para acceder a los datos.

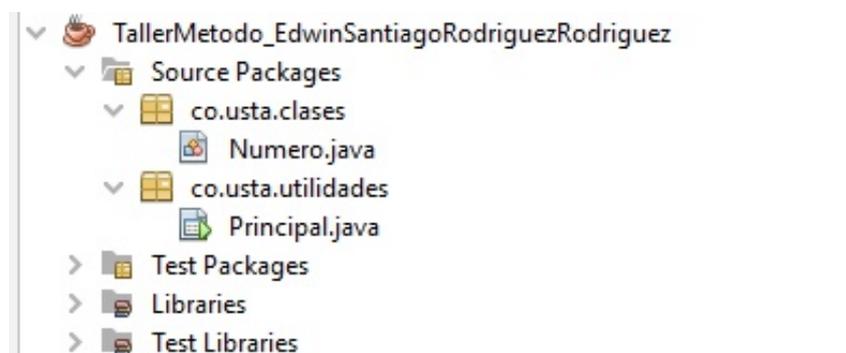


Figura 11. Estructura del proyecto
Fuente: Autores

```

package com.usta.miclasa;

public class Numero {

    private Integer numerito;

    public Numero() {
    }

    public Numero(Integer numerito) {
        this.numerito = numerito;
    }

    public Integer getNumerito() {
        return numerito;
    }

    public void setNumerito(Integer numerito) {
        this.numerito = numerito;
    }

    @Override
    public String toString() {
        return "numero(" + "numerito=" + numerito + ')';
    }
}

```

Figura 12. Clase Numero
Fuente: Autores

Luego de realizar las anteriores indicaciones el estudiante debía crear un método como se observa en la Figura 13 para verificar si el número que se ingresaba por pantalla era par y una función para verificar si el número era impar. El objetivo de esta actividad era reforzar los conceptos de función y método.

```

public Boolean par() {
    return numerito % 2 == 0;
}

public static Boolean impar(Integer numero) {
    return numero % 2 != 0;
}

```

Figura 13. Elaboración de método y función en la clase Numero
Fuente: Autores

Posteriormente, el estudiante llamaba en el formulario Principal al método y función realizado en la clase Numero como se evidencia en la Figura 14.

```

private void btnCalcularActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    int valor;
    valor = Integer.parseInt(cajaNumero.getText());

    Numero objNumero = new Numero();

    if (objNumero.esPar()) {
        lblResultado.setText("es par");
    }
    else {
        Numero.esImpar(valor);
        lblResultado.setText("es impar");
    }
}

```

Figura 14. Llamado del método y función en la clase Principal
Fuente: Autores

Finalmente, el estudiante debía verificar como se presenta en la Figura 15 si el programa funcionaba correctamente.

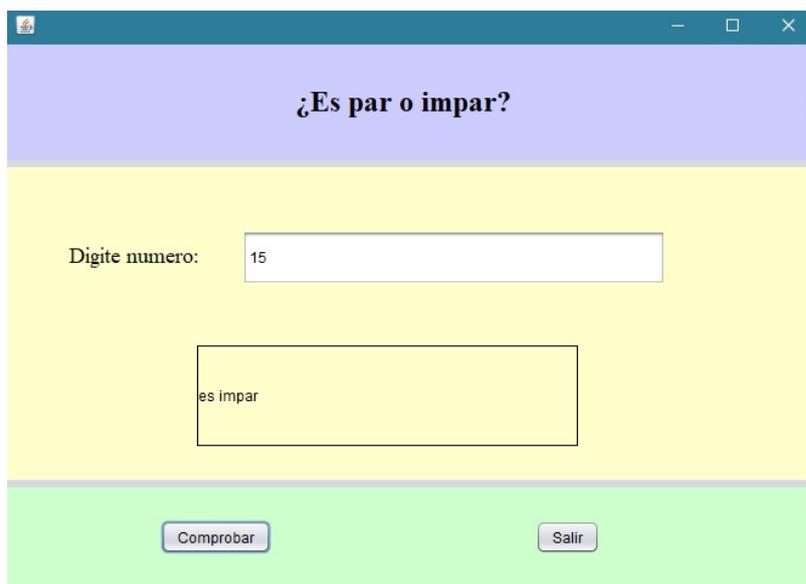


Figura 15. Resultado Final
Fuente: Autores

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.1. Implementación del post-test

Para validar la estrategia pedagógica "identificando mi clase" y la ejecución del videojuego o entorno gamificado se implementó el post-test con el fin de verificar si hay diferencias en los resultados con respecto a los resultados del pre-test.

La ejecución de la estrategia pedagógica "identificando mi clase" y el uso del videojuego CodeCombat, permitió dar respuesta a la pregunta de investigación planteada en este trabajo ¿Cuáles serían las características principales de una estrategia pedagógica para mejorar el proceso de enseñanza/ aprendizaje de la POO?

La Figura 16 describe los resultados del grupo C con una muestra de 15 estudiantes de la asignatura de Programación Orientada a Objetos como grupo de control base de esta investigación.

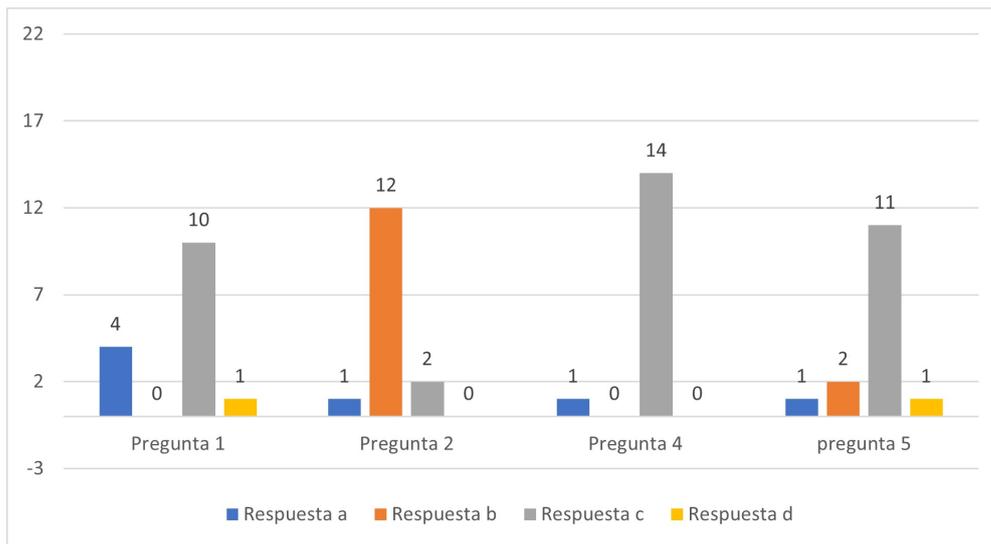


Figura 16. Respuestas generales de la prueba del grupo de control
Fuente: Autores

Los resultados obtenidos permitieron evidenciar que la integración de gamificación en la enseñanza tuvo un efecto significativo con relación del pre-test y post-test como se muestra en las Figura 17 y Figura 18. Los estudiantes mostraron un mayor interés en las clases durante el desarrollo de la estrategia pedagógica. El videojuego CodeCombat fue de agrado para los estudiantes dado que se mostraron motivados, siendo el juego un complemento clave por el cual los estudiantes pudieron ver la importancia de aprender el concepto de método.

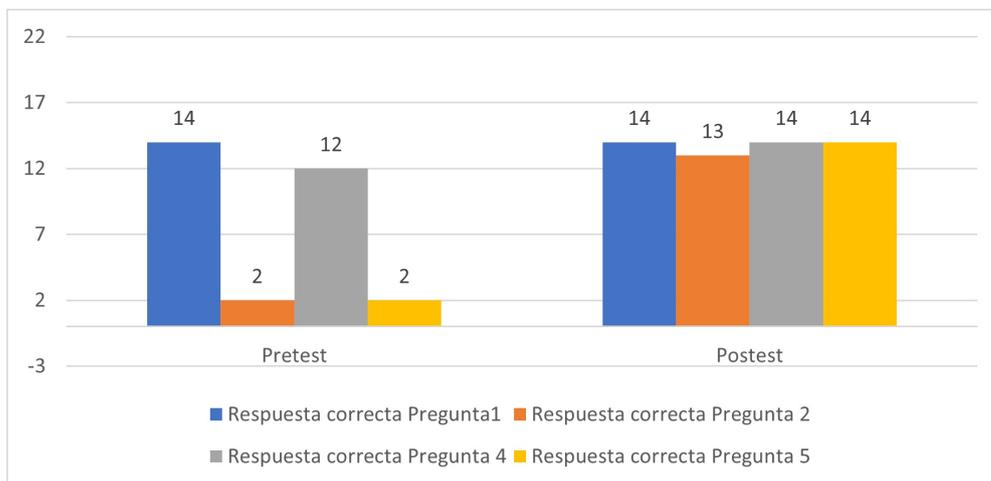


Figura 17. Resultados de pre-test y post-test del grupo A
Fuente: Autores

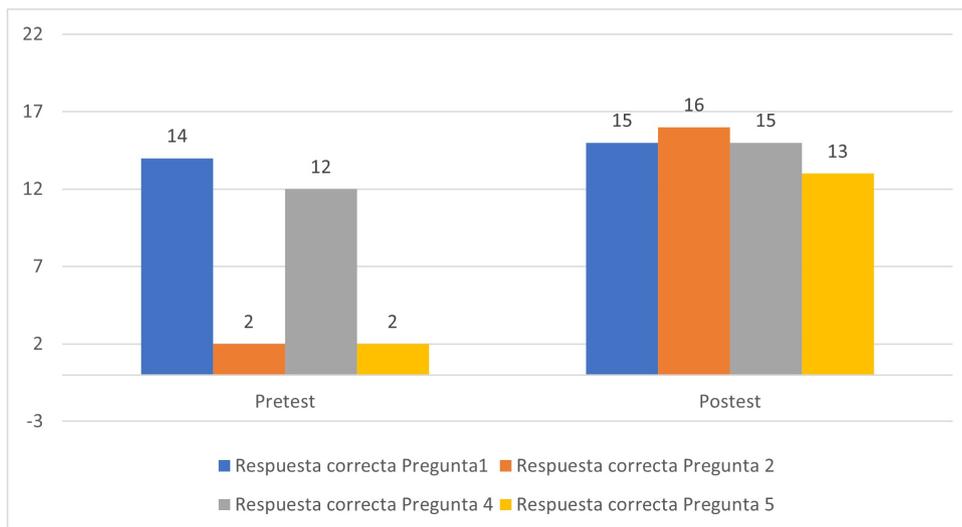


Figura 18. Resultados de pre-test y post-test del grupo B
Fuente: Autores

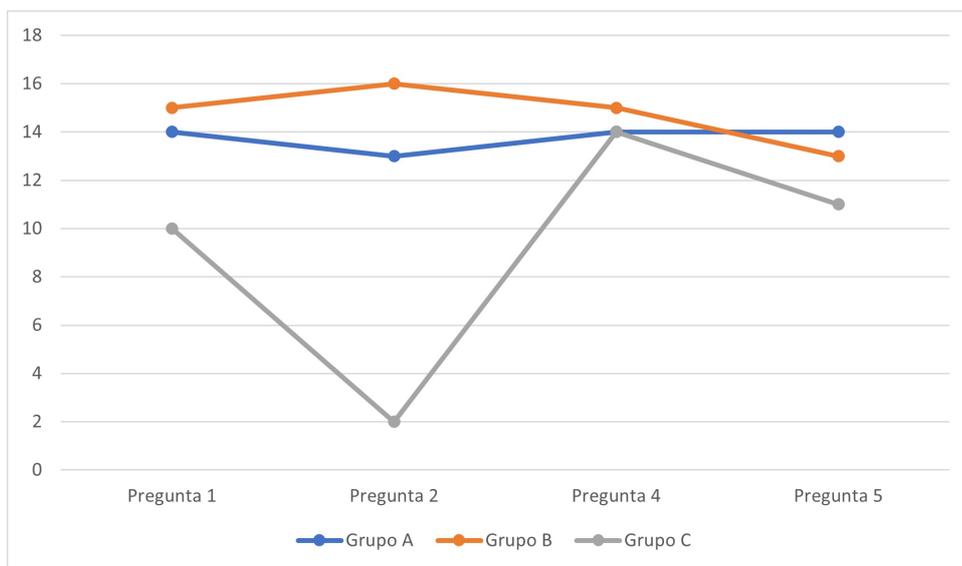


Figura 19. Resultados del grupo experimental (A, B) y del grupo de control (C)
Fuente: Autores

En la Figura 19 se presenta la comparación con las preguntas correctas que tuvo cada uno de los dos grupos experimentales y el grupo de control, con el objetivo de medir los resultados de los grupos que participaron en el proyecto de investigación. En el Grupo A se contó con una muestra de 14 estudiantes, el grupo B participaron 19 estudiantes y el grupo de control participaron 15 estudiantes, para el post-test hubo una disminución de la muestra de los grupos experimentales con respecto al pre-test dado que no asistieron algunos estudiantes a la aplicación del post-test. Teniendo en cuenta la muestra de cada grupo se observa una diferencia de resultados entre los dos grupos del experimento en el cual se aplicó la estrategia pedagógica y el grupo de control.

Adicionalmente, este videojuego presentó una herramienta importante para el docente, la creación de una clase, en donde permitió dar seguimiento al estudiante; esto generó un sentimiento de competencia en el estudiante donde todos deseaban completar el total de niveles de primero. En términos generales, los resultados obtenidos durante la aplicación del pre-test evidenciaron que el estudiante que tuvo dificultad para responder la prueba desconocía conceptos básicos de método en Programación Orientada a Objetos. Con base en el diagnóstico inicial (pre-test) se pudo evidenciar las deficiencias por parte del estudiante con respecto a los conceptos básicos de método la cual contribuyó a la realización de la estrategia pedagógica.

5.2. Método de Wilcoxon

SPSS es un software estadístico desarrollado por la compañía IBM que presenta funciones y procedimientos sólidos y sofisticados, que aborda todas las facetas del proceso analítico, desde la preparación y gestión de datos hasta el análisis y la elaboración de informes [8]. Proporciona métodos automatizados para identificar anomalías y transformaciones estadísticas para abordar valores atípicos. Ofrece tablas y visualizaciones para comunicar los resultados de manera efectiva [22].

En este estudio se esperaba conocer si con la aplicación de la estrategia pedagógica denominada "identificando mi clase" aumentaba la puntuación de la calificación del post-test, por lo cual se implementó el instrumento de recolección de datos con una escala ordinal (nunca, un poco, regular, casi siempre, siempre) en los resultados del pre-test y post-test como se muestra en la Figura 21.

Para el grupo A se aplicó el instrumento de pre-test a una muestra de 15 estudiantes, de la asignatura de Programación Orientada a Objetos de segundo semestre de Ingeniería de Sistemas, inicialmente como un diagnóstico para determinar el estado inicial antes de la intervención estratégica. Para la aplicación del pos-test se contó con una muestra de 14 estudiantes, con respecto al pre-test hubo una disminución dado que un estudiante no asistió a la aplicación del pos-test quedando con una muestra de 14 estudiantes como se muestra en la Figura 20.

Para el grupo B se aplicó el instrumento de pre-test a 22 estudiantes de la asignatura de Programación Orientada a Objetos de segundo semestre de Ingeniería de Sistemas, inicialmente como un diagnóstico para determinar el estado inicial antes de la intervención estratégica. La prueba se aplicó con preguntas básicas del concepto de método, con un grado de dificultad medio, esto se realizó con el objetivo de identificar las dificultades que tiene el estudiante. Luego de revisar los resultados y de aplicar la estrategia pedagógica se aplica el instrumento del post-test a 19 estudiantes dado que tres estudiantes no participaron en el desarrollo del post-test por lo cual se descartaron, debido a que solo presentaron el pre-test, no se contaba con el índice de respuesta del post-test quedando la muestra de estudio con 19 estudiantes como se muestra en la Figura 21.

	Sin_estrategia	Con_estrategia	var	var	var	var	var	var
1	Un poco	Casi siempre						
2	Un poco	Siempre						
3	Regular	Regular						
4	Nunca	Casi siempre						
5	Nunca	Un poco						
6	Un poco	Siempre						
7	Un poco	Siempre						
8	Nunca	Siempre						
9	Un poco	Regular						
10	Nunca	Regular						
11	Regular	Regular						
12	Nunca	Regular						
13	Un poco	Casi siempre						
14	Casi siempre	Casi siempre						
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								

Figura 20. Datos de los resultados en SPSS del grupo A
Fuente: Autores

	Sin_estrategia	Con_estrategia	var	var	var	var	var	var
1	Un poco	Casi siempre						
2	Un poco	Siempre						
3	Regular	Regular						
4	Nunca	Casi siempre						
5	Nunca	Un poco						
6	Un poco	Siempre						
7	Un poco	Siempre						
8	Nunca	Siempre						
9	Un poco	Regular						
10	Nunca	Regular						
11	Regular	Regular						
12	Nunca	Regular						
13	Un poco	Casi siempre						
14	Casi siempre	Casi siempre						
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								

Figura 21. Datos de los resultados en SPSS del grupo B
Fuente: Autores

A través del análisis de las pruebas relacionadas con el método de Wilcoxon como se muestran en la Tabla 2 del grupo A y la Tabla 3 del grupo B se realiza la siguiente hipótesis:

H=0 Hay diferencia entre la comprensión del concepto de método de los estudiantes por el empleo de la estrategia pedagógica “aprendiendo a través de videojuegos” de la asignatura Programación Orientada a Objetos impartida en segundo semestre de Ingeniería de Sistemas.

H≠0 No hay diferencia entre la comprensión del concepto de método de los estudiantes por el empleo de la estrategia pedagógica “aprendiendo a través de videojuegos” de la asignatura Programación Orientada a Objetos impartida en segundo semestre de una universidad acreditada con alta calidad.

Para realizar el respectivo análisis se debe hallar el valor de P-valor y se compara con el nivel de confianza (95%), para que la hipótesis sea válida el valor de P debe ser menor al nivel de confianza, dicho lo anterior se da por válida la hipótesis dado que el valor de P es menor que el nivel de confianza como se observa en la Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 2. Aplicación método de Wilcoxon Grupo A

PRUEBA: Wilcoxon para muestras relacionadas				
P-valor=0.0003		<		Nivel de confianza $\alpha=0.05$ (95%)
Pruebas no paramétricas				
[Conjunto_de_datos] C:\Users\DELL_COREI7\Documents\MAESTRÍA\PROYECTO MAESTRIA\OBJETIVO 4\tabla_datos.sav				
Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon				
Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Condicion 2 con estrategia - Condicion 1 sin estrategia	Rangos negativos	0 ^a	.00	.00
	Rangos positivos	16 ^b	8.50	136.00
	Empates	3 ^c		
	Total	19		
a. Condicion 2 con estrategia < Condicion 1 sin estrategia b. Condicion 2 con estrategia > Condicion 1 sin estrategia c. Condicion 2 con estrategia = Condicion 1 sin estrategia				
Estadísticos de contraste^a				
	Condicion 2 con estrategia - Condicion 1 sin estrategia			
Z	-3.572 ^b			
Sig. asintót. (bilateral)	0.000354			
a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon b. Basado en los rangos negativos.				

Fuente: Autores

Tabla 3. Aplicación del método de Wilcoxon Grupo B

PRUEBA: Wilcoxon para muestras relacionadas				
P-valor=0.0003	<	Nivel de confianza $\alpha=0.05$ (95%)		
Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon				
Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Condicion 2 con estrategia - Condicion 1 sin estrategia	Rangos negativos	0 ^a	.00	.00
	Rangos positivos	11 ^b	6.00	66.00
	Empates	3 ^c		
	Total	14		
a. Condicion 2 con estrategia < Condicion 1 sin estrategia b. Condicion 2 con estrategia > Condicion 1 sin estrategia c. Condicion 2 con estrategia = Condicion 1 sin estrategia				
Estadísticos de contraste^a				
	Condicion 2 con estrategia - Condicion 1 sin estrategia			
Z		-2.965 ^b		
Sig. asintót. (bilateral)		.003		
a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon b. Basado en los rangos negativos.				

Fuente: Autores

6. CONCLUSIONES

- Se desarrolló una estrategia pedagógica haciendo uso de los ambientes gamificados trasladados a las aulas de clase, utilizando el videojuego CodeCombat a los dos grupos experimentales de estudiantes, con el objetivo de analizar el impacto que puede generar la gamificación en los resultados de las pruebas en los estudiantes. Para la ejecución del proyecto se tuvo una participación de 37 estudiantes distribuidos en los dos grupos experimentales y 15 estudiantes del grupo de control, con una participación total de 52 estudiantes. Para los grupos experimentales se implementó como primera medida la estrategia pedagógica "identificando mi objeto" en la cual se identificó que el estudiante no comprendía el concepto de método, tuvo dificultad para desarrollar esta actividad debido a que la actividad solicitaba que cada método llevara un parámetro donde el estudiante no identificaba el concepto de parámetro; paso seguido se utilizó el videojuego CodeCombat dentro de la metodología de la clase, por medio de esta actividad se pudo evidenciar que el estudiante tuvo más familiaridad con el videojuego, no tuvo dificultad con los niveles que le presentaba el videojuego.
- A través de esta investigación y de la revisión sistemática de literatura se pudo evidenciar que una

de las problemáticas que engloba la enseñanza de la programación, es la desmotivación que tiene el estudiante por practicar, no realiza ejercicios extra fuera de las clases magistrales, solo se queda con lo aprendido en clase, donde la clave para comprender conceptos de programación es la práctica.

- Por medio de la aplicación del método de Wilcoxon se comprobó que al realizar la comparación del pre-test y post-test demuestra una diferencia en los resultados, al ser menor P-valor con el nivel de confianza se da por válida la hipótesis del proyecto de investigación.

7. REFERENCIAS

- [1] S. Popat and L. Starkey, "Learning to code or coding to learn? A systematic review," *Computers & Education*, vol. 128, no. September 2018, pp. 365–376, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.compedu.2018.10.005.
- [2] V. F. Martins, I. de Almeida Souza Concilio, and M. de Paiva Guimarães, "Problem based learning associated to the development of games for programming teaching," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 26, no. 5, pp. 1577–1589, Sep. 2018, doi: 10.1002/cae.21968.
- [3] A. W. Schmolitzky and T. Göttel, "Guess My Object – An 'Objects First' Game on Objects' Behavior and Implementation with BlueJ," in *Proceedings of the 2014 conference on Innovation & technology in computer science education - ITICSE '14*, 2014, pp. 219–224. doi: 10.1145/2591708.2591725.
- [4] S. Azmi, N. A. Iahad, and N. Ahmad, "Gamification in online collaborative learning for programming courses: A literature review," *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 10, no. 23, pp. 18087 – 18094, 2015, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84953384357&partnerID=40&md5=c266890a29d0f7e5c1ce2036c3db7e73>
- [5] C. A. Guerrero Alarcón, L. E. Gutiérrez López, and K. D. Cuervo Cely, "Los videojuegos como estrategia para incrementar la motivación y alcance de logros en procesos de aprendizaje," in *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2020*, Aug. 2020, pp. 1–9. doi: 10.26507/ponencia.750.
- [6] L. E. Gutiérrez, C. A. Guerrero, and H. A. López-Ospina, "Ranking of problems and solutions in the teaching and learning of object-oriented programming," *Education and Information Technologies*, vol. 27, no. 5, pp. 7205–7239, Jun. 2022, doi: 10.1007/s10639-022-10929-5.
- [7] D. B. Silva, R. D. L. Aguiar, Di. S. Dvconlo, and C. N. Silla, "Recent Studies About Teaching Algorithms (CS1) and Data Structures (CS2) for Computer Science Students," in *2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Oct. 2019, vol. 2019-October, pp. 1–8. doi: 10.1109/FIE43999.2019.9028702.
- [8] IBM, "Propel research and analysis with a comprehensive statistical software solution," 2021. www.ibm.com/spssstatistics
- [9] D. Vlachopoulos and A. Makri, "The effect of games and simulations on higher education: a systematic literature review," *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 14, no. 1, p. 22, Dec. 2017, doi: 10.1186/s41239-017-0062-1.
- [10] E. Lotfi and B. Mohammed, "Teaching Object Oriented Programming Concepts Through a Mobile Serious Game," in *Proceedings of the 3rd International Conference on Smart City Applications*, Oct. 2018, pp. 1–6. doi: 10.1145/3286606.3286851.
- [11] A. Knutas, A. Herala, E. Vanhala, and J. Ikonen, "The Flipped Classroom Method," in *Proceedings of the 17th International Conference on Computer Systems and Technologies 2016*, Jun. 2016, vol. 1164, no. June, pp. 423–430. doi: 10.1145/2983468.2983524.

- [12] E. G. Rincón-Flores, M. S. R. Montoya, and J. Mena, "Engaging MOOC through gamification," in Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, Oct. 2019, pp. 600–606. doi: 10.1145/3362789.3362831.
- [13] G. Fraser, "Gamification of Software Testing," in 2017 IEEE/ACM 12th International Workshop on Automation of Software Testing (AST), May 2017, pp. 2–7. doi: 10.1109/AST.2017.20.
- [14] D.-M. Yoon and K.-J. Kim, "Challenges and Opportunities in Game Artificial Intelligence Education Using Angry Birds," IEEE Access, vol. 3, pp. 793–804, 2015, doi: 10.1109/ACCESS.2015.2442680.
- [15] R. M. Parizi, "On the gamification of human-centric traceability tasks in software testing and coding," in 2016 IEEE 14th International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications (SERA), Jun. 2016, pp. 193–200. doi: 10.1109/SERA.2016.7516146.
- [16] BlueJ, "About BlueJ," 2022. [Online] <https://www.bluej.org/about.html>
- [17] N. Tillmann, J. De Halleux, J. Bishop, and T. Xie, "Code Hunt: Context-Driven Interactive Gaming for Learning Programming and Software Engineering," International Workshop on Context in Software Development, pp. 0–1, 2014, [Online]. Available: <http://web.engr.illinois.edu/~taoxie/publications/csd14-codehunt.pdf>
- [18] C. Kroustalli and S. Xinogalos, "Studying the effects of teaching programming to lower secondary school students with a serious game: a case study with Python and CodeCombat," Education and Information Technologies, vol. 26, no. 5, pp. 6069–6095, Sep. 2021, doi: 10.1007/s10639-021-10596-y.
- [19] A. Birds, "Angry Birds," 2023. [Online] <https://www.angrybirds.com/>
- [20] CodeCombat, "Aprenda a codificar a través del juego," 2023. [Online] <https://codecombat.com/>
- [21] CodeCombat, "Tablero del Docente," 2023. [Online] <https://codecombat.com/teachers/classes>
- [22] L. E. Gutiérrez et al., "Combined Framework of Multicriteria Methods to Identify Quality Attributes in Augmented Reality Applications," Mathematics, vol. 11, no. 13, p. 2834, Jun. 2023, doi: 10.3390/math11132834.

