



# **Estrategias de ludificación para evaluar el pensamiento computacional a través de un modelo basado en evidencia**

**Juan Sebastián Montaña Molina  
Cristian Danilo Mondragón Reyes**

Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Departamento de Sistemas  
Popayán, Colombia  
2019



# **Estrategias de ludificación para evaluar el pensamiento computacional a través de un modelo basado en evidencia**

**Juan Sebastián Montaña Molina  
Cristian Danilo Mondragon Reyes**

Monografía de trabajo de grado presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Ingeniero de Sistemas**

Director (a):

PhD. Hendrys Tobar Muñoz

Codirector (a):

PhD. Carolina González Serrano

Línea de Investigación:

Inteligencia Artificial y Educación

Grupo de Investigación:

Grupo de investigación GICO

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Departamento de Sistemas

Popayán, Colombia

2019













## Resumen

El pensamiento computacional es el tipo de pensamiento que permite la definición y solución de problemas procesados por un agente de información (como un computador). La relevancia del pensamiento computacional (PC), dentro de las últimas décadas, ha llevado a despertar interés en el estudio de su desarrollo y suscitó mecanismos para la implementación de cursos de PC dentro de la educación formal. Sin embargo, la implementación de cursos de PC ha estado rodeada de múltiples retos, como la necesidad de nuevos procesos de evaluación adaptados a la complejidad del PC. Por otro lado, los frameworks para evaluación basados en evidencia son aquellos que consideran el trabajo producido por el aprendiz como foco fundamental del análisis de los resultados de aprendizaje durante la evaluación. El uso de frameworks para evaluación basados en evidencia, dentro de los procesos de evaluación del PC, demuestran ser interesantes porque estos permiten que los estudiantes sean evaluados con base exclusiva en los algoritmos que producen. Sin embargo, estos nuevos mecanismos de evaluación no están exentos de algunas de las fricciones encontradas, por los estudiantes, en estos procesos como la ansiedad ante la evaluación y la falta de motivación por ella.

Es por esto que este trabajo propone el uso de ludificación dentro de procesos de evaluación del PC, por medio de modelos basados en evidencia, dado que la ludificación ha demostrado incrementar la motivación y puede ser positiva para disminuir la ansiedad del estudiante por ser evaluado. Por lo cual, se definieron estrategias de ludificación, junto con la creación de varias de estas y posteriormente se implementó una plataforma digital (llamada HERA) para la gestión de cursos de PC, que permite integrar las estrategias de ludificación dentro de los procesos de evaluación.

Este trabajo presenta el proceso de evaluación y validación del uso de la plataforma, dentro de un curso de PC. A partir de lo anterior, los resultados obtenidos sugieren que el uso de la plataforma puede generar un impacto positivo en la percepción de los estudiantes sobre sus procesos de evaluación. Finalmente, el contraste de los resultados con las

---

limitaciones del proyecto incitan a continuar, y profundizar, con las investigaciones realizadas sobre el tema.

**Palabras clave: Ludificación, Pensamiento Computacional, Modelos de evaluación basados en evidencia**

## **Abstract**

Computational Thinking (CT) is defined as the thought processes that allow us structure and process problems in a similar way as data processing agents do. The boom of CT, during the last few decades, has been the start of a movement trying to implement CT courses inside formal education environments. Nevertheless, this movement has some challenges, like the need for new assessment processes adapted to the complexity provided by CT itself. The use of evidence centered assessment frameworks, in order to properly assess CT, have proven to be useful. However, these mechanisms are not absent of having common issues presented by students during their assessment processes.

The purpose of this study is to promote the use of gamification techniques in conjunction with a evidence centered assessment framework in order to assess CT, while aliviating some of the difficulties found on students during these processes. In order to achieve the latter, this study defines the concept of gamification strategies, while also presenting a few of them as an example. Also, we created a digital platform (called Hera) in order to manage CT coruses, while also integrating the gamification strategies into the app's assessment processes. Additionally, this study presents the assessment and validation of the platform and its use into a CT course. The obtanied results suggest that the use of the platform could have a positive effect in the student's perceptions towards their assessments. Finally, and having in mind the limitations of this study, we suggest a further exploration and investigation of the subject matter.

**Keywords: Gamification, Computational Thinking, Evidence centered assessment**



# Contenido

	Pág.
<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
1.3 Metodología .....	4
1.4 Estructura del documento.....	5
<b>2. Revisión bibliográfica .....</b>	<b>7</b>
2.1 Marco teórico .....	7
2.1.1 Pensamiento computacional.....	7
2.1.2 Lenguajes de programación visual.....	7
2.1.3 Modelos de evaluación basados en evidencia .....	8
2.1.4 Ludificación.....	9
2.2 Estado del arte.....	9
2.2.1 Evaluación del pensamiento computacional .....	9
2.2.2 Mecanismos de ludificación digital simple.....	10
2.2.3 Mecanismos de ludificación digital significativa.....	11
2.2.4 Conclusiones .....	13
<b>3. Estrategias de ludificación para evaluar el pensamiento computacional.....</b>	<b>14</b>
3.1 Proceso de creación de estrategias de ludificación .....	14
3.1.1 Preparación del proyecto .....	15
3.1.2 Análisis del contexto de ludificación y usuarios objetivo.....	16
3.1.3 Ideación.....	17
3.1.4 Diseño .....	19
<b>4. Plataforma digital ludificada.....</b>	<b>21</b>
4.1 Descripción general de la plataforma .....	21
4.2 Metodología de desarrollo .....	22
4.2.1 Selección de requerimientos.....	22
4.2.2 Definición del plan de entregable.....	23
4.2.3 Construcción, ejecución de pruebas e integración en producto .....	23
4.2.4 Inyección de requerimientos. ....	24
4.3 Resultados de la metodología de implementación.....	24
4.4 Arquitectura de la aplicación .....	24
4.4.1 Arquitectura de la capa cliente.....	25
4.4.2 Arquitectura de la Web API.....	27
4.4.3 Arquitectura y diseño de la base de datos .....	29
4.5 Implementación de las estrategias. ....	33

---

4.5.1	Descripción de las estrategias implementadas .....	35
<b>5.</b>	<b>Evaluación de la plataforma digital .....</b>	<b>39</b>
5.1	Protocolo para el desarrollo del estudio de caso .....	39
5.1.1	Descripción general.....	39
5.1.2	Procedimiento del estudio de caso.....	40
5.1.3	Instrumentos de recolección de información.....	42
5.1.4	Análisis de resultados del estudio de caso .....	43
<b>6.</b>	<b>Cumplimiento de objetivos y conclusiones .....</b>	<b>51</b>
6.1	Revisión de objetivos .....	51
6.2	Conclusiones .....	53

## Lista de gráficos

	Pág.
Gráfico A: Proceso del Sprint de desarrollo. ....	22
Gráfico B: Diagrama de despliegue de la aplicación. ....	25
Gráfico C: Diagrama de componentes capa Web. ....	26
Gráfico D: Arquitectura de la Capa 2 de la aplicación. ....	28
Gráfico E: Modelo entidad relación de la base de datos. ....	31
Gráfico F: Proceso de implementación de las estrategias de ludificación. ....	33
Gráfico G: Ejemplo de story board. ....	34
Gráfico H: Vista de la estrategia: "Casas abandonadas". ....	35
Gráfico I: Vista de la estrategia: "Lluvias repetitivas". ....	36
Gráfico J: Vista de la estrategia: "Carros paralelos". ....	37
Gráfico K: Vista de la estrategia: "Clonados emproblemados". ....	38
Gráfico L. Cronograma de sesiones realizadas. ....	40
Gráfico M: Estructura general de una sesión para la evaluación de la plataforma digital. ....	41
Gráfico N: Distribución por edades. ....	44
Gráfico O: <i>Frecuencia de calificaciones para fobia social</i> . ....	45
Gráfico P: Frecuencia de calificaciones para el trastorno obsesivo compulsivo. ....	45
Gráfico Q: Estudiantes con aplicación general clínica de ansiedad versus niños sin aplicación general clínica de ansiedad. ....	46
Gráfico R: Cantidad de estudiantes que aplicaron o no a fobia social o trastorno obsesivo compulsivo. ....	46
Gráfico S: Promedio entre las diferentes categorías de motivación. ....	47
Gráfico T: Promedio de las diferentes categorías de motivación entre los estudiantes con y sin aplicación clínicamente significativa. ....	47

## Lista de ecuaciones

Ecuación 1: Valor de P.....	48
Ecuación 2: Diferencia significativa .....	48



# 1. Introducción

El estudio del desarrollo del pensamiento computacional (PC), principalmente en infantes, ha sido un tema de investigación frecuente dentro de la comunidad científica. Lo anterior debido a que las habilidades adquiridas, durante el desarrollo del PC, se consideran altamente transversales y de gran utilidad dentro de diferentes campos o áreas de acción.

Es por lo anterior que surge la necesidad de fomentar el desarrollo del PC bajo el contexto de la educación formal. Por tanto, se hace necesario la estandarización de los posibles currículos y procesos de evaluación de los cursos de PC en tales contextos.

Bajo esta premisa, y teniendo en cuenta que la complejidad del desarrollo del PC exige nuevos mecanismos de evaluación diferentes a los tradicionales, han surgido nuevas alternativas a los procesos de evaluación, como el uso de métodos de evaluación basados en evidencia. Este método promueve la generación de diferentes entregables para los conceptos, prácticas y perspectivas involucradas en el desarrollo del PC, para posteriormente realizar una valoración a partir de dichos entregables.

Sin embargo, el uso de estos métodos dentro de los procesos de evaluación no los exime de las fricciones encontradas por parte de los estudiantes, como el aumento en los niveles de ansiedad y la claridad en los conceptos evaluados.

Teniendo en cuenta lo anterior, resulta interesante ahondar en el cómo el uso de mecánicas como la ludificación puede generar un cambio en la percepción de los estudiantes hacia sus procesos de evaluación. Es por esto que el propósito de este trabajo es estudiar el impacto que tiene el uso de ludificación sobre los procesos de evaluación del desarrollo del PC, por medio de mecanismos de evaluación basados en evidencia.

Para lo anterior, este trabajo propone la definición del concepto de estrategias de ludificación, cuya propuesta consiste en ludificar los procesos de evaluación de uno o varios conceptos y prácticas del PC. Posteriormente, este trabajo describe la creación de

múltiples estrategias de ludificación y el desarrollo, e implementación, de una plataforma digital lúdica (llamada HERA) que permite la gestión de cursos de PC, integrando en sus procesos de evaluación las estrategias de ludificación creadas.

En adición a lo anterior, este trabajo describe el proceso de validación y evaluación del uso de la plataforma digital dentro de un curso de PC, conformado por 22 estudiantes, dentro de una institución educativa de la ciudad de Popayán, Colombia.

Los resultados de este proceso nos sugieren que existe un impacto positivo en los estudiantes hacia el uso de la plataforma, y por ende, generando un cambio en su percepción hacia los procesos de evaluación. Sin embargo, las limitaciones del estudio, en relación al tiempo y al tamaño de la muestra, exigen el desarrollo de múltiples estudios similares como trabajo futuro.

Finalmente, es interesante resaltar el cómo estos acercamientos puede generar un aporte hacia la mejora de los procesos de evaluación del PC y, por tanto, contribuir en la búsqueda de un adecuado desarrollo de cursos de PC dentro de la educación formal.

## **1.1 Planteamiento del problema**

El estudio del pensamiento computacional (PC) ha tenido una gran relevancia dentro la comunidad científica en los últimos años [1]. Una de las definiciones más influyentes de este concepto, aportada por Jeannette Wing, lo describe como: *“los procesos de pensamiento que involucran la formulación de problemas y sus soluciones, con el fin de representar dichas soluciones de tal manera que puedan ser ejecutadas por un agente de procesamiento de información”* [2, p. 1]

El estudio del PC se ha demostrado relevante, debido a que sus conceptos y prácticas resultan transversales a múltiples áreas del conocimiento [1], [3]. Lo anterior ha promovido el desarrollo de múltiples estudios que permitan la integración del PC dentro de la educación formal [1], [4], [5]. Sin embargo, una de las principales problemáticas encontradas, bajo este contexto, es la falta mecanismos de evaluación [6]–[8]. Lo anterior—sumado a un carente consenso en la definición de currículos y criterios de evaluación—evidencia la alta complejidad de los procesos educativos del PC. Esta complejidad, a su vez, conlleva a que el desarrollo de los cursos del PC, requieran un mayor número de personal capacitado y, por ende, demanden un esfuerzo significativamente superior [7],

[9]. Con base en lo anterior, se han propuesto múltiples estrategias para abordar los procesos de evaluación, en ámbitos complejos como lo es el estudio del PC. Uno de estos procesos involucra el uso de metodologías de evaluación basadas en evidencia, las cuales buscan generar evaluaciones orientadas a medir el desempeño de los estudiantes en múltiples capas de acción, como lo son: (I) Análisis de dominio, (II) Modelamiento de dominio, (III) Marco de evaluación conceptual, (IV) Implementación de la evaluación y (V) Entrega de la evaluación; tales capas permiten realizar un proceso de evaluación de forma integral, generando como resultado evidencias tangibles del desempeño de los estudiantes evaluados, por cada una de las capas de acción [10]. Sin embargo, los procesos de evaluación, dentro del contexto de la educación formal, cuentan con múltiples dificultades presentadas por los estudiantes [11]; las cuales son: (I) la ambigüedad en lo que se pretende evaluar, (II) los niveles de ansiedad presentados por los estudiantes antes y después de su evaluación, (III) la falta de uniformidad en los criterios de evaluación, y (IV) la sensación de injusticia por parte de los estudiantes. Estas problemática, adicionalmente, pueden conllevar a la carencia de motivación de los estudiantes dentro de su proceso de aprendizaje [10], [12].

Teniendo esto en cuenta, se han desarrollado múltiples estudios para facilitar los procesos de aprendizaje mediante el uso de ludificación. La ludificación, definida por Huotari como: *“el proceso de mejorar un servicio al proveer experiencias jugables que permitan o den paso a la creación de valor por parte del usuario”*[13], ha sido propuesta para mejorar los procesos de educación dentro de cursos de PC, lo anterior para despertar interés y generar motivación en los estudiantes hacia los conceptos impartidos en dichos cursos [12], [14]. Adicionalmente, este tipo de acercamientos, se caracterizan por implementar plataformas de ludificación digital para reducir, de forma significativa, el esfuerzo requerido para la adecuada gestión de un curso del PC [15]–[21].

Finalmente, resulta interesante ahondar el desarrollo de una plataforma digital para la evaluación del PC. No solo teniendo en cuenta la automatización de procesos de evaluación basados en evidencia, sino que además emplee mecanismos de ludificación para reducir las dificultades encontradas por los estudiantes dentro de sus procesos de evaluación.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo general

Diseñar y evaluar una plataforma digital ludificada, mediante un framework para el diseño de ludificación significativa, con el fin de dar soporte al mejoramiento de la motivación dentro de los procesos de evaluación del desarrollo del pensamiento computacional.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Diseñar un conjunto de estrategias de ludificación que dinamicen los procesos de evaluación del desarrollo del Pensamiento Computacional, a partir los conceptos claves del desarrollo del Pensamiento Computacional.
- Desarrollar un prototipo de una plataforma digital ludificada que implemente las estrategias diseñadas con el fin de dar soporte a los procesos de evaluación del desarrollo del pensamiento computacional en infantes.
- Evaluar la plataforma digital ludificada, en términos de los niveles de ansiedad y ambigüedad de conceptos evaluados, a través de un estudio de caso con estudiantes de 11 a 15 años, pertenecientes a la Institución Educativa Tecnico Industrial, de la ciudad de Popayán, Cauca.

## 1.3 Metodología

La metodología del proyecto estuvo dividida en tres fases, de manera análoga a los objetivos específicos planteados:

- El diseño e implementación de un sistema de ludificación significativa, que permita la ludificación de los procesos de evaluación del PC, fue desarrollado a partir del método para la elaboración de sistemas de ludificación propuesto por Morschheuser [14], enmarcado bajo el uso del *framework* para la generación de ludificación significativa de Nicholson [22].
- La construcción de una plataforma digital, enfocada en la gestión de cursos de PC y la ludificación de los procesos de evaluación —a través del sistema de ludificación—, fue desarrollada a partir del uso de técnicas extraídas de las metodologías de desarrollo ágil (como Scrum) y *frameworks* para el desarrollo de proyectos como Scrum.

- Finalmente, el desarrollo de la evaluación de evaluación y validación de la plataforma a través de un estudio de caso; teniendo en cuenta los niveles de ansiedad y motivación, por parte de los estudiantes, hacia el uso de la plataforma, específicamente dentro de sus procesos de evaluación.

El desarrollo, e implementación, de la metodología descrita (junto con los entregables obtenidos como resultado) serán detallados dentro de los capítulos tres, cuatro y cinco del este documento.

## 1.4 Estructura del documento

Para obtener un mayor orden respecto a cómo estructurar el documento, se ha decidido llevar a cabo los siguientes capítulos:

### Marco teórico

- **Pensamiento computacional:** Definición del pensamiento computacional y la popularidad que este ha tenido en el tiempo.
- **Lenguajes de programación visual:** Definición del lenguaje de programación visual y ejemplos como Scratch.
- **Mecanismos de evaluación basados en evidencia:** Descripción de estudios realizados en este campo y su relevancia.
- **Ludificación:** Definición de ludificación y su impacto en las aulas.

### Estado del arte

- **Evaluación del pensamiento computacional:** Expresa en este apartado la necesidad de investigar cómo se relaciona la evaluación y el pensamiento computacional, dando lugar a una enriquecedora brecha de investigación.
- **Mecanismo de ludificación digital simple:** Categorizar como mecanismos de ludificación digital simple los entornos que usan puntajes, tablas de puntuación, medallas, logros y misiones. Este nombramiento cobra importancia al destacar el poco logro de motivación intrínseca con dichos mecanismos.
- **Mecanismos de ludificación digital significativa:** Categorizar como mecanismos de ludificación digital significativa a los entornos que han definido estrategias de ludificación enfocadas en la generación de valor por parte los usuarios. Este nombramiento cobra importancia al destacar el logro de motivación intrínseca con dichos mecanismos.

- **Conclusiones:** En esta sección se concluye la importancia de la revisión empleada del pensamiento computacional y los mecanismos de ludificación digital simple y significativa.

### **Estrategias de ludificación para evaluar el pensamiento computacional**

- **Proceso de creación de las estrategias:** Esta sección expresa los pasos que se deben llevar para la creación de estrategias lúdicas, las cuales ayudaran a los estudiantes a generar motivación intrínseca respecto a las evaluaciones en el aula. El método para la creación iría desde la preparación del proyecto, análisis del contexto de ludificación y usuarios objetivo, hasta la ideación y diseño.

### **Plataforma digital ludificada**

- **Descripción general de la plataforma:** En este inciso se da una breve explicación de que es y cómo funciona Hera.
- **Metodología del desarrollo:** En esta sección se qué metodología se uso y su ejecución dentro del proceso de desarrollo de la plataforma.
- **Resultados de la metodología de implementación:** En este apartado se mencionan los 4 resultados de estrategias implementadas gracias a la elaboración de la plataforma digital.
- **Arquitectura de la aplicación:** Esta sección indica cómo se encuentra la arquitectura de la aplicación, desde la capa cliente, WEB y base de datos.

### **Evaluación de la plataforma digital**

- **Medición de los niveles de ansiedad:** En este inciso se expresa la relevancia de medir los niveles de ansiedad y se decide realizar la medición mediante la escala de ansiedad infantil de Spence .
- **Medición de los niveles de motivación y claridad en los conceptos:** Dentro de este inciso se identifica la herramienta necesaria para evaluar los niveles de motivación en los estudiantes y debido a la muestra reducida, se decide realizar un análisis temático para evaluar la claridad en los conceptos que poseen los infantes.
- **Desarrollo de la evaluación de la plataforma digital:** Dentro de esta sección se expresará como se llevó a cabo la implementación de las herramientas para evaluar la ansiedad, motivación y claridad de los conceptos evaluados, dentro del aula de clase.

## **2. Revisión bibliográfica**

En esta sección, se describe el contexto teórico que enmarcó al desarrollo del presente proyecto. Dicho contexto está compuesto por una definición, y toma de contacto al lector, de los conceptos más relevantes para el proyecto. Posteriormente se describe el estado del arte, a partir de la revisión literaria realizada, y se resaltan las conclusiones obtenidas.

### **2.1 Marco teórico**

#### **2.1.1 Pensamiento computacional**

El concepto del pensamiento computacional (PC) ha tenido una gran acogida a partir de la definición aportada por Jeanette Wing: *“El pensamiento computacional involucra la solución de problemas, el diseño de sistemas, y el entendimiento del comportamiento humano, al abstraer conceptos fundamentales de las ciencias de la computación”* [3].

La popularidad obtenida por el concepto ha llevado a la realización de múltiples estudios e investigaciones sobre el mismo, teniendo como consecuencia la mutación del concepto. Inicialmente se atribuyó el desarrollo del concepto hacia áreas muy cercanas a la ciencia de la computación como la programación [1]. Sin embargo, con el tiempo, el concepto del PC se ha extendido y desarrollado en múltiples áreas. Lo cual ha conllevado a postular el desarrollo del PC como una habilidad transversal y por ende necesaria en los procesos de educación formal [7].

#### **2.1.2 Lenguajes de programación visual**

Uno de los recursos más usados dentro del estudio del desarrollo del PC es el uso de lenguajes de programación visuales. Este tipo de lenguajes se apoyan en recursos gráficos (generalmente representados en estructuras de bloques) para representar el flujo y la estructura de código [23]. El uso de este tipo de lenguajes ha sido altamente beneficioso

en proyectos educativos debido su fácil interpretación por parte de los estudiantes, lo anterior, en parte, debido a la reducida complejidad de este tipo de proyectos.

Uno de los lenguajes de programación visuales más populares es Scratch<sup>1</sup>. La popularidad de dicho lenguaje, especialmente en contextos educativos, se debe principalmente al enfoque hacia la creación de videojuegos y/o material audiovisual. El uso de Scratch ha sido altamente popularizado gracias al uso de su página web, la cual permite crear, editar y compartir proyectos, generando así una gran comunidad y aportando valor a los proyectos educativos enfocados en el desarrollo del PC.

### **2.1.3 Modelos de evaluación basados en evidencia**

Teniendo en cuenta la complejidad inherente en los procesos de evaluación — principalmente por el hecho de determinar el nivel de madurez de los conocimientos o habilidades de un individuo— surge la necesidad de generar mecanismos que faciliten dicho proceso. A partir de lo anterior surge la definición de los modelos de evaluación basados en evidencia, que proponen evaluar a un individuo a partir de la constante generación de entregables tangibles, los cuales son el insumo base para la evaluación. Dichos tangibles se encuentran distribuidos en múltiples capas de acción las cuales son: (I) Análisis del dominio, (II) Modelamiento del dominio, (III) Marco de evaluación conceptual, (IV) Implementación de evaluación y (V) Entrega de evaluación [24].

El uso de estos modelos, bajo el contexto de la educación formal, permite a los profesores definir los criterios y características relevantes a ser evaluados, identificar qué evidencias son necesarias para validar los conocimientos o habilidades de los estudiantes y, finalmente, definir qué actividades se deben realizar para generar de forma efectiva, y consistente, las evidencias planteadas.

El uso de este *framework* dentro de los procesos de capacitación de personal dentro del sector de las Tecnologías de la Información, han sido altamente adoptados; debido a la complejidad que presenta la valoración de las habilidades y conceptos desarrollados durante dichos procesos [10].

---

<sup>1</sup> <http://scratch.mit.edu>



### **2.1.4 Ludificación**

El desarrollo y la evolución del concepto del juego ha conllevado a su constante mutación. Lo cual ha provocado que, en ciertos escenarios, el uso de elementos de juego y mecánicas de juego sean utilizados en contextos ajenos al juego en sí; lo anterior define el concepto de ludificación [13].

La adopción, y estudio, del concepto en la academia ha llevado a una rápida implementación del mismo dentro de la industria, llevando así a la creación de múltiples aplicaciones web o móviles, dónde se incentiva el uso de la aplicación a través de recompensas a los usuarios, puntuaciones, tablas de ranking, etc [25].

A partir de lo anterior, el uso de ludificación también ha sido altamente implementado bajo contextos educativos. El uso de ludificación, dentro de procesos de aprendizaje, ha presentado resultados generalmente positivos [26]. Sin embargo, dichos resultados son altamente dependientes del contexto y los usuarios finales.

## **2.2 Estado del arte**

### **2.2.1 Evaluación del pensamiento computacional**

A partir de la necesidad de generar procesos de evaluación del PC sólidos y confiables — con el fin de promover el desarrollo de cursos del PC dentro de la educación formal— se han desarrollado múltiples investigaciones sobre el cómo llevar a cabo estos procesos de evaluación. Uno de los estudios más influyentes sobre el tema es el aportado por Resnick y Brennan [8], en el cual se divide el desarrollo del PC en 3 partes: conceptos, prácticas y perspectivas. Lo anterior debido a que, al enfocar los procesos de evaluación en dichas partes, facilita la identificación de errores por parte de los estudiantes,

A partir de lo anterior, múltiples estudios resaltan que el uso de lenguajes de programación visuales (como Scratch) podrían reducir, de forma significativa, las barreras de entrada de los estudiantes a entornos que les permitan interactuar con los conceptos y prácticas del pensamiento computacional [4], [23], [27]–[29].

Sin embargo, aún existe una gran falta de consenso, dentro de las investigaciones realizadas sobre el tema, en cuanto al cómo estandarizar los procesos de evaluación.

Como resultado, se encuentran múltiples acercamientos “empíricos” dando lugar a una posible brecha de investigación.

### **2.2.2 Mecanismos de ludificación digital simple**

Dentro de las investigaciones enfocadas en el uso de la ludificación digital, es pertinente destacar un patrón encontrado en la revisión literaria [16], [17], [30]–[36]. Este patrón comprende a aquellos sistemas de ludificación diseñados a partir de unas cuantas mecánicas básicas extraídas del diseño de juegos como: el uso de puntajes, tablas de puntuación, medallas, logros y misiones [37]. Dado lo anterior, hemos categorizado a este tipo de acercamientos como ludificación “simple”, debido a que el desarrollo de un sistema, basado centralmente en unas pocas mecánicas jugables, dificulta un íntimo acoplamiento entre el sistema ludificado y su objeto de estudio. Por tanto, estos acercamientos buscan generar incentivos en favor de incrementar los niveles de motivación extrínseca en los estudiantes [38]. A partir de la premisa, que sugiere a la falta de motivación como una de las mayores dificultades dentro de la educación formal [26], [37], múltiples estudios se han enfocado en el uso de ludificación para fomentar la motivación bajo dichos contextos. Sin embargo, teniendo en cuenta los dos tipos de motivación definidos: motivación extrínseca e intrínseca [39], se encontraron —dentro de nuestra revisión literaria— múltiples estudios que afirman un aumento significativo en la motivación extrínseca, a partir del uso de ludificación simple [17]–[21], [33], [40]–[43].

Por ejemplo, en el estudio realizado por Paul Denny [33] se diseñó un modelo de logros enfocado en fomentar la creación y revisión de preguntas de selección múltiple relacionadas con los temas de clase; el estudio afirmó obtener resultados positivos, a largo plazo, en los niveles de motivación de los usuarios. Sin embargo, el autor resalta que la eficacia del uso de medallas depende de múltiples factores como: la caracterización de la población, el propósito de las medallas, y su relevancia en función de acentuar el adecuado comportamiento de los usuarios. En similitud con la premisa anterior, en el estudio presentado por Hakulinen, Auvinen y Korhonen [44] se implementó un sistema de medallas, por medio de una aplicación web, para soportar los procesos de aprendizaje dentro de un curso de estructuras de datos. Además de presentar resultados generalmente positivos, los autores sugieren que el uso de medallas es más efectivo cuando su diseño está asociado con el desarrollo de habilidades empíricas, en comparación con la trasmisión de conocimientos teóricos y conceptuales.

En [18], se describe el efecto encontrado al implementar un sistema ludificado, basado en medallas y tablas de puntuación, dentro de una plataforma de e-learning. Este sistema fue diseñado con el fin de promover el uso de la plataforma, reducir el número de errores al momento de presentar tareas, aumentar la participación constructiva de los estudiantes en los foros de la plataforma y premiar el desarrollo de actividades opcionales. Los autores resaltan que, a pesar de encontrar un aumento en la motivación de los estudiantes, no se pudo apreciar un aumento significativo en las calificaciones de los usuarios que usaron la plataforma con el sistema de ludificación. Entre los acercamientos, que reafirman los resultados anteriores, se puede encontrar el trabajo realizado por [42], en este se implementó un sistema de ludificación, basado en el uso de medallas, para soportar los procesos de aprendizaje dentro de un curso del lenguaje C. Dicho estudio sugiere que los estudiantes que hicieron uso del sistema ludificado demostraron un mayor interés hacia profundizar en los temas del curso.

Por otra parte, el estudio desarrollado por Abramovich [35] sugiere que el uso de sistemas de ludificación, basados principalmente en el uso de medallas y logros, puede despertar un temprano interés en los estudiantes. Sin embargo, dicho sistema también puede contribuir en una disminución de la productividad de los estudiantes, debido a que los estudiantes tendían a priorizar la obtención de medallas sobre el interés genuino en las actividades relacionadas con sus procesos de aprendizaje.

A partir de lo anterior, y teniendo en cuenta la revisión literaria, podemos deducir que la noción sobre el decrecimiento en la motivación intrínseca a partir del uso de ludificación simple no es una conjetura aislada. En la investigación desarrollada por Hanus [45] se evidencian decrecimientos sustanciales a largo plazo en la motivación de los estudiantes, a partir del uso de una plataforma de ludificación digital basada en medallas y tablas de puntuación. En adición a lo anterior, el estudio aportado por Atalli [46] sugiere que el uso de puntos como mecánica de ludificación no posee efectos significativos en el desempeño académico de los estudiantes.

### **2.2.3 Mecanismos de ludificación digital significativa**

En contraste a los artículos revisados previamente, se han definido estrategias de ludificación enfocadas en la generación de valor por parte los usuarios. Lo anterior, a través de la búsqueda y asociación de similitudes entre el objeto de estudio (del sistema de

ludificación) y el contexto individual de los usuarios, con el fin de despertar un interés genuino por parte de los usuarios. Estos acercamientos se han categorizado como ludificación significativa.

Dentro de estos acercamientos, se destaca el trabajo realizado por Su y Cheng [15]. En el cual, por medio de una plataforma de aprendizaje usando un sistema ludificación digital, se encontró un aumento significativo en la motivación y el interés de los estudiantes hacia el currículo académico hacia un curso de Ciencias Naturales. Lo anterior, a través de una serie de misiones, las cuales incitaban al estudiante a explorar los entornos verdes de su colegio con el fin de coleccionar y detallar los múltiples elementos de las plantas oriundas del sector. Los resultados sugieren que el diseño de un sistema de gamificación, el cual esté diseñado a partir el contexto de los estudiantes como el objeto de ludificación, pueden generar un gran impacto en la motivación intrínseca en los estudiantes hacia el contenido de clase. Lo anterior resulta altamente relevante, teniendo en cuenta que existe una alta correlación entre el desempeño académico y los niveles de motivación intrínseca de los estudiantes [47].

Similarmente, el estudio [19] pretende evaluar los efectos de una plataforma de ludificación digital, la cual usa elementos multimedia, dentro de un curso de inglés para niños de 5 años. Los resultados evidencian una diferencia significativamente positiva, en el rendimiento académico, entre el grupo experimental y de control. En adición a lo anterior, el estudio sugiere que el uso de ludificación ayudo a aumentar los niveles de concentración de los infantes.

Finalmente, es relevante destacar el estudio realizado por O'Donovan [21], en el cual se implementó una plataforma digital de ludificación, basada en técnicas como el *Storytelling*, que buscaba involucrar a los estudiantes dentro de un universo "*Steampunk*" en el cual el juego de roles está altamente involucrado con las actividades del curso. Sus resultados afirman que el diseño de ludificación enfocada en las necesidades de la población puede influenciar de manera significativa la motivación intrínseca y el desempeño académico de los estudiantes. Sin embargo, resaltan además una adecuada caracterización de la población, previa al diseño de ludificación, y una constante retroalimentación por parte de los estudiantes como elementos clave para obtener los resultados deseados.

### **2.2.4 Conclusiones**

Teniendo en cuenta la revisión literaria, se puede evidenciar el bajo estado de madurez, a nivel de investigación científica, en el uso de ludificación dentro de entornos educativos [25], [26], [37]. Adicionalmente, teniendo en cuenta las premisas propuestas dentro de este capítulo, es posible deducir que el uso de plataformas de ludificación digital, para apoyar los procesos de evaluación del PC, define una brecha de investigación para este proyecto.

### **3. Estrategias de ludificación para evaluar el pensamiento computacional**

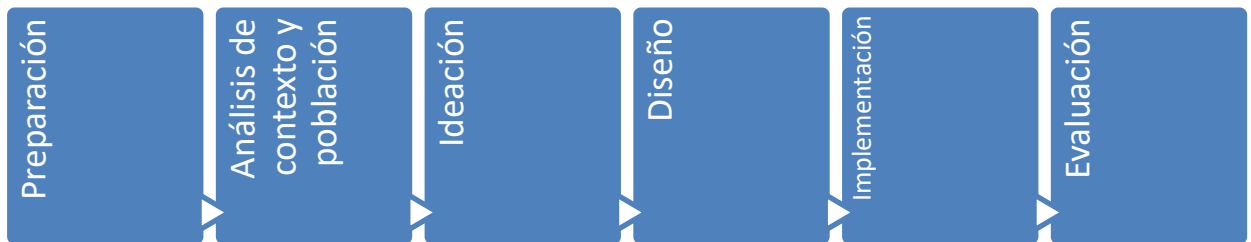
A partir de la creciente complejidad encontrada en los procesos de aprendizaje y evaluación del PC [4], [48], [49] surge la necesidad de encontrar mecanismos innovadores que permitan no solo facilitar los procesos de evaluación por parte del profesor, sino también buscar la creación de procesos de evaluación más claros para los estudiantes, por medio de la reducción de las posibles fricciones encontradas por estos, durante sus procesos de evaluación [50].

El acercamiento propuesto, ante tal situación, fue la creación de un sistema de ludificación que permitiera a los estudiantes acercarse de forma distinta hacia sus procesos de evaluación, a través de la reducción de fricciones y la transformación de los posibles prejuicios construidos previamente —durante el desarrollo de sus procesos de aprendizaje—. Tal acercamiento, yace a partir de la hipótesis que busca contribuir a la reducción en los niveles de ansiedad y en la promoción de la motivación intrínseca hacia el aprendizaje de los conceptos y prácticas del PC, por parte de los estudiantes.

#### **3.1 Proceso de creación de estrategias de ludificación**

El uso de ludificación significativa, sobre las prácticas y conceptos del PC, puede ser de gran ayuda a la hora de incentivar al estudiante a despertar un genuino interés sobre estos [22]. Por tanto, lo anterior conllevaría al estudiante a indagar y reflexionar sobre su adecuado uso, fortaleciendo así su proceso de evaluación.

Para lograr tal cometido, se decidió implementar el *framework* para creación de ludificación significativa provisto por Scott Nicholson [22]. Este *framework* plantea la necesidad de generar ludificación a partir del diseño centrado en el usuario. Adicionalmente, la metodología de diseño usada, para las estrategias de ludificación, está basada en el método definido por Morschheuser [14], el cual ha sido evaluado por expertos en ludificación y provee un comprensivo resumen de los lineamientos y características a tener en cuenta para la creación y el diseño de ludificación. Las fases propuestas, por el método de Morschheuser, están descritas en la Figura 1.



*Figura 1. Método para la elaboración de un sistema de ludificación*

Teniendo esto en cuenta, en el presente capítulo se describirá el desarrollo de cada una de las fases planteadas. Sin embargo, el desarrollo de la implementación y evaluación se integraron con la construcción y evaluación de la plataforma digital. Por tanto, el desarrollo de estas fases se encuentra descrito en el capítulo cuatro y cinco de éste documento, respectivamente.

### **3.1.1 Preparación del proyecto**

Teniendo en cuenta el método usado, la primera etapa de la metodología consiste en la preparación inicial. Durante esta etapa se realizaron múltiples reuniones con el fin de identificar la problemática principal a ser resuelta con el sistema de ludificación. Dentro del desarrollo de tales reuniones se dio inicio a la revisión literaria, a partir de la cual se obtuvieron las siguientes problemáticas a ser resueltas por el sistema de ludificación:

- Existe una alta ambigüedad en los procesos de evaluación del PC [28], [48], [51].
- La alta ambigüedad en estos procesos puede acentuar, aún más, un aumento en los niveles de ansiedad de los estudiantes a ser evaluados [11]
- A pesar de que existe interés en los estudiantes hacia áreas relacionadas con las ciencias STEM [9], [29], existe una barrera de entrada significativa en los estudiantes —especialmente en edades tempranas— hacia el uso de programas y herramientas relacionadas con los conceptos y prácticas del pensamiento computacional [5], [29].

A partir de lo anterior, también se definieron varios requisitos para determinar el éxito del sistema de ludificación a ser implementado, con el fin de realizar constantes evaluaciones y mejoras durante el desarrollo de este sistema; dichos requisitos son los siguientes:

- Reducir los niveles de ansiedad en los estudiantes durante el desarrollo de sus procesos de evaluación de los conceptos y prácticas del PC.
- Fomentar la motivación intrínseca en los estudiantes sobre el debido uso de los conceptos y prácticas del PC.

### **3.1.2 Análisis del contexto de ludificación y usuarios objetivo**

La siguiente etapa, dentro del método, consistió en un adecuado análisis del contexto de ludificación y los usuarios objetivo. El contexto de ludificación hace referencia al elemento o elementos a ser ludificados, siendo en nuestro caso los procesos de evaluación del PC.

Para realizar un adecuado análisis del contexto, se realizaron múltiples reuniones con profesores de cursos de programación en Scratch; el desarrollo de estas reuniones, las cuales fueron realizadas de manera informal, tuvieron el fin de capturar su percepción sobre sus problemáticas y aspectos fundamentales al momento de desarrollar sus cursos. Con base en lo anterior, se desarrolló una revisión sistemática de la literatura relacionada, enfocada en el uso de ludificación en contextos educativos, de la cual se abstrajo el estado del arte plasmado previamente en este documento.

El análisis de los usuarios objetivo de nuestro sistema de ludificación fue obtenido a partir de múltiples observaciones realizadas en clases de cursos de Scratch, realizados en la ciudad de Popayán. Estas fueron llevadas a cabo, inicialmente, con una pequeña población de 5 estudiantes pertenecientes a diferentes colegios de la Ciudad. Posteriormente, se realizaron 2 sesiones con un curso de informática, conformado por 28 estudiantes, en el Colegio Champagnat de la Ciudad. Durante el desarrollo de las sesiones se observó el proceso de las clases y se realizaron múltiples entrevistas, de carácter informal, tanto con los profesores como con los estudiantes. Finalmente, pudimos destacar las siguientes características de nuestra población objetivo:

- Estudiantes con edades entre los 8 y 15 años.
- Alto interés hacia el uso de la tecnología.
- Altos niveles de curiosidad.
- Altos niveles de creatividad.
- Alto interés en actividades relacionadas con la creación y construcción de elementos propios.



- Apatía generalizada hacia actividades académicas formales, como evaluaciones en clase.
- Bajo grado de concentración en actividades monótonas y rutinarias.

### 3.1.3 Ideación

Durante la etapa de ideación se desarrollaron múltiples sesiones de *brainstorming* por parte de los integrantes del proyecto. Dentro del desarrollo de dichas sesiones se encontró un alto interés en los procesos de diseño de mecánicas de juegos, específicamente dentro de los procesos de creación de videojuegos. Durante estos procesos, los diseñadores tienden a plasmar sus ideas para nuevas mecánicas de juegos en plantillas. Estas plantillas suelen variar en su formato para acomodarse a las necesidades de cada equipo de desarrollo.

Sin embargo, una de las características más relevantes de estas plantillas es que permiten una rápida transmisión, y validación de ideas, entre los múltiples equipos —los cuales tienden a ser de carácter interdisciplinario— involucrados en el proceso de creación de un videojuego, independientemente del tamaño de los equipos. Adicionalmente, otra de las ventajas encontradas, en el uso de plantillas, es que permite al diseñador plasmar los elementos estrictamente necesarios para replicar la mecánica de juego a ser diseñada.

Por otro lado, el uso de modelos de evaluación basados en evidencia puede ser beneficioso dentro de los procesos de evaluación del PC; esto debido a que una estructura, dividida en capas de acción, que permita definir múltiples actividades —que a su vez generan evidencias—, puede acoplarse fácilmente a la estructura de elementos a ser evaluados dentro del PC aportada por Resnick y Brennan[8].

Es por esto que las características aportadas por las plantillas, del diseño de mecánicas de juego, sirvieron de inspiración para la creación de una plantilla que nos permitiera plasmar, replicar y transmitir los elementos necesarios para ludificar los procesos de evaluación del pensamiento computacional, a partir de los criterios, actividades y entregables generados por un modelo de evaluación basado en evidencia.

Con base en esto se creó el concepto de estrategias de ludificación. Una estrategia de ludificación se define como una herramienta que permite ludificar los procesos de evaluación del PC, a través del uso de metáforas y reflexiones con el fin de realizar una efectiva, y más clara, retroalimentación del desempeño de los estudiantes. Una estrategia de ludificación tiene como propósito evaluar uno o varios criterios y prácticas del PC. Para ello, cuenta con una estructura, basada en plantillas, que describe cada uno de los elementos necesarios para ludificar los procesos de evaluación de uno (o varios) conceptos, prácticas y perspectivas del PC. Esta estructura se encuentra mejor ejemplificada en el Anexo A.

El proceso de ludificación de las estrategias consiste en identificar, a partir de procesos de evaluación previamente establecidos por el profesor, los criterios, actividades y evidencias generadas por el proceso de evaluación para plasmar, mediante el formato de plantilla, una serie de entradas, una actividad de análisis de la evidencia y una representación lúdica de la valoración de dicha evidencia. Es este el punto central del sistema de ludificación propuesto para este proyecto y, por tanto, se debe ejecutar de manera paralela al proceso de evaluación, con el fin de evitar intervenir en el proceso de evaluación planteado y así facilitar la adaptabilidad de las estrategias, en cualquier curso orientado al desarrollo del PC.

La decisión de crear un sistema basado en estrategias de ludificación facilita la generación de motivación intrínseca por parte de los estudiantes hacia el uso de los conceptos y prácticas del PC. El acercamiento propuesto, ante tal situación, fue la creación del concepto de estrategia de ludificación.

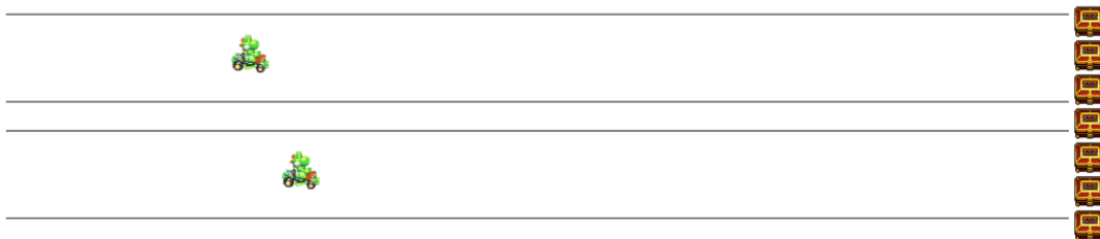
Lo anterior debido a que dichas estrategias están diseñadas para “recrear”, de forma lúdica y divertida, las consecuencias del uso de los conceptos y prácticas del PC por parte de los estudiantes; lo cual, en muchas ocasiones, se denota difícil de percibir dada la complejidad de estos conceptos y prácticas. Por tanto, el uso de estas estrategias podría explicar de forma más clara los aciertos y desaciertos de los estudiantes, a través del uso de elementos o conceptos de su diario vivir, y de los cuales poseen un alto grado de familiaridad.

Adicionalmente, el concepto de estrategias de ludificación provee la capacidad de adaptarse ante la gran mayoría de evaluaciones de conceptos y prácticas del PC, a través de una serie de entradas que permiten ajustar los niveles de dificultad de dichas

estrategias. Lo anterior facilita, en gran medida, la integración de las estrategias en cursos relacionados con el PC dentro de la educación formal.

### 3.1.4 Diseño

El proceso de diseño de las estrategias de ludificación estuvo conformado por sesiones de rápida elaboración y validación de prototipos, un ejemplo de estos prototipos se encuentra ilustrado en la Imagen 1.



*Imagen 1. prototipo del diseño de estrategias de ludificación.*

La función principal de estos prototipos es iterar continuamente en ellos, con el fin de generar estrategias de ludificación claras tanto por profesores como estudiantes. Como resultado de lo anterior se obtuvieron las siguientes estrategias:

- **Sin desperdiciar:** Esta estrategia está diseñada para evaluar la práctica del PC: no dejar bloques sin usar. Para ello, el profesor debe proveer un ejercicio el cual involucre la creación de proyectos de código que sean propensos a cambios sustanciales. La dificultad de esta estrategia puede ser graduada a través de la modificación del número de instrucciones de código sugeridas, la cual les la entrada de la estrategia.
- **Recolectando conocimiento:** Esta estrategia está diseñada para la evaluación de ejercicios relacionados con el concepto y práctica de análisis y recolección de información, respectivamente. Su propósito principal es evaluar la capacidad del estudiante de identificar los aspectos del ejercicio que son susceptibles de ser capturados (incluyendo su representación) y analizados por un agente de procesamiento de información. Para ello, la estrategia puede modificarse a partir de las siguientes entradas:
  - Rango de variable sugeridos.

- Rango de instrucciones de recolección de información sugeridos.
- Rango de instrucciones de recolección de información por parte de un sistema externo (diferente a la entrada del usuario).
- **Recursos repetitivos:** Esta estrategia permite la evaluación de ejercicios sobre el uso de sentencias de control de flujo iterativo. Además, la estrategia permite evaluar la no declaración de bucles infinitos. Impedir el abuso de la anidación de bucles y creación de bucles vacíos. La dificultad de la estrategia puede ser graduada a partir de las siguientes variables de entrada:
  - Número de instrucciones cíclicas, de primer nivel, sugeridas para completar el ejercicio a evaluar.
  - EL nivel de anidación máximo recomendado.
  - El nivel de anidación mínimo.
- **Clonados emproblemados:** Esta estrategia evalúa ejercicios relacionados con el uso de bloques de clonación (los cuales son conceptos propios del lenguaje Scratch), con el propósito de reducir problemas complejos a soluciones de menor tamaño, resueltas con instrucciones de código clonadas. Las entradas de la estrategia son:
  - Número de clones sugeridos para desarrollar el ejercicio.
  - Número máximo de clones disponibles.
  - Número de variables propias mínima para los Sprites clonados.
- **Problemas paralelos:** Esta estrategia evalúa ejercicios relacionados con el uso de sentencias de paralelismo y creación de hilos. El propósito de esta estrategia es permitir evaluar la capacidad de los estudiantes de reconocer patrones de código susceptibles de ser escritos como conjuntos de instrucciones ejecutadas de manera paralela, con el fin de optimizar recursos y mejorar los tiempos de ejecución de una actividad; evaluando además el uso adecuado de estas instrucciones para evitar un abuso de los mismos. La dificultad de la estrategia puede ser medida a través de las siguientes entradas:
  - Número de hilos activos sugeridos.
  - Número de hilos máximo permitido.

Adicionalmente, la recopilación de las estrategias obtenidas se encuentra en el Anexo B del presente documento.

## **4. Plataforma digital ludificada.**

### **4.1 Descripción general de la plataforma**

Hera es una aplicación web diseñada para facilitar la gestión de cursos relacionados con los conceptos, prácticas y perspectivas del Pensamiento Computacional. La aplicación cuenta con tres grupos funcionales fundamentales, los cuales son: gestión de la información de los cursos, análisis automático de los entregables de los estudiantes (mediante el análisis de código en scratch) y la ludificación de los procesos de evaluación —siendo este último, el punto focal de este proyecto—.

La aplicación permite a los profesores crear un curso virtual, el cual está compuesto por múltiples evaluaciones (llamadas desafíos) que deben ser realizadas por los estudiantes del curso. Cada desafío debe estar asociado a un escenario de Scratch y su respectiva solución (aportada por el profesor). Al crear el desafío, el profesor debe indicar qué conceptos y prácticas del PC serán evaluadas y, por ende, seleccionar un mecanismo de evaluación adecuado —provisto por la plataforma— para dicho desafío. Estos mecanismos son implementaciones de las estrategias de ludificación descritas en capítulos anteriores.

Una vez creado el curso, los estudiantes deberán ingresar a la aplicación y, posteriormente, registrarse en el curso. Luego, durante el desarrollo de la clase, a cada estudiante se le asignará un desafío a completar; en este se le muestra al estudiante el escenario inicial del desafío y los objetivos que debe cumplir para completarlo. Terminado el desafío, el estudiante registra el identificador del proyecto de Scratch dentro de la aplicación. Esta realiza un detallado análisis del código, conforme a los criterios asociados al desafío. Teniendo en cuenta los resultados del análisis, la aplicación muestra al estudiante una representación gráfica de su resultado, basado en las estrategias de ludificación.

Finalmente, el propósito general de la plataforma consiste en soportar la gestión digital de cursos relacionados con el desarrollo del PC. Sin embargo, a partir de las limitaciones tecnológicas y el alcance propuesto para este proyecto, la plataforma está diseñada para gestionar aquellos procesos de evaluación del PC, diseñados a partir de modelos basados en evidencia, cuya evidencia resultado sea un proyecto codificado en Scratch.

## 4.2 Metodología de desarrollo

A partir de las limitaciones del proyecto, en cuanto al tamaño del equipo de desarrollo y el tiempo disponible para el desarrollo de la aplicación, la metodología de desarrollo consistió en extraer las actividades y entregables, estrictamente necesarios, de metodologías ágiles como Scrum; adicionalmente, muchos de los entregables obtenidos durante el desarrollo de las estrategias, como las observaciones de los usuarios objetivo, fueron insumos para el inicio del desarrollo. Por tanto, se priorizó la rápida generación de pequeños entregables, donde cada uno de ellos aporta valor al usuario final, y la automatización de algunos entregables, como el desarrollo de pruebas unitarias.

Nuestro proceso de desarrollo está conformado por la ejecución de múltiples Sprints. Cada uno de ellos fue diseñado para implementar las funcionalidades del proyecto. La ejecución de cada Sprint se describe en el Gráfico A



Gráfico A: Proceso del Sprint de desarrollo.

### 4.2.1 Selección de requerimientos

A partir del plan de producto establecido, se eligen los requerimientos a ser implementados en el Sprint, la selección de los mismos depende de su complejidad y su posible valor

aportado al usuario. El proceso de elección de los requerimientos se desarrolla mediante una reunión con el equipo de desarrollo en la cual se discuten, uno a uno, los requerimientos candidatos. Una vez terminado este proceso, se genera un documento en el cual se plasman todos los requerimientos elegidos, junto con su prioridad, dentro del Sprint (la cual es asignada de manera subjetiva por parte del equipo de desarrollo). Tanto el *product backlog*, como los *sprint backlog* generados se encuentran disponibles en el Anexo E respectivamente.

Cabe resaltar, que tanto el *product backlog*, como los *sprint backlog*, fueron los únicos entregables necesarios para la ejecución de esta fase, debido a que el tamaño del equipo de desarrollo conllevó a implementar las funcionalidades de manera lineal, es decir una seguida de la anterior; lo cual facilitó medir el avance del proyecto a través del *product backlog*, convirtiendo a otros posibles entregables, como el *burndown chart*, innecesarios.

#### **4.2.2 Definición del plan de entregable**

Una vez se han escogido todos los requerimientos a ser implementados, se realiza una estimación, la cual no debe durar más de 2 semanas, para la construcción, pruebas e integración en producto de los requerimientos (en caso de que exceda el tiempo se deben devolver requerimientos al plan de producto, o rehacer el paso anterior). Adicionalmente, en el plan de entregable se deben definir los responsables de cada requerimiento, junto con el plan de pruebas de este.

#### **4.2.3 Construcción, ejecución de pruebas e integración en producto**

De acuerdo con el plan de entregable, se procede con la construcción de los requerimientos. Es posible que algunos de los requerimientos necesiten ajustes o deban replantearse, ante lo cual se procede con una redefinición de estos cambios los cuales serán inyectados al plan de producto como nuevos requerimientos.

Cuando se termine el proceso de construcción de los requerimientos, se procede con la ejecución de pruebas unitarias. La ejecución de las pruebas unitarias se realizó de forma automática a partir del uso de *frameworks* para la ejecución automática de pruebas, dentro

de un proceso de integración continua<sup>2</sup>. Y, en caso de que dichas pruebas sean exitosas, se procede con la integración en un entorno de pruebas, donde se ejecutan pruebas de sistema e integración; finalmente, se hace la aplicación del requerimiento en el ambiente de producción, dando por terminado el requerimiento.

#### **4.2.4 Inyección de requerimientos.**

Como apartado final, de nuestro Sprint, se realiza una reunión en la cual se le muestra al equipo los avances integrados y se procede con la definición de nuevos requerimientos para cubrir aquellos requerimientos desfasados o nuevas solicitudes sugeridas durante proceso de desarrollo.

### **4.3 Resultados de la metodología de implementación**

Como resultado del proceso de implementación se obtuvieron 4 estrategias candidatas. Con la selección de cada estrategia, durante el proceso de revisión, se continuó con la identificación de requerimientos asociado a la implementación de esta. Adicionalmente, las pruebas de usabilidad, para validar los prototipos desarrollados, fueron llevadas a cabo con usuarios potenciales y diseñadores de experiencia en usuario en la ciudad de Cali. Finalmente, los entregables desarrollados se integraron en un servidor remoto de la plataforma en la nube Azure<sup>3</sup>. Por tanto, nuestro ambiente de producción puede ser accedido en la web a través del siguiente enlace: [https:// heratest.azurewebsites.net](https://heratest.azurewebsites.net).

### **4.4 Arquitectura de la aplicación**

A partir de la naturaleza de nuestra aplicación, la cual es una SPA (Single Page Application), la arquitectura general se encuentra mejor descrita en el Gráfico B

---

<sup>2</sup> Para la capa cliente de la aplicación el *framework* utilizado fue Jasmine (<https://jasmine.github.io/>). Adicionalmente, los módulos de prueba de cada componente creado se encuentran en el repositorio de la capa cliente, ubicado en la url: <https://github.com/juxemburg/HeraUI>.

Para la capa servidor de la aplicación las pruebas unitarias se realizaron mediante xUnit (<https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/core/testing/unit-testing-with-dotnet-test>).

Los módulos de prueba para los servicios creados se pueden encontrar en el repositorio de nuestra aplicación, ubicado en la url: <https://github.com/juxemburg/Hera2>

<sup>3</sup> <https://azure.microsoft.com/en-us/>



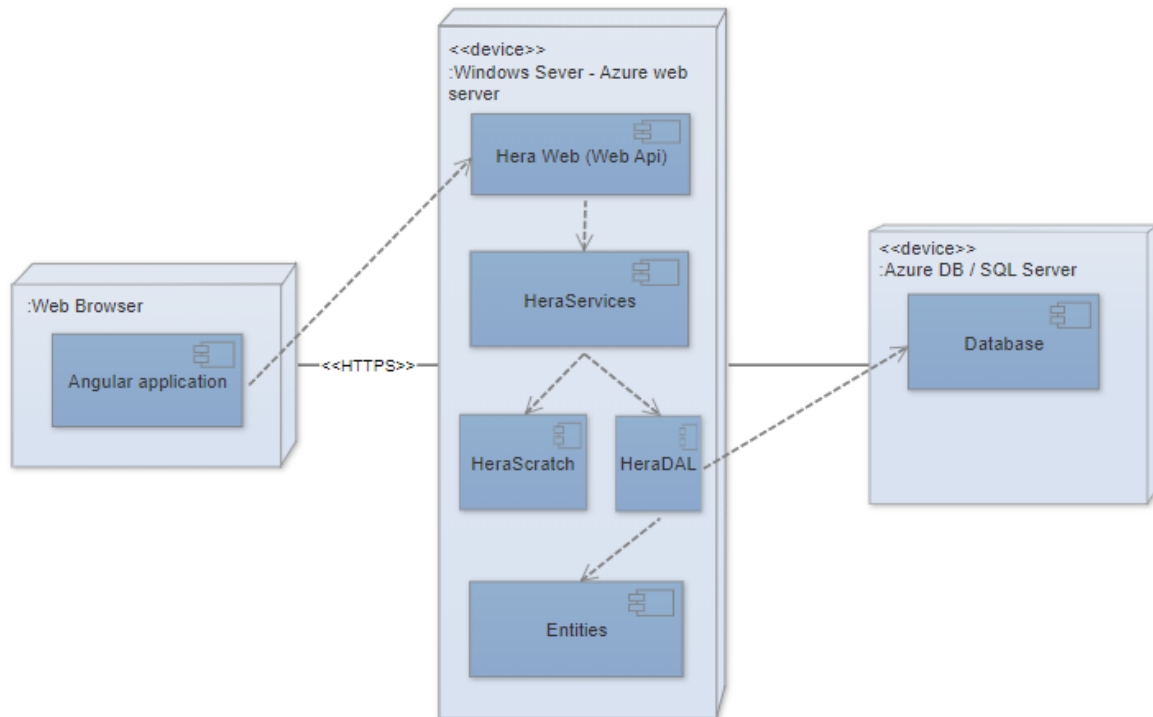


Gráfico B: Diagrama de despliegue de la aplicación.

La arquitectura general se describe fácilmente a 3 capas: la capa superior, realizada con tecnologías de cliente (Angular, Typescript, RXJS, etc.); la capa intermedia, compuesta por una Web API desarrollada en .NET Core y la capa inferior, relacionada con la gestión de base de datos, desarrollada en SQL Server. Teniendo en cuenta la amplia complejidad de los requerimientos desarrollados, cada capa general, a su vez, está compuesta por una arquitectura interna diseñada para lograr una alta flexibilidad en los componentes entregados y, por ende, la reusabilidad de los mismos —reduciendo en gran medida los tiempos de desarrollo—. Estas arquitecturas serán descritas a continuación.

#### 4.4.1 Arquitectura de la capa cliente

La capa cliente del proyecto corresponde a una aplicación Web, construida en Angular<sup>4</sup>. Angular es un *framework* de código abierto, el cual cuenta con el apoyo de Google, para el desarrollo de aplicaciones web basadas en componentes, con el uso de una arquitectura MV (*Model-View*). El uso de tecnologías web para dar respuesta a nuestros requerimientos

---

<sup>4</sup> <https://angular.io/>

es ideal, ya que es uno de los más accesibles de cara nuestros usuarios potenciales. Teniendo en cuenta lo anterior, esta capa cuenta con una estructura en módulos web (los cuales conforman un conjunto de componentes). Adicionalmente, esta capa cuenta con un módulo especializado para el control y generación de animaciones web (mediante el uso de elementos canvas). El esquema general de la arquitectura correspondiente se encuentra ilustrado en el Gráfico C.

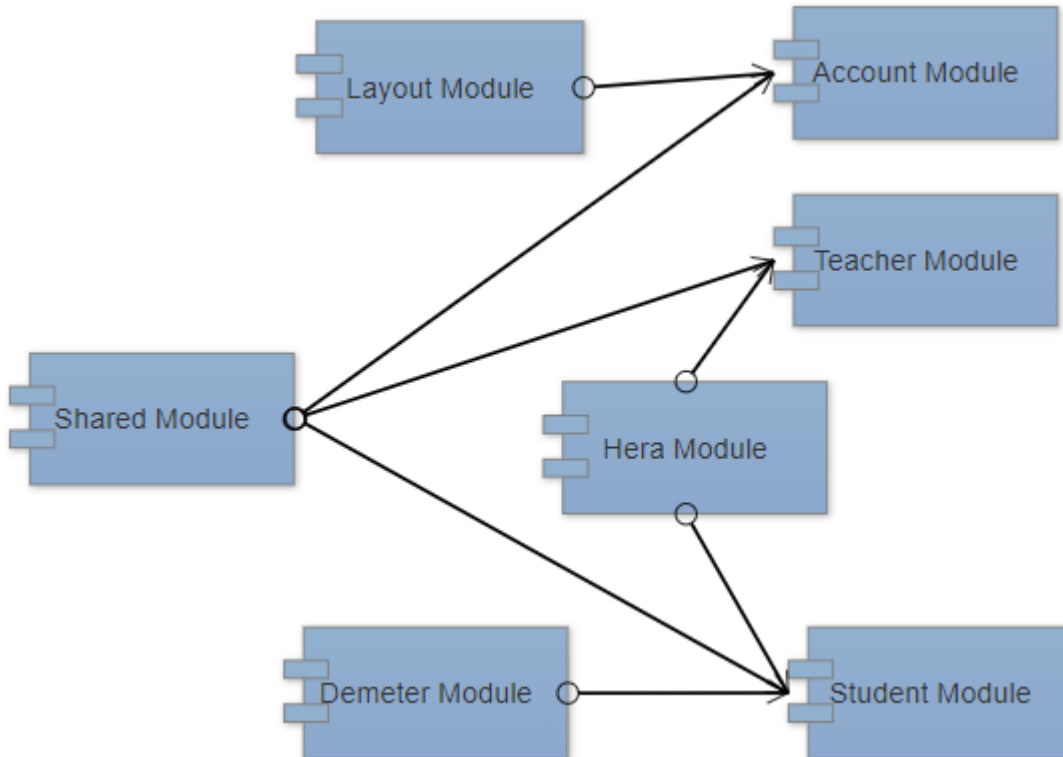


Gráfico C: Diagrama de componentes capa Web.

Para garantizar una adecuada escalabilidad dentro de nuestra aplicación se definieron los siguientes módulos:

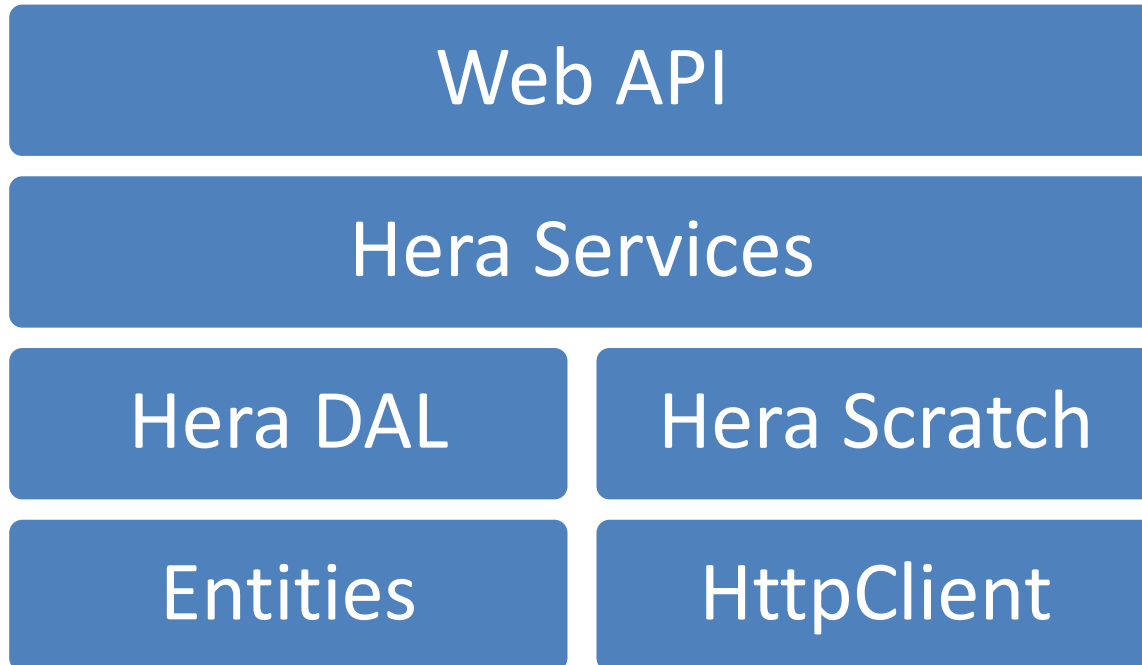
- **Shared Module:** este módulo alberga a todos aquellos componentes y servicios que, por definición, son transversales en su uso dentro de la aplicación y, por tanto, son exportados en los módulos funcionales (*feature modules*) de la aplicación.
- **Layout Module:** este módulo comprende a aquellos componentes que definen el maquetado general de la aplicación web. Lo anterior permite el encapsulamiento de esta funcionalidad y, por ende, facilita la construcción de nuevas páginas en la

aplicación, además de garantizar homogeneidad en el *look and feel*, lo cual familiariza la usabilidad de la aplicación de cara al usuario.

- **Teacher Module y Student Module:** Estos son los módulos funcionales de nuestra aplicación. Su propósito es dar respuesta a todos los requerimientos funcionales definidos, donde: Teacher Module agrupa a aquellos requerimientos orientados usuarios profesores; como la gestión de curso, la gestión de las calificaciones de los estudiantes y la gestión de desafíos. Similarmente, el Student module se enfoca en los usuarios estudiantes, cubriendo todos los requerimientos necesarios para la operación de dichos usuarios como: la búsqueda y registro en cursos, la gestión de desafíos y permitir a los estudiantes completar y ver los resultados de sus evaluaciones.
- **Hera Module:** Este es el módulo sirve como intermediario entre los módulos funcionales y el procesamiento de la información de los proyectos Scratch (la cual es realizada en la segunda capa).
- **Account Module:** Este módulo es el encargado de realizar todos los procesos de validación y seguridad correspondientes —agrupando así aquellos servicios y componentes correspondientes.
- **Demeter Module:** Este módulo es el encargado de la manipulación de elementos Canvas para la generación de animaciones en 2D en el navegador.

#### 4.4.2 Arquitectura de la Web API

La segunda capa de la arquitectura general tiene como propósito servir de puente entre la interacción del usuario (gestionada en la capa anterior) y la información almacenada en base de datos. Sin embargo, en esta capa se gestionan tareas vitales para el correcto funcionamiento de la aplicación, como lo es el procesamiento de código de Scratch y una adecuada gestión de las peticiones Web realizadas al servidor. Para lo anterior, esta capa se divide, a su vez, en múltiples subcapas, cada una con una función específica; lo cual se ilustra en el Gráfico D.



*Gráfico D: Arquitectura de la Capa 2 de la aplicación.*

- La capa de Web API tiene como responsabilidad realizar una adecuada gestión de las peticiones HTTP realizadas al servidor, esto incluye: autenticación por tokens, validación de información de las peticiones, adecuada redirección de recursos HTTP, entre otras. Para lo anterior, esta capa cuenta con un metamodelo diseñado para encapsular la lógica de validaciones y autenticaciones por medio de filtros HTTP. Permitiendo generar una base de código altamente flexible y reutilizable para el diseño de los controladores HTTP.
- La capa de servicios (Hera Services) tiene como propósito proveer a la capa superior con los recursos necesarios. Para ello, se implementó el patrón de diseño de inyección de dependencias, el cual permite registrar e invocar servicios de una forma desacoplada, generando una alta reusabilidad en cada uno de los servicios provistos en dicha capa.
- La capa de análisis de código de Scratch (Hera Scratch), como su nombre lo indica, provee todo lo necesario para analizar y valorar proyectos de Scratch, conforme a los criterios establecidos previamente. Para ello, usa de los servicios provistos por una capa menor (HttpClient), encargada de realizar peticiones REST a los servidores de Scratch para obtener la información de los proyectos de Scratch.

- Finalmente, la capa de acceso a datos (DAL) provee los mecanismos necesarios para un adecuado acceso a la información alojada en la base de datos. Para lo anterior se proveyó una capa menor (Entities), la cual define todos los DTOs (Data Transfer Objects) involucrados en el proyecto.

#### **4.4.3 Arquitectura y diseño de la base de datos**

La gestión de la base de datos está diseñada, como principal foco, para permitir una gran interoperabilidad entre los desafíos, cursos, y calificaciones por estudiante. Además de lo anterior, la base de datos cuenta con entidades especializadas para capturar la información procesada por los análisis de código y permitir, de manera sencilla, generar estadísticas detalladas del rendimiento general del curso y sus estudiantes. La estructura general de la base de datos se encuentra ilustrada en el Gráfico E. Adicionalmente, una vista detallada al modelo de datos del proyecto se encuentra en el Anexo C



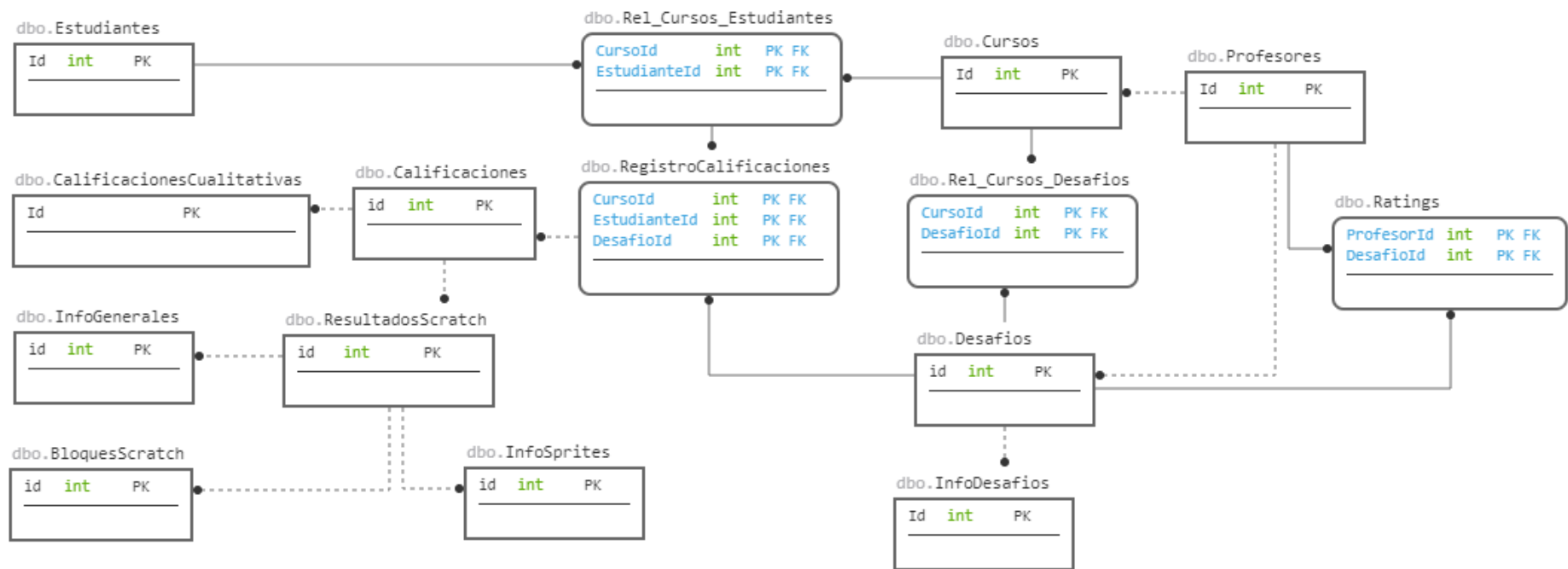


Gráfico E: Modelo entidad relación de la base de datos.

El énfasis principal, para la construcción de la base de datos, consistió en permitir a los estudiantes registrarse en múltiples cursos, realizar diferentes desafíos (los cuales son agregados dinámicamente por los profesores), repetir sus evaluaciones y visualizar en cualquier momento sus calificaciones. Para esto, la arquitectura de la base de datos se enfocó en crear relaciones desacopladas entre las entidades más críticas.

La estructura anterior fue posible, en mayor medida, a través de la entidad RegistroCalificaciones y su relación con las entidades Curso, Desafío y Estudiante. Adicionalmente, y a partir del proceso de levantamiento de requerimientos, una de las funcionalidades más solicitadas —por parte de los profesores entrevistados— fue permitir la creación y uso de desafíos entre profesores y, por ende, múltiples cursos. Lo anterior reafirma una vez más la importancia de la flexibilidad en la estructura de la base de datos.

Además de lo anterior, otro apartado fundamental para la aplicación, fue el diseño de la arquitectura de datos necesaria para almacenar los datos de las calificaciones y el análisis del código de los estudiantes. La filosofía del diseño, de dicha arquitectura, se enfocó primordialmente en almacenar todos los datos relevantes priorizando el almacenamiento en disco. Lo anterior se realizó a partir de la entidad ResultadosScratch y su relación con las entidades InfoGenerales, InfoSprites y Bloques Scratch. Dicha estructura permitió almacenar toda la información relevante del análisis de código de cada una de las entregas realizadas por los estudiantes. Lo anterior con el fin de realizar dicho análisis una única vez —debido a que es un proceso muy costoso— y permitir recrear sus resultados a partir de los datos almacenados.

La priorización del almacenamiento en disco puede parecer un tanto innecesaria, teniendo en cuenta que es uno de los recursos menos relevantes, en términos económicos. Sin embargo, dado que la aplicación está diseñada para su uso en la nube, los costos de este recurso se perciben significativamente mayores a partir de las limitaciones del proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, es posible destacar que el diseño centrado en el usuario se encontró permeado durante todas las etapas del desarrollo del proyecto. Dado lo anterior, el uso de metodologías que facilitaran un alto grado de iteración y validación fue vital para el adecuado desarrollo de la plataforma. Adicionalmente, los procesos de validación realizados fueron desplegados en ambientes de producción, por lo cual la generación de valor a usuarios finales (tanto estudiantes, como profesores) fue considerablemente alta.



## 4.5 Implementación de las estrategias.

La implementación de las estrategias representa el principal mecanismo de ludificación para la plataforma. Lo anterior debido a que, por medio del uso de representaciones gráficas alusivas a los conceptos y prácticas del PC, se genera contenido significativo al estudiante. De esta manera se promueve el desarrollo de la motivación intrínseca [22] en los estudiantes y, por tanto, el generar un verdadero interés, en ellos, sobre los conceptos del PC.

El proceso de implementación de las estrategias está descrito en el Gráfico F.

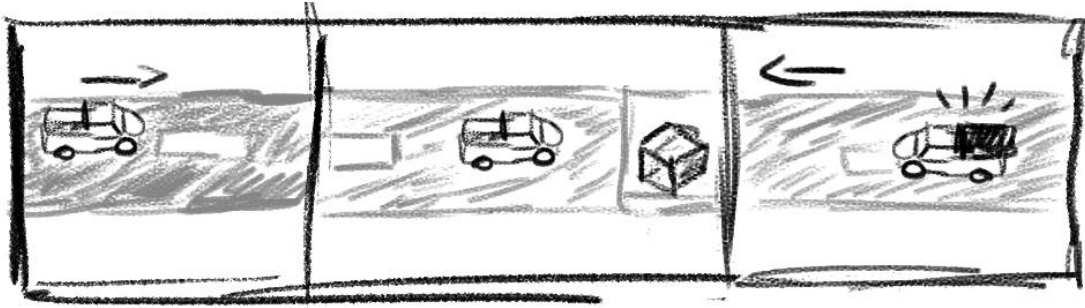


*Gráfico F: Proceso de implementación de las estrategias de ludificación.*

El proceso de implementación comenzó con una revisión detallada de cada una de las estrategias a implementar. Durante este punto se evaluó la viabilidad de las estrategias planteadas (descritas en el capítulo anterior), teniendo como criterios de selección su viabilidad técnica y diversidad de conceptos y prácticas del PC evaluadas. Lo anterior para promover una gran variedad de estrategias de evaluación y así cubrir la mayor cantidad de desafíos posibles.

Terminado el proceso de revisión, se procedió con la identificación de requerimientos para la implementación de la estrategia en la plataforma web. Aquí, a partir de múltiples

sesiones de ideación, se definió una metáfora central a ser usada —con base en la estrategia elegida. Esta metáfora, fue representada mediante *storyboards* ver Gráfico G , y fue usada para ejemplificar, de manera lúdica, las consecuencias y beneficios obtenidos por los —adecuados o inadecuados— usos de los conceptos y prácticas del PC.



*Gráfico G: Ejemplo de story board*

Adicionalmente, se realizó un proceso de levantamiento de requerimientos necesarios para la implementación total de la estrategia. Estos requisitos fueron categorizados —según el posible valor adquirido por el usuario— y ordenados debidamente. Una vez realizado lo anterior, se eligieron las tareas necesarias y se procede con la implementación del prototipo.

Terminada la implementación del prototipo, se continuó con el proceso de validación. Para ello se realizaron múltiples pruebas de usabilidad sobre el prototipo —las cuales fueron realizadas con profesionales en experiencia de usuario y posibles usuarios potenciales. El fin principal de estas pruebas es determinar qué tan claro es el prototipo al momento de reflejar un adecuado o inadecuado uso de los conceptos y prácticas del PC. Se considera, además, pertinente que el prototipo persuada a los usuarios a indagar sobre posibles mejoras e implementación de buenas prácticas en su código. Por tanto, el resultado del proceso de validación es una realimentación conformada por las múltiples discrepancias y “malentendidos” encontrados por los usuarios en contraste al planteamiento del prototipo; este ejercicio es realizado con múltiples usuarios, para identificar rápidamente si existen “malentendidos” de forma generalizada.

Este proceso de implementación de estrategias fue desarrollado de manera cíclica. Ya que, las inconformidades encontradas en los procesos de validación fueron usadas como

insumos para una las siguientes revisiones de estrategias, levantamiento de requisitos y posterior implementación de las mismas. Dicho proceso fue iterado hasta alcanzar un producto que generara un consenso generalizado entre los usuarios sobre los conceptos y prácticas del PC a ser evaluados, como también suscitar curiosidad en los usuarios sobre el adecuado uso de estos.

### 4.5.1 Descripción de las estrategias implementadas

Actualmente, Hera cuenta con 4 implementaciones de estrategias de ludificación, las cuales están descritas a continuación:

- **Casas abandonadas:**

Esta implementación está basada en la estrategia “Sin desperdiciar”. El propósito de esta implementación es resaltar las consecuencias de realizar entregables de código que contengan instrucciones sin usar. Para ello, se le muestra al usuario un conjunto de casas (equivalentes a cada bloque de código usado en la aplicación). Las casas que cuenten con un escudo de protección representan a bloques de código ejecutados, de lo contrario serán representadas como casas abandonadas. Las casas sufrirán un “ataque de zombis” en las cuales sólo las que estén protegidas sobrevivirán a dicho ataque. Lo anterior es representado en el Gráfico H



Gráfico H: Vista de la estrategia: "Casas abandonadas".

- **Lluvias repetitivas:**

Esta implementación está basada en la estrategia “Recursos repetitivos”. Su propósito es representar el adecuado uso de ciclos. Para lo anterior, la aplicación muestra al usuario un jardín de flores, donde cada flor se encuentra acompañada de una nube — un par por cada bloque cíclico usado—. Aquellas nubes que realicen iterativamente el ciclo del agua representan bloques usados correctamente, permitiendo que la flor acompañada crezca adecuadamente —siendo el caso contrario para los bloques cíclicos usados de manera incorrecta. Lo anterior se ve reflejado de manera más clara en el Gráfico I



Gráfico I: Vista de la estrategia: "Lluvias repetitivas".

- **Carros paralelos:**

Esta implementación está basada en la estrategia “Problemas paralelos”. Su diseño permite representar el adecuado uso de hilos y la programación en paralelo. Para tal fin, la aplicación muestra un determinado número de carriles (uno por cada hilo sugerido para completar el desafío); adicionalmente, se mostrará un determinado número de camiones (uno por cada hilo creado por el usuario). Con lo cual se mostrarán a los camiones recorriendo los carriles de un lado al otro con el fin de transportar paquetes, uno por trayecto. Esta implementación está diseñada para evidenciar las consecuencias de un uso no adecuado de los recursos disponibles. Lo anterior es ejemplificado en el Gráfico J

## ¡Haz click para observar el resultado del desafío!

PAQUETES TRANSPORTADOS: 6

TIEMPO RESTANTE: 10

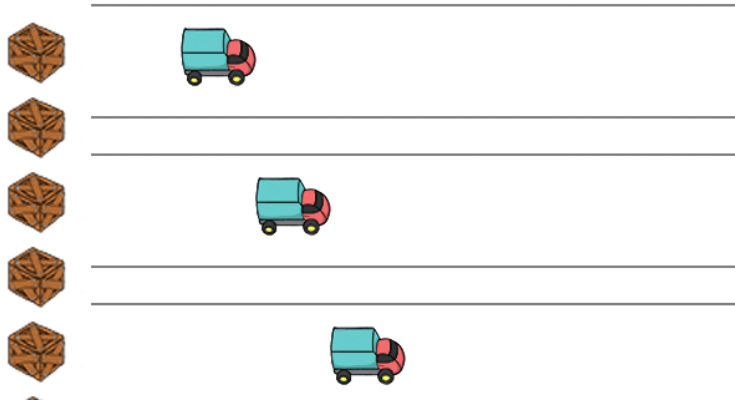
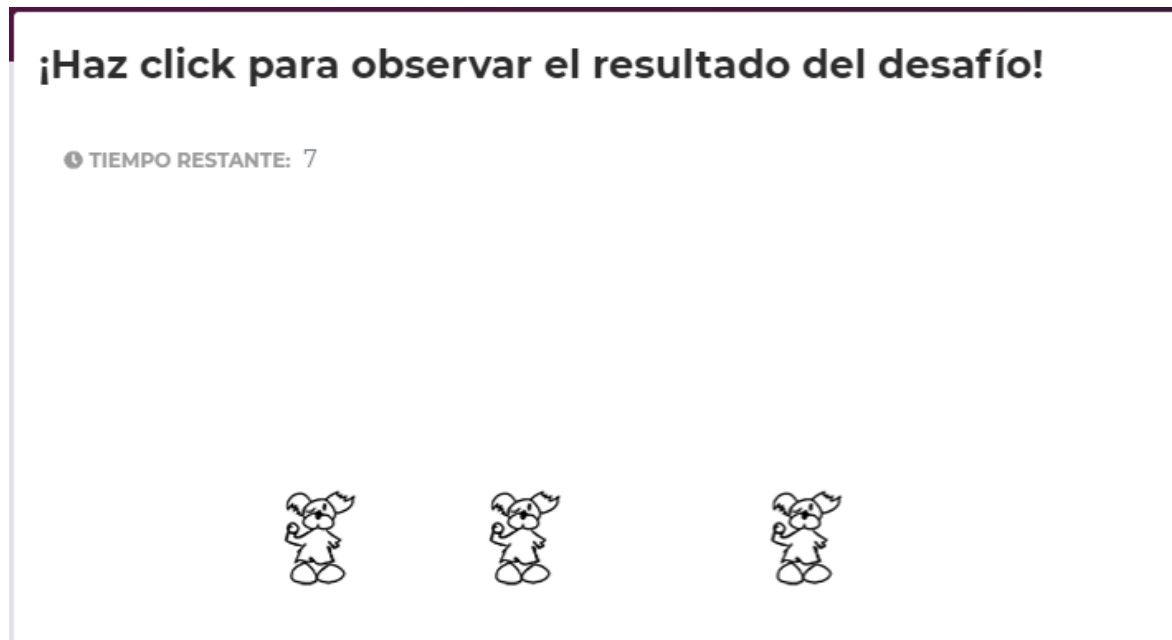


Gráfico J: Vista de la estrategia: "Carros paralelos".

- **Obra de clones:**

Esta implementación está basada en la estrategia "Clonados emproblemados". El propósito de esta es representar el adecuado uso de bloques para la creación de clones (el cual es un concepto particular al lenguaje Scratch). Para llevar a cabo tal propósito, la aplicación muestra al usuario a múltiples clones de un ratón, en donde cada clon interpretará un papel dentro de una obra de teatro —cada ratón clonado es creado en relación por cada clon usado por el usuario. Sin embargo, aquellos clones que se fueron creados de manera incorrecta (ya sea por no destruirlos de forma adecuada, o crearlos de manera innecesaria) serán semejantes a ratones clones zombis, los cuales

generarán un impacto negativo en la recepción de la obra de teatro. Lo anterior es mejor ejemplificado en el Gráfico K



*Gráfico K: Vista de la estrategia: "Clonados emproblemados".*

## **5. Evaluación de la plataforma digital**

El propósito de este trabajo consiste en contribuir a la solución de las problemáticas planteadas en anteriores capítulos. Por tanto, los criterios escogidos, para valorar la contribución realizada por la plataforma, comprenden los niveles de ansiedad, ambigüedad en la comprensión de conceptos evaluados y los niveles de motivación intrínseca hacia el estudio y evaluación de los conceptos y prácticas del PC, por parte de los estudiantes.

La complejidad presente en el proceso de medición de estos dos apartados, y sus relaciones entre estos dentro del contexto de la educación formal, conllevaron a decantarnos hacia la realización de un estudio de caso exploratorio para el desarrollo de la evaluación de la plataforma digital. A partir de los lineamientos aportados por [52], [53] se describe a continuación el protocolo implementado para el desarrollo del estudio de caso, con el fin de evaluar la plataforma digital..

### **5.1 Protocolo para el desarrollo del estudio de caso**

#### **5.1.1 Descripción general**

Para realizar el proceso de validación de la plataforma, y por ende el sistema de ludificación, se decidió realizar un estudio de caso; siendo nuestro caso de estudio el impacto del uso de la plataforma sobre los procesos de evaluación en los conceptos, prácticas y perspectivas del PC, en los estudiantes. Teniendo en cuenta las limitaciones de nuestro proyecto, se decidió realizar un estudio de caso de carácter holístico. Por tanto, el caso de estudio es equivalente a la unidad de análisis. Es por esto que un estudio de caso, en el cual se estudien múltiples unidades de análisis y, por tanto, se desarrolle en un tiempo más prolongado puede ser visto como una recomendación para estudios futuros.

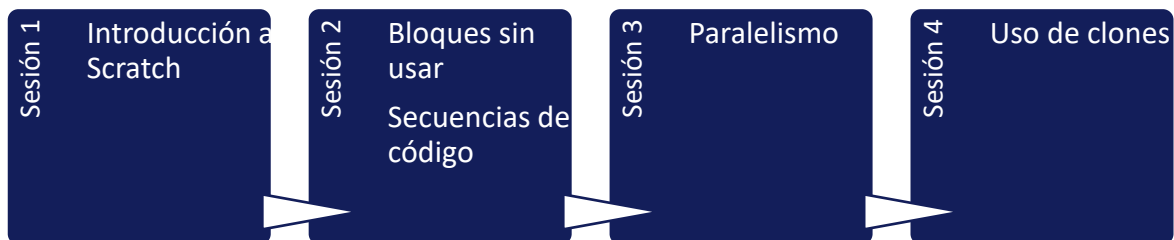
La hipótesis planteada para nuestro estudio de caso yace en que la plataforma puede generar efectos positivos en la motivación intrínseca —mediante la ludificación de los procesos de evaluación— en los estudiantes hacia el estudio de los conceptos, prácticas y perspectivas del PC, de manera independiente a sus niveles de ansiedad. Por tanto, esto podría contribuir en un cambio en la percepción de los estudiantes hacia sus procesos de evaluación.

En ese sentido, la pregunta de investigación definida para el estudio de caso fue: ¿Cuál es el impacto generado por el uso de la plataforma en la motivación intrínseca de los estudiantes hacia sus procesos de evaluación, dentro del curso de programación del grado noveno perteneciente a la institución educativa Técnico Industrial de la ciudad de Popayán?

A continuación, se hará una descripción del proceso de recolección de datos, conjunto con una descripción de los instrumentos utilizados para dicho proceso. Finalmente, este capítulo concluye con el reporte de los resultados obtenidos.

### 5.1.2 Procedimiento del estudio de caso

El proceso de evaluación de la plataforma fue llevado a cabo a lo largo de 4 sesiones de clase, con un curso de informática orientado a estudiantes de grado noveno, pertenecientes al colegio Institución Educativa Técnico Industrial de la ciudad de Popayán, Cauca. El cronograma de las sesiones realizadas puede verse representado en el Gráfico L.

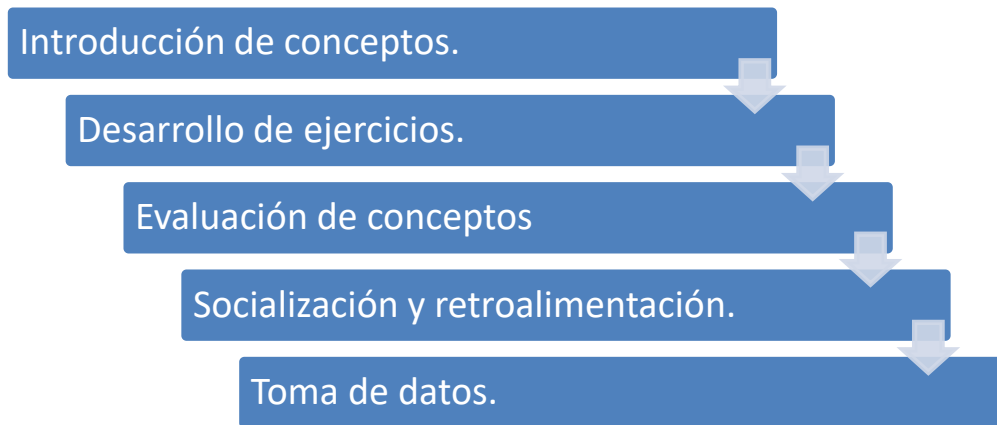


*Gráfico L. Cronograma de sesiones realizadas*

El nivel de conocimientos, sobre el lenguaje Scratch y su entorno de desarrollo, se presentaba de forma heterogénea por parte de los estudiantes. Por tanto, durante la primera sesión se explicaron los conceptos básicos de Scratch y su entorno de desarrollo, en adición a la configuración básica de los estudiantes en la plataforma digital. Durante esta sesión se pudo observar un interés generalizado en los estudiantes hacia la programación y, adicionalmente, con ayuda del profesor del curso, determinar el currículo necesario para las sesiones posteriores.

La estructura de las secciones posteriores está conformada por 5 fases, ilustradas en el Gráfico M.





*Gráfico M: Estructura general de una sesión para la evaluación de la plataforma digital.*

Adicionalmente, los registros fotográficos de las sesiones están registrados en el Anexo D. El desarrollo de la estructura de las sesiones se encuentra descrito a continuación:

- **Introducción de conceptos:** El comienzo de las sesiones se realizó a partir de la introducción a los conceptos abarcados durante cada sesión. El propósito de esto fue introducir de forma dosificada a los estudiantes en dichos conceptos y dar una idea sobre los tipos de problemas a resolver y, finalmente, presentar algunos ejemplos —o aplicaciones— de estos conceptos en el diario vivir de los estudiantes.
- **Desarrollo de ejercicios:** Una vez realizada la introducción, se les presentó a los estudiantes un conjunto de ejercicios secuenciales a desarrollar, aumentando cada uno la dificultad del ejercicio posterior. Durante el desarrollo de esta fase se dispuso espacios para que los estudiantes pudiesen resolver sus dudas y, además, permitir la colaboración entre ellos para resolver los problemas propuestos.
- **Evaluación del concepto:** Posterior a la realización de los ejercicios, se presentó a los estudiantes una evaluación sobre los conceptos abarcados en la sesión. La presentación y valoración automática del código entregado por los estudiantes fue realizada por medio de la plataforma digital Hera.
- **Socialización y retroalimentación:** Finalizado el proceso de evaluación, y con la ayuda del profesor del curso, se realizó la fase de socialización. La anterior consistió en el desarrollo de una discusión entre el profesor y los estudiantes sobre los conceptos evaluados, reforzando así vacíos conceptuales en los estudiantes e invitándolos a profundizar sobre dichos conceptos.

- **Toma de datos:** Finalmente, se procedió a la toma de datos correspondiente a la sesión. Para lo anterior se realizó la ejecución del SCAS y la encuesta para la valoración de la motivación y claridad de los conceptos evaluados por la plataforma.

### **5.1.3 Instrumentos de recolección de información**

#### **Medición de los niveles de ansiedad**

Tomando como referencia la premisa de que existe un aumento en los niveles de ansiedad, por parte de los estudiantes, en momentos previos a un examen; y además, este aumento en la ansiedad depende de múltiples factores, como posibles desórdenes de ansiedad o un alto grado de incertidumbre hacia el resultado de dicho examen [50], [54], es posible comprender la importancia de la evaluación de este apartado dentro del proyecto.

El estudio y medición de la ansiedad ha sido un tema altamente investigado dentro de la comunidad científica [55]. Sin embargo, a pesar de que existen múltiples instrumentos para la medición de los niveles de ansiedad en niños y jóvenes adultos, este estudio se decantó hacia el uso de la Escala de Ansiedad Infantil Spence (SCAS por sus siglas en inglés). Esta escala ha sido altamente validada —otorgando resultados de alta confiabilidad y consistencia— bajo diferentes contextos y múltiples tamaños de población, además de estar diseñada para evaluar diferentes tipos de ansiedad presentes en niños y jóvenes adultos [55]–[57].

SCAS comprende un cuestionario de 44 preguntas, de las cuales se obtiene como resultado una frecuencia relativa indicando la ocurrencia de sintomatología clínica para cada una de los diferentes tipos de ansiedad [55] (Problemas obsesivo compulsivos, ansiedad de separación, fobia social, agorafobia, ansiedad de accidentes físicos y ansiedad generalizada).

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente estudio tomó como pertinente la medición de los niveles de ansiedad relacionados con la fobia social y los comportamientos obsesivo-compulsivos. El estudio de la fobia social, la cual comprende “el miedo persistente y acusado a situaciones sociales o actuaciones en público por temor a que resulten embarazosas” [58, p. 421], se considera pertinente debido a las connotaciones que este pueda generar un estudiante, al momento de comparar un resultado futuro de un examen

con sus pares [59]. Adicionalmente, se tuvo en cuenta la presencia de patologías obsesivo-compulsivas a partir de la comorbilidad presente conjunto con la fobia social [60].

### **Medición de los niveles de motivación y la claridad de conceptos.**

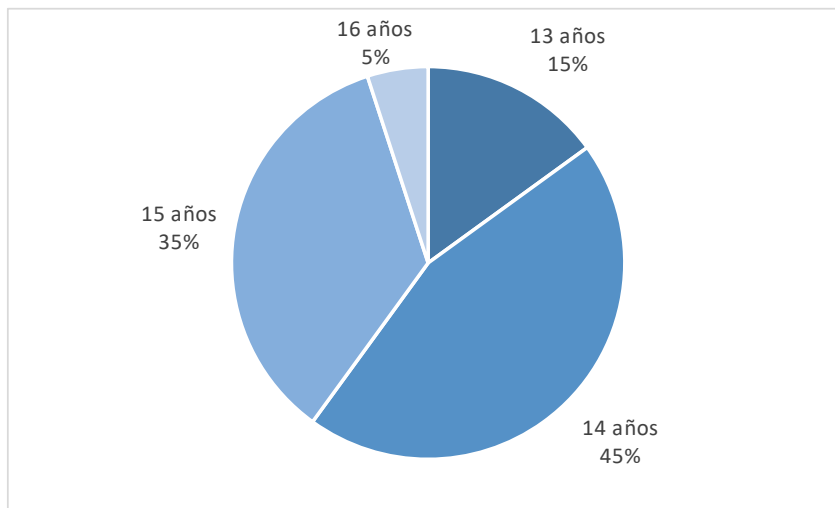
Actualmente, dentro de la comunidad científica, predomina un consenso el cual sugiere que el uso de premios e incentivos, durante el desarrollo de tareas educativas por parte de los estudiantes, puede conllevar consecuencias negativas, a largo plazo, como la reducción de la curiosidad, interés y persistencia por parte de los estudiantes en dichas tareas, afectando directamente el desarrollo de su motivación intrínseca [44]. Por tanto, es consecuente no solo promover la generación de motivación intrínseca, sino además evaluar el desempeño de nuestra aplicación bajo dichos términos.

En adición a lo anterior, y teniendo en cuenta las problemáticas sobre los procesos de evaluación descritas previamente, resulta pertinente observar y evaluar la percepción que tienen los estudiantes sobre el contenido de sus evaluaciones.

Finalmente, y teniendo en cuenta las limitaciones del presente estudio en cuanto al tamaño de muestra usado, se consideró oportuno el desarrollo de un análisis temático para observar la motivación intrínseca y la claridad de los conceptos evaluados en los estudiantes. Este análisis temático estará compuesto a partir de el desarrollo de entrevistas enfocadas en la percepción de los estudiantes acerca del proceso de evaluación, lo anterior con el fin de generar observaciones y concluir a partir de estas. Junto lo anterior se desarrollará una encuesta para medir los niveles de interés, disfrute, esfuerzo, importancia, valor y utilidad; los cuales están relacionados con la definición de motivación aportada por Deci y Ryan [39].

### **5.1.4 Análisis de resultados del estudio de caso**

La población conformada para las sesiones de evaluación de nuestra plataforma estuvo compuesta por 22 estudiantes entre los 13 y 16 años. La distribución por edades de la población se encuentra ilustrada en el Gráfico N

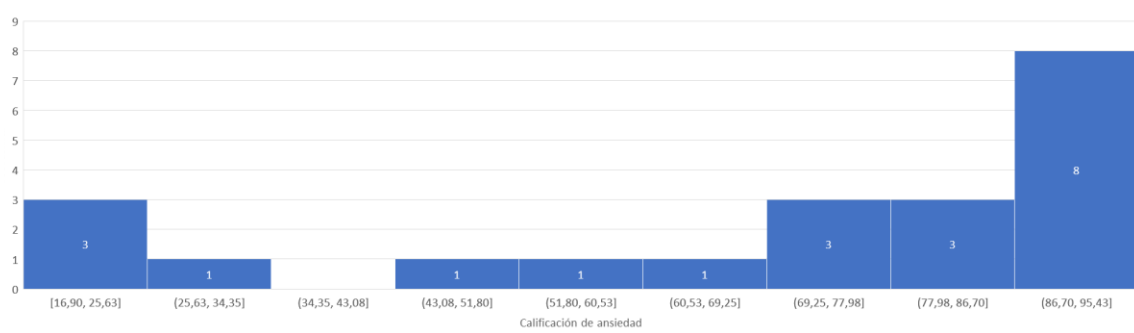


*Gráfico N: Distribución por edades.*

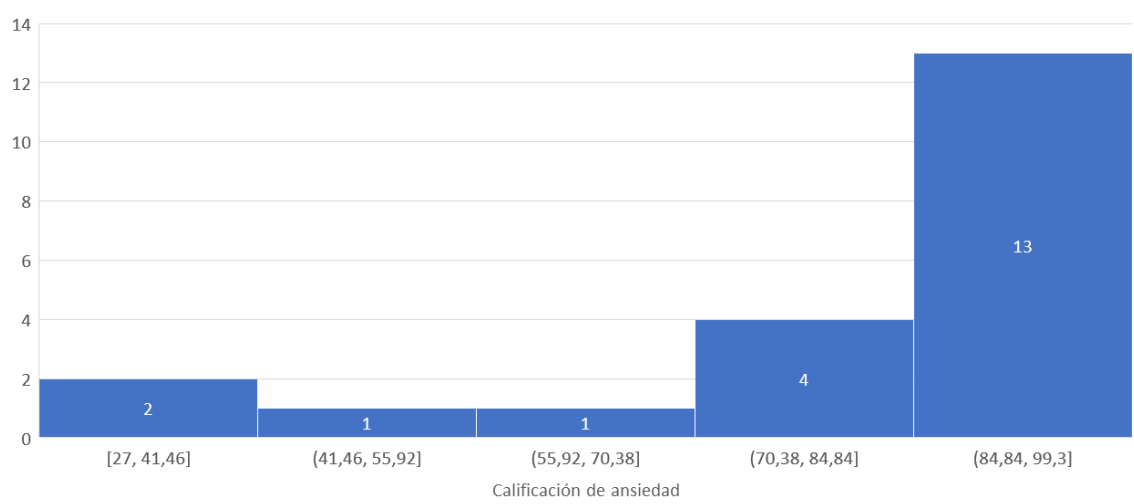
Adicionalmente, la población pertenecía a un curso de introducción a la programación, del grado noveno en la Institución Educativa Tecnico Industrial, de la ciudad de Popayán.

Es relevante mencionar que, a partir de las entrevistas previas a las sesiones de evaluación realizadas con los estudiantes y el profesor del curso, se pudo evidenciar que existía un nivel de conocimientos de Scratch, y programación en general, muy heterogéneo entre los estudiantes. La mayoría de los estudiantes manifestaba que dichos conocimientos los habían adquirido bajo otros contextos, diferentes a su institución educativa.

Después de llevar a cabo la toma de datos para medir los niveles de ansiedad se evidencia que, dentro de nuestra población, existe una predominancia en la frecuencia de estudiantes con altos niveles de ansiedad, tanto fobia social como trastornos obsesivo compulsivos. Lo anterior debido a que 10 estudiantes fueron catalogados como clínicamente ansiosos de fobia social, y 14 con trastorno obsesivo compulsivo. Lo anterior se puede evidenciar en el *Gráfico O* y *Gráfico P*, los cuales muestran las frecuencias de los puntajes en el SCAS.

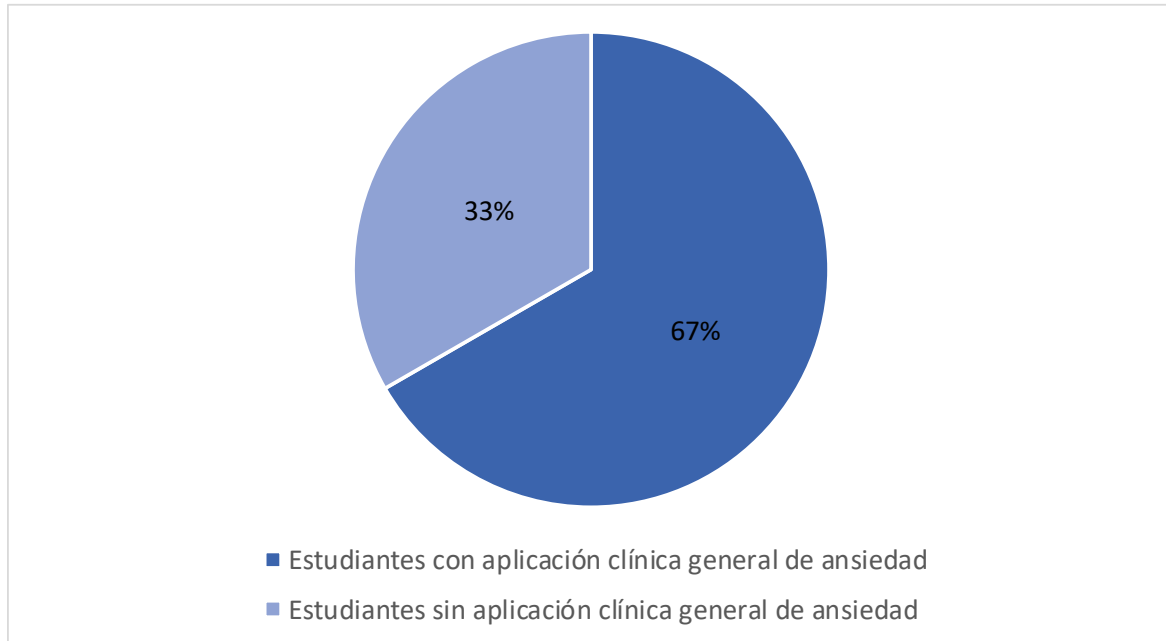


*Gráfico O: Frecuencia de calificaciones para fobia social.*

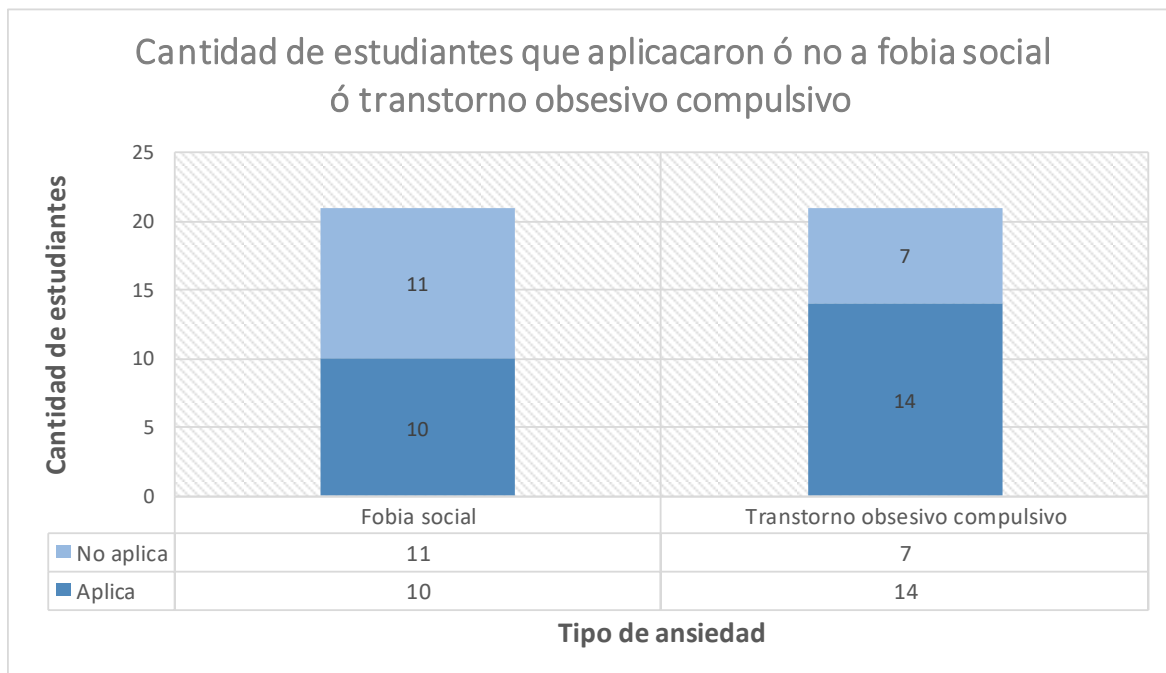


*Gráfico P: Frecuencia de calificaciones para el trastorno obsesivo compulsivo.*

Adicionalmente, la caracterización de nuestra población, según su aplicación general de ansiedad y según su aplicabilidad clínica en alguno de los dos tipos de ansiedad evaluados, se encuentra descrita en el Gráfico Q y Gráfico R respectivamente.



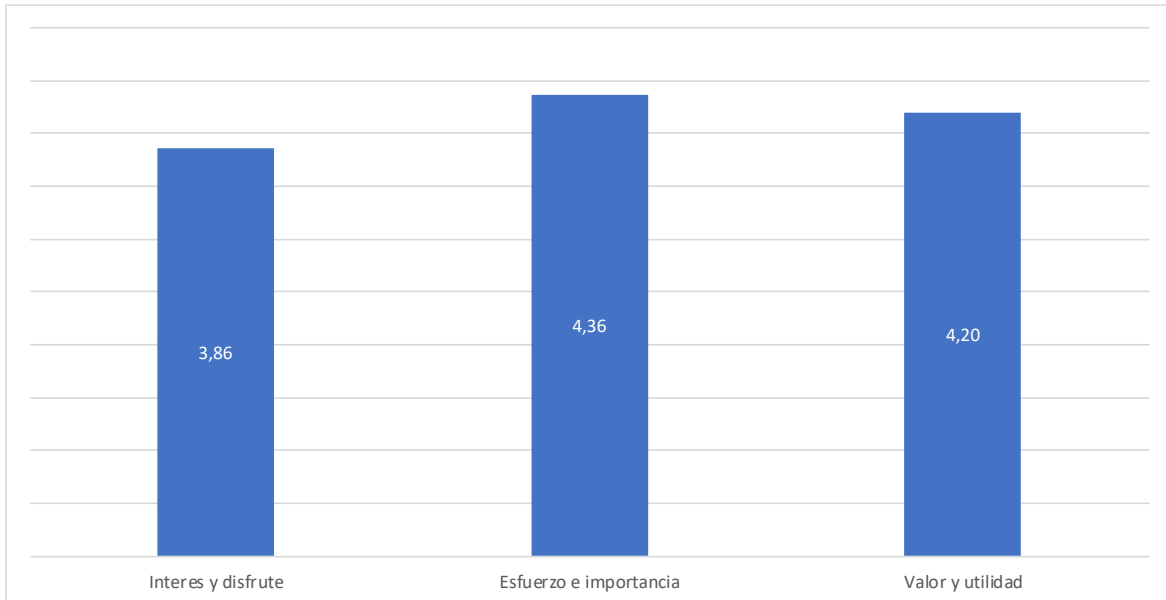
*Gráfico Q: Estudiantes con aplicación general clínica de ansiedad versus niños sin aplicación general clínica de ansiedad*



*Gráfico R: Cantidad de estudiantes que aplicaron o no a fobia social o trastorno obsesivo compulsivo.*

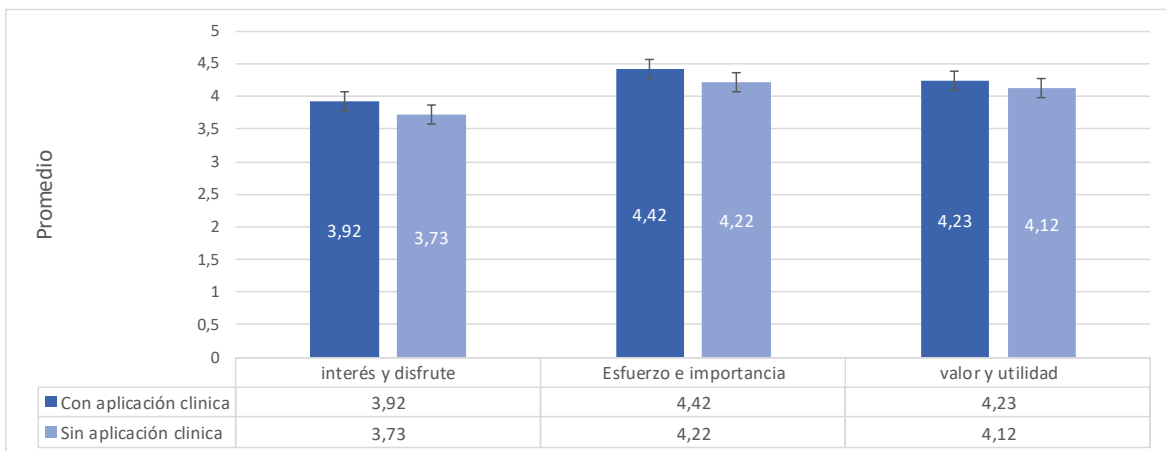
Ahora bien, los resultados de motivación e interés de los estudiantes hacia el uso de la plataforma digital evidencian un impacto positivo en los estudiantes. Lo anterior debido a

los resultados ilustrados en el Gráfico S; los cuales evidencian que existió un alto nivel de interés, disfrute, esfuerzo, importancia, valor y utilidad por los estudiantes hacia el uso de la plataforma digital.



*Gráfico S: Promedio entre las diferentes categorías de motivación.*

Dado lo anterior, se realizó un contraste, entre los resultados encontrados, con el fin de conocer las diferencias significativas entre la población que aplicaba con sintomatología clínica de ansiedad y aquellos que no aplicasen. Lo anterior evidenciado en el Gráfico T



*Gráfico T: Promedio de las diferentes categorías de motivación entre los estudiantes con y sin aplicación clínicamente significativa*

Estos resultados evidencian un alto nivel, para cada una de las categorías evaluadas, tanto para aquellos estudiantes que contaron con sintomatología clínica como para aquellos que

no. Transformando la premisa anterior como hipótesis se procedió con el cálculo de las diferencias significativas para cada una de las categorías de la motivación intrínseca evaluadas. Este cálculo se realizó por medio de la ecuación 1 y 2, para el cálculo de la proporción de la población y finalmente las diferencias significativas, respectivamente.

$Xa$  = Promedio de las categorías de motivación con aplicación clínicamente significativa

$Xna$  = Promedio de las categorías de motivación sin aplicación clínicamente significativa

$Na$  = numero de esudiantes con aplicación clínicamente significativa

$Nna$  = numero de esudiantes sin aplicación clínicamente significativa

$$P = \frac{Xa + Xna}{Na + Nna}$$

*Ecuación 1: Valor de P*

$Pa$

= Proporción de las categorías de motivación con aplicación clínicamente significativa

$Pna$

= Proporción de las categorías de motivación sin aplicación clínicamente significativa

$$Z = \frac{Pa - Pna}{\sqrt{P(1 - P)\left(\frac{1}{Na} + \frac{1}{Nna}\right)}}$$

*Ecuación 2: Diferencia significativa*

En los resultados de las diferencias significativas, los cuales se encuentran descritos en la Tabla 1, es posible apreciar que ninguno de los valores supera el nivel de significancia establecido (1.96). Lo anterior nos sugiere que no existe una diferencia significativa entre el disfrute, interés, esfuerzo, importancia, valor y utilidad obtenidos por los estudiantes, independientemente de su grado de ansiedad.

Diferencia significativa para los niveles de interés y disfrute, según su aplicabilidad de ansiedad.	0,208531457
Diferencia significativa para los niveles de esfuerzo e importancia, según su aplicabilidad de ansiedad.	0,211829636



Diferencia significativa para los niveles de valor y utilidad, según su aplicabilidad de ansiedad.	0,158358293
--	-------------

*Tabla 1: Cálculo de diferencia significativa.*

Los resultados anteriores son respaldados, además, con el desarrollo del análisis temático realizado, el cual estuvo compuesto por un conjunto de entrevistas<sup>5</sup> realizadas a los estudiantes. Como resultado del análisis, se observó un gran foco de opinión el cual manifestaba que el uso de la plataforma era divertido y, por ende, los estudiantes se sentían inclinados hacia el uso de la plataforma.

Sin embargo, también se observó una polarización, en los focos de opinión, hacia la claridad de los conceptos. Un conjunto de estudiantes manifestaba que los desafíos y las animaciones eran fáciles de entender y mejoraban su experiencia dentro del aula; en contraste a las opiniones de otros estudiantes, que manifestaron necesitar de la ayuda de un profesor, o de sus compañeros, para entender algunos conceptos o elementos de la aplicación.

Otro de los puntos de polarización, dentro de los focos de opinión, se concentró en la representación de la nota, la cual es obtenida como el resultado de la evaluación dentro de la aplicación (representada de cero a cinco estrellas). Por una parte, los estudiantes manifestaron un agrado generalizado hacia esta representación. Sin embargo un conjunto menor de estudiantes coincidía en que era preferible el uso de la representación numérica, debido a que esta es la representación estandar para las notas de su institución. Adicionalmente, también es necesario destacar que se observó que la gran mayoría de los estudiantes manifestaba tener un alto grado de presión por los resultados a obtener durante sus evaluaciones. Lo anterior podría sugerir que, en adición a reformar los procesos de evaluación, es necesario revisar los entornos sociales y educativos de los estudiantes para mejorar los procesos de aprendizaje de forma integral en los estudiantes.

No obstante, es relevante tener en cuenta que los resultados de estas entrevistas pueden encontrarse influenciados por la novedad de la plataforma, y dadas las limitaciones del

---

<sup>5</sup> Los registros y grabaciones de las entrevistas realizadas pueden ser accedidas a través del siguiente repositorio: <https://github.com/juxemburg/GrabacionesHera>

estudio, se considera relevante estudiar en futuros acercamientos los impactos de la plataforma en los estudiantes a largo plazo.

Finalmente, el análisis detallado del análisis temático realizado se puede encontrar en el Anexo F.

## 6. Cumplimiento de objetivos y conclusiones

### 6.1 Revisión de objetivos

A partir de los objetivos planteados para este proyecto, se considera pertinente revisar de qué manera el desarrollo de este proyecto desarrolló cada uno de los objetivos y, por ende, validar su cumplimiento.

A partir del objetivo general del proyecto, definido como:

*Diseñar y evaluar una plataforma digital ludificada, mediante un framework para el diseño de ludificación significativa, con el fin de dar soporte al mejoramiento de la motivación dentro de los procesos de evaluación del desarrollo del pensamiento computacional.*

Es posible deducir que la consecución del objetivo general del proyecto es la consecuencia del adecuado desarrollo de los objetivos específicos. Adicionalmente, cabe resaltar que el desarrollo de los 3 objetivos específicos del proyecto fueron abordados individualmente dentro de los capítulos 3, 4 y 5 de este trabajo. Finalmente, la síntesis de del cumplimiento de los objetivos propuestos es la siguiente:

- **Diseñar un conjunto de estrategias de ludificación que dinamicen los procesos de evaluación del desarrollo del Pensamiento Computacional, a partir los conceptos claves del desarrollo del Pensamiento Computacional:** Se definió el concepto de estrategias de ludificación, las cuales son una herramienta para ludificar los procesos de evaluación de uno o varios conceptos y prácticas del pensamiento computacional, y el diseño de 5 estrategias de ludificación — descritas en el capítulo 3 y detalladas dentro del Anexo B— nos permitieron generar un mecanismo para la ludificación de la evaluación agnóstico a una implementación tecnológica y a los diversos contextos en los que se puede encontrar un curso de PC. Lo anterior debido a que las estrategias se diseñaron para ser personalizadas, por los profesores, para así adaptarlas al contexto

particular de su curso de PC. Adicionalmente, dichas estrategias son propuestas como una guía hacia la ludificación de cualquier evaluación —siempre y cuando la evaluación esté asociada a los conceptos y prácticas del PC—, lo cual las convierte independientes de la tecnología usada dentro del curso del PC. Estas características de las estrategias son el resultado del proceso iterativo de validación del concepto con profesores de cursos de PC y, por ende, tienen en cuenta sus necesidades. Finalmente, es por lo anterior que consideramos que este proyecto realizó un efectivo cumplimiento de este objetivo.

- **Desarrollar un prototipo de una plataforma digital ludificada que implemente las estrategias diseñadas con el fin de dar soporte a los procesos de evaluación del desarrollo del pensamiento computacional en infantes:** El desarrollo y puesta en marcha de una plataforma digital para la gestión de cursos de PC (llamada Hera) fue el resultado del cumplimiento de nuestro segundo objetivo específico. Lo anterior debido a que la plataforma, gracias a su proceso de diseño centrado en el usuario, generó valor al resolver las problemáticas encontradas en los usuarios; la reducción en el tiempo invertido para la gestión de los cursos, la gestión de los desafíos y evaluaciones del curso, la presentación de la evaluación a los estudiantes de manera lúdica, las representaciones gráficas consecuentes con la integración de las estrategias de ludificación, entre otros, corroboran el adecuado cumplimiento de este objetivo.
- **Evaluar la plataforma digital ludificada, en términos de los niveles de ansiedad y ambigüedad de conceptos evaluados, a través de un estudio de caso con estudiantes de 11 a 15 años, pertenecientes a la Institución Educativa Técnico Industrial, de la ciudad de Popayán, Cauca:** Se realizó la evaluación de la plataforma, cuyo proceso y resultados se encuentran descritos en los capítulos 5 y 6 respectivamente. Sus resultados y su conclusión, contrastada bajo las limitaciones, la cual sugiere resultados favorables, nos lleva no solo a seguir implementando este tipo de estrategias para procesos tan complejos como los procesos de aprendizaje del PC, sino que además nos lleva a seguir investigando y aportando al desarrollo de este tema. Lo anterior demuestra que, a pesar de las limitantes, el propósito de la evaluación cumple con el objetivo propuesto y además esboza posibles trabajos futuros.

En conclusión el desarrollo de este trabajo, y por tanto la consecución de su objetivo principal, obtuvo como resultado la definición del concepto de estrategias de ludificación,

una plataforma digital para la gestión de cursos de PC, y la evaluación de dicha plataforma. Esto, principalmente, representa el aporte de este proyecto de a los procesos de investigación en el tema y, además, como soporte a cualquier curso de PC, independientemente de su contexto. Por tanto, esto evidencia el cumplimiento general de este proyecto sobre los objetivos planteados.

## **6.2 Conclusiones**

El presente proyecto se desarrolló, principalmente, bajo la hipótesis que sugiere que el uso de ludificación significativa puede tener un impacto positivo en los estudiantes durante sus procesos de evaluación del PC, al reducir sus niveles de ansiedad y facilitar la claridad de los conceptos evaluados.

Para tal fin, se propuso la definición del concepto de estrategias de ludificación, cuyo propósito es proponer mecanismos lúdicos para evaluar los conceptos y prácticas del PC. Posteriormente, se implementaron múltiples estrategias de ludificación y se construyó una plataforma digital en la nube que permite la gestión de cursos del PC; la cual integró dentro de sus procesos de gestión de evaluaciones —realizadas por medio del análisis automático de código en Scratch— las estrategias de ludificación.

El diseño centrado en el usuario fue la base para la metodología del proyecto, la cual estuvo embebida en cada una de las fases del mismo. La definición de estrategias, junto con su implementación, se desarrollaron en compañía de múltiples entrevistas y validaciones con usuarios finales. El desarrollo, y puesta en marcha, de la plataforma digital se realizó a partir de un levantamiento de requisitos basado en las necesidades encontradas en los usuarios; el proceso de desarrollo fue consecuente con una rápida iteración y validación de entregables buscando aportar, en mayor medida, valor agregado a los usuarios.

Finalmente, se realizó un experimento, durante 4 sesiones con 22 estudiantes pertenecientes a un curso de PC, para medir el impacto de la plataforma digital sobre los procesos de evaluación de los estudiantes. Para lo anterior se evaluó el impacto que tuvo la aplicación en los criterios de motivación intrínseca de los mismos.

Los resultados sugieren que el uso de ludificación puede tener un impacto positivo en la percepción de los estudiantes hacia los procesos de evaluación dentro del desarrollo de

su curso del PC, independientemente de sus niveles de ansiedad. Lo cual, sugiere, a su vez, que la ludificación permite que que estudiantes con niveles de ansiedad se sientan tranquilos y motivados durante la evaluación.

Adicionalmente, el uso de la plataforma digital contribuye no solo a los procesos relacionados con los estudiantes; sino que también, al automatizar los procesos de evaluación, genera un impacto positivo al reducir tanto el número de recursos como el tiempo necesarios para la adecuada gestión del curso. Esto puede facilitar el trabajo del profesor, suavizando los procesos de evaluación al permitir que sea la tecnología digital la que se encargue automáticamente de ciertas actividades.

Estos resultados sugieren que el uso de ludificación significativa, teniendo en cuenta el contexto y las necesidades de los usuarios, puede traer impactos positivos en la percepción de las evaluaciones en los estudiantes. Lo anterior debido a que, al reducir la estigmatización generalizada de los estudiantes hacia la evaluación, los estudiantes se encontraron generalmente dispuestos a realizar las evaluaciones propuestas, y adicionalmente a ser más concientes de los errores obtenidos y despertar un genuino interés en como mejorar sus resultados. Por tanto, el desarrollo de este experimento nos sugiere que el permitir a los estudiantes repetir sus evaluaciones, e incluso buscar diferentes flujos de procesos para el desarrollo de la evaluación, puede traer un impacto positivo a la dinámica de clase.

Por otro lado, el uso de la plataforma digital, y su implementación en la nube, puede fomentar significativamente en la accesibilidad de este tipo cursos. Lo anterior contribuye a la premisa que sugiere la necesidad de implementar más cursos de PC dentro de la educación formal [1]. Por tanto, la estandarización tanto de currículos como procesos de evaluación podría ser de gran ayuda para el desarrollo posterior de este proyecto.

Sin embargo, es pertinente destacar que el desarrollo del experimento de este proyecto, estuvo rodeado de varias limitantes, como el tamaño de la población, la poca diversidad de la misma, el número de sesiones empleadas y la corta duración del mismo.

A partir de lo anterior podemos deducir que la medición del efecto prolongado del uso de la ludificación dentro de los procesos de evaluación de los estudiantes se encuentra por fuera del alcance del proyecto y, por tanto, se sugiere como posible trabajo futuro. En conjunción a lo anterior, creemos que el uso de la aplicación puede tener algún impacto

significativo en la ansiedad al examen [54]. Sin embargo, teniendo en cuenta que el análisis de este tipo de ansiedad requiere de poblaciones considerablemente grandes, durante espacios de tiempo prolongados, se optó por dejar este experimento por fuera del alcance del proyecto.

Adicionalmente, es pertinente mencionar que el diseño, tanto de las estrategias como de la plataforma, fue realizado teniendo en cuenta su uso en contextos y entornos educativos diversos; sin embargo, como se puede deducir, la medición del impacto de la aplicación en múltiples contextos requiere del desarrollo de un experimento por fuera del alcance del proyecto pero sugiere un importante paso hacia trabajos futuros.

Finalmente y, a pesar de que en las entrevistas realizadas, encontramos un impacto positivo en la gestión del curso por parte de los profesores; dicha premisa no fue concebida dentro del foco de la investigación del proyecto y por tanto se presume como posibles trabajos futuros.

En conclusión, es importante destacar cómo a partir de la complejidad encontrada en el estudio y el desarrollo del PC desde las etapas primigenias del ser humano conllevan al desarrollo de nuevos acercamientos a los procesos de evaluación. Los cuales, a su vez podrían no solo ser de utilidad para cursos del PC sino que también, de manera análoga a la transversalidad del PC, estos acercamientos puedan ser adaptados y usados en diferentes contextos y procesos educativos.

## Bibliografía

- [1] S. Grover and R. Pea, "Computational Thinking in K – 12 : A Review of the State of the Field," vol. 42, no. 1, pp. 38–43, 2013.
- [2] J. M. Wing, "Computational Thinking: What and Why?," *thelink - Magazine Varnegie Mellon Univ. Sch. Comput. Sci.*, no. March 2006, pp. 1–6, 2010.
- [3] J. M. Wing, "Computational thinking," *Commun. ACM*, vol. 49, no. 3, p. 33, 2006.
- [4] J. L. Weese, "Mixed Methods for the Assessment and Incorporation of Computational Thinking in K-12 and Higher Education," pp. 279–280, 2016.
- [5] L. Werner, J. Denner, and S. Campe, "The Fairy Performance Assessment : Measuring Computational Thinking in Middle School," *Proc. 43rd ACM Tech. Symp. Comput. Sci. Educ. - SIGCSE '12*, pp. 215–220, 2012.
- [6] C. Wilson, L. A. S. Sudol, C. Stephenson, and M. Stehlik, "Running on empty: The Failure to Teach K–12 Computer Science in the Digital Age," *ACM Trans. Comput. Educ.*, vol. 39, no. 9, 2010.
- [7] S. Grover, "Assessing Algorithmic and Computational Thinking in K-12 : Lessons from a Middle School Classroom," pp. 269–288.
- [8] K. Brennan and M. Resnick, "New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking," *Annu. Am. Educ. Res. Assoc. Meet. Vancouver, BC, Canada*, pp. 1–25, 2012.
- [9] J. Moreno-león, U. Rey, J. Carlos, and M. Román-gonzález, "Comparing Computational Thinking Development Assessment Scores with Software Complexity Metrics," no. April, pp. 1040–1045, 2016.
- [10] J. T. Behrens, R. J. Mislavy, K. E. DiCerbo, R. Levy, and S. National Center for Research on Evaluation and Student Testing (CRESST)Center for the Study of Evaluation (CSE) Graduate School of Education & Information Studies, "An Evidence Centered Design for Learning and Assessment in the Digital World," *CRESST Rep. 778*, p. 46, 2010.
- [11] S. Ochoa, L. Guerrero, J. Pino, C. Collazos, and D. Fuller, "Improving learning by collaborative testing," *Student-Centered Learn. J.*, vol. 1, no. 3, pp. 123–135, 2003.
- [12] J. Lee and J. Hammer, "Gamification in Education: What, How, Why Bother?" 2011.
- [13] K. Huotari and J. Hamari, "Defining gamification," *Proceeding 16th Int. Acad. MindTrek Conf. - MindTrek '12*, p. 17, 2012.
- [14] B. Morschheuser, K. Werder, J. Hamari, and J. Abe, "How to gamify? A method for designing gamification," in *Proceedings of the 50th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Hawaii, USA, January 4-7, 2017*, 2017, no. January, pp. 1–10.
- [15] C. H. Su and C. H. Cheng, "A mobile gamification learning system for improving



- 
- the learning motivation and achievements,” *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 31, no. 3, pp. 268–286, 2015.
- [16] S. Villagrasa and J. Duran, “Gamification for learning 3D computer graphics arts,” *Proc. First Int. Conf. Technol. Ecosyst. Enhancing Multicult. - TEEM '13*, pp. 429–433, 2013.
- [17] Z. Fitz-Walter, D. Tjondronegoro, and P. Wyeth, “Orientation Passport: using gamification to engage university students,” *Proc. 23rd Aust. Comput. Interact. Conf. - OzCHI '11*, pp. 122–125, 2011.
- [18] A. Domínguez, J. Saenz-De-Navarrete, L. De-Marcos, L. Fernández-Sanz, C. Pagés, and J. J. Martínez-Herriz, “Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes,” *Comput. Educ.*, vol. 63, pp. 380–392, 2013.
- [19] Ö. Kay, B. Oktekin, and H. H. Ö, “Integration of gamification technology in education,” vol. 102, no. August, pp. 668–676, 2016.
- [20] G. Goehle, “Gamification and Web-based Homework,” *Primus*, vol. 23, no. 3, pp. 234–246, 2013.
- [21] S. O’Donovan, J. Gain, P. Marais, S. O. Donovan, and P. Marais, “A Case Study in the Gamification of a University-level Games Development Course,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 242–251, 2013.
- [22] S. Nicholson, “A User-Centered Theoretical Framework for Meaningful Gamification,” *Games+ Learn. Soc.*, pp. 1–7, 2012.
- [23] J. Maloney, M. Resnick, N. Rusk, B. Silverman, and E. Eastmond, “The Scratch Programming Language and Environment,” *ACM Trans. Comput. Educ.*, vol. 10, no. 4, pp. 1–15, 2010.
- [24] R. Mislevy, “Evidence-Centered Assessment Design: Layers, Structures, and Terminology,” *Princ. Assess. Des. Inq. Tech. Rep. 9*, vol. 9, no. July, p. 46, 2005.
- [25] J. Hamari, J. Koivisto, and H. Sarsa, “Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification,” in *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2014.
- [26] J.-W. J. S. J. W. Chang *et al.*, “Gamification and Education : A Literature Review,” *Comput. Human Behav.*, vol. 3, no. 4, pp. 1–4, 2014.
- [27] L. Seiter and B. Foreman, “Modeling the Learning Progressions of Computational Thinking of Primary Grade Students,” pp. 59–66, 2013.
- [28] B. Zhong, Q. Wang, J. Chen, and Y. Li, “An Exploration of Integrated Assessment for Computational Thinking,” no. 122, 2016.
- [29] J. Moreno-león and R. J. Carlos, “On the Automatic Assessment of Computational Thinking Skills : A Comparison with Human Experts,” pp. 2788–2795, 2017.
- [30] L. De-Marcos, A. Domínguez, J. Saenz-De-Navarrete, and C. Pagés, “An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning,”

- Comput. Educ.*, vol. 75, pp. 82–91, 2014.
- [31] C. Cheong, F. Cheong, and J. Filippou, “Quick Quiz: A Gamified Approach for Enhancing Learning,” *PACIS 2013 Proc.*, pp. 1–14, 2013.
- [32] P. Buckley and E. Doyle, “Individualising gamification: An investigation of the impact of learning styles and personality traits on the efficacy of gamification using a prediction market,” *Comput. Educ.*, vol. 106, pp. 43–55, 2017.
- [33] P. Denny, “The effect of virtual achievements on student engagement,” *Proc. SIGCHI Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - CHI '13*, p. 763, 2013.
- [34] K. F. Hew, B. Huang, K. W. S. Chu, and D. K. W. Chiu, “Engaging Asian students through game mechanics: Findings from two experiment studies,” *Comput. Educ.*, vol. 92–93, pp. 221–236, 2016.
- [35] S. Abramovich, C. Schunn, and R. M. Higashi, “Are badges useful in education?: It depends upon the type of badge and expertise of learner,” *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 61, no. 2, pp. 217–232, 2013.
- [36] R. Farzan and P. Brusilovsky, “Encouraging user participation in a course recommender system: An impact on user behavior,” *Comput. Human Behav.*, vol. 27, no. 1, pp. 276–284, 2011.
- [37] K. Petersen *et al.*, “Gamification in Education : A Systematic Mapping Study,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 76, no. November, pp. 9–22, 2015.
- [38] E. D. Mekler, F. Brühlmann, K. Opwis, and A. N. Tuch, “Do points, levels and leaderboards harm intrinsic motivation?,” *Proc. First Int. Conf. Gameful Des. Res. Appl. - Gamification '13*, pp. 66–73, 2013.
- [39] R. M. Ryan and E. L. Deci, “Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions,” *Contemp. Educ. Psychol.*, vol. 25, no. 1, pp. 54–67, 2000.
- [40] M. S. Kuo and T. Y. Chuang, “How gamification motivates visits and engagement for online academic dissemination - An empirical study,” *Comput. Human Behav.*, vol. 55, pp. 16–27, 2016.
- [41] L. Hakulinen, T. Auvinen, and A. Korhonen, “Empirical study on the effect of achievement badges in TRAKLA2 online learning environment,” *Proc. - 2013 Learn. Teach. Comput. Eng. LaTiCE 2013*, pp. 47–54, 2013.
- [42] M.-B. Ibanez, A. Di-Serio, and C. Delgado-Kloos, “Gamification for Engaging Computer Science Students in Learning Activities: A Case Study,” *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 7, no. 3, pp. 291–301, 2014.
- [43] A. Iosup and D. Epema, “An experience report on using gamification in technical higher education,” *Proc. 45th ACM Tech. Symp. Comput. Sci. Educ. - SIGCSE '14*, no. 2008, pp. 27–32, 2014.
- [44] L. Hakulinen and T. Auvinen, “The effect of gamification on students with different achievement goal orientations,” *Proc. - 2014 Int. Conf. Teach. Learn. Comput. Eng. LATICE 2014*, pp. 9–16, 2014.

- 
- [45] M. D. Hanus and J. Fox, "Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance," *Comput. Educ.*, vol. 80, pp. 152–161, 2015.
- [46] Y. Attali and M. Arieli-Attali, "Gamification in assessment: Do points affect test performance?," *Comput. Educ.*, vol. 83, pp. 57–63, 2015.
- [47] T. Y. Liu and Y. L. Chu, "Using ubiquitous games in an English listening and speaking course: Impact on learning outcomes and motivation," *Comput. Educ.*, vol. 55, no. 2, pp. 630–643, 2010.
- [48] C. Selby, M. Dorling, and J. Woollard, "Evidence of assessing computational thinking," *IFIP TC3 Work. Conf. a New Cult. Learn. Comput. Next Gener.*, pp. 232–242, 2015.
- [49] A. P. Ambrósio, C. Xavier, and F. Georges, "Digital Ink for Cognitive Assessment of Computational Thinking," 2014.
- [50] S. Ochoa, L. Guerrero, J. Pino, C. Collazos, and D. Fuller, "Improving learning by collaborative testing," *Student-Centered Learn. J.*, 2003.
- [51] S. Grover, R. Pea, and R. Grover Shuchi; Pea, "Computational Thinking in K–12 A Review of the State of the Field," *Educ. Res.*, vol. 42, no. 1, pp. 38–43, 2013.
- [52] P. Runeson and M. Höst, "Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering," pp. 131–164, 2009.
- [53] G. Pervan, "Designing a Case Study Protocol for Application in IS Research," 2005.
- [54] R. M. Liebert and L. W. Morris, "Cognitive and Emotional Components of Test Anxiety: A Distinction and Some Initial Data," *Psychol. Rep.*, vol. 20, no. 3, pp. 975–978, 1967.
- [55] S. H. Spence, "A measure of anxiety symptoms among children," vol. 36, pp. 545–566, 1998.
- [56] C. A. Essau, P. Muris, and E. M. Ederer, "Reliability and validity of the Spence Children's Anxiety Scale and the Screen for Child Anxiety Related Emotional Disorders in German children," *J. Behav. Ther. Exp. Psychiatry*, vol. 33, no. 1, pp. 1–18, 2002.
- [57] M. Orgilés, X. Méndez, S. H. Spence, T. B. Huedo-Medina, and J. P. Espada, "Spanish validation of the spence children's anxiety scale," *Child Psychiatry Hum. Dev.*, vol. 43, no. 2, pp. 271–281, 2012.
- [58] A. Frances, H. Pincus, M. First, and et al., *DSM-IV Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales*, no. 819. 2009.
- [59] A. S. McDonald, "The Prevalence and Effects of Test Anxiety in School Children," *Educ. Psychol.*, vol. 21, no. 1, pp. 89–101, 2003.
- [60] M. C. Assunção *et al.*, "Social phobia in obsessive-compulsive disorder:

Prevalence and correlates," *J. Affect. Disord.*, vol. 143, no. 1–3, pp. 138–147, 2012.

## A. Anexo: Plantilla para la creación de estrategias de ludificación.

Estrategia			
<b>Nombre</b>	<i>Nombre de la categoría</i>		
<b>Elementos del PC</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Prácticas</b>	<b>Perspectivas</b>
	Conceptos del PC a ser evaluados	Prácticas del PC a evaluar	Perspectivas del PC a ser evaluadas
Descripción de la Estrategia			
<b>Resumen</b>	Describir brevemente la estrategia de evaluación e incluir sus limitaciones		
<b>Características del ejercicio/ Criterios evaluados</b>	Listar, uno a uno, los objetivos o criterios de evaluación de la estrategia		
<b>Entradas:</b>	Listar las entradas de la estrategia de ludificación		
<b>Actividad:</b>	Describir el desarrollo del proceso de evaluación, destacando las variables importantes para la evaluación, y su obtención a partir de las entradas, en caso de ser necesario.		
<b>Salidas de la actividad:</b>	Describir cómo se obtiene el resultado de la evaluación, a partir de las entradas y variables importantes dentro del proceso de evaluación. Se sugiere el uso de fórmulas matemáticas para agilizar el proceso.		



## B. Anexo: Estrategias de ludificación diseñadas

Estrategia			
<b>Nombre</b>	<i>Recursos repetitivos</i>		
<b>Elementos del DPC</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Prácticas</b>	<b>Perspectivas</b>
	Control de flujo.	Uso simple de ciclos. Uso de ciclos anidados.	Reescribir el uso de tareas de forma repetitiva con símbolos que indiquen ciclos.
Descripción de la Estrategia			
<b>Resumen</b>	Esta estrategia permite evaluar ejercicios de código que requieran el uso de bloques cíclicos para reducir el número de instrucciones escritas, evaluando además un adecuado uso de estos bloques, es decir: no declarar bucles infinitos, no abusar de la anidación de bucles y no generar bucles vacíos (aquellos que no aportan en la solución del algoritmo).		
<b>Características del ejercicio/ Criterios evaluados</b>	Esta estrategia requiere de ejercicios de programación cuyo objetivo esté relacionado con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El reconocimiento de patrones de código que pueden ser sustituidos con bloques cíclicos.</li> <li>• El reconocimiento y uso de bloques cíclicos en el lenguaje de programación usado en clase.</li> <li>• El reconocimiento de bucles infinitos y cómo evitarlos.</li> </ul>		
<b>Entradas:</b>	Para implementar la estrategia se requieren las siguientes entradas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El número de bloques cíclicos, en primer nivel, sugeridos para resolver el ejercicio. (is)</li> <li>• El nivel de anidación de ciclos máximo sugerido para resolver el ejercicio. (nMax)</li> <li>• El nivel de anidación de ciclos mínimo sugerido para resolver el ejercicio. (nMin)</li> </ul>		

<b>Actividad:</b>	<p>El desarrollo de la estrategia consiste en una revisión del código del ejercicio seleccionado; teniendo en cuenta las entradas mencionadas anteriormente, se identificarán las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El número de ciclos anidados válidos. (aquellos que estén dentro de los niveles de anidación nMin — nMax) (n1)</li> <li>• El número de ciclos anidados inválidos. (n2).</li> <li>• El número de ciclos infinitos. (i).</li> <li>• El número de ciclos secuenciales usados. (c)</li> <li>• El número de ocurrencias de instrucciones de código susceptibles de refactorización con ciclos. (s)</li> </ul> <p>Con base en las variables anteriores, se recomienda realizar una representación gráfica en las cuales el estudiante pueda observar las ventajas y consecuencias de cada uno de los elementos mencionados al momento de emplearse en un fin específico.</p>
<b>Salidas de la actividad:</b>	<p>Finalmente, la estrategia tendrá como salida una valoración de 0 a 5 estrellas, a partir de la siguiente ecuación:</p> $E = 5 * \max(0, (n1 - 2 * n2) / (i + n1 + i + s))$
<b>Actividad Lúdica de ejemplo: "Lluvias iterativas"</b>	
<p>El mago "Candú", en su proceso para convertirse en el verdadero maestro del agua, ha descubierto un hechizo que le permite simular el ciclo del agua. Intentando aprovecharse de esto el mago requiere ejecutar múltiples veces el ciclo del agua sobre su jardín para que en él pueda crecer el árbol de fríjoles del poder.</p> <p>Dicha representación usa las variables de la estrategia de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El número de ciclos válidos (n1) muestra como crece su jardín iterativamente con cada ciclo.</li> <li>• El número de ciclos inválidos (n2) muestra cómo se desperdicia el agua iterativamente con cada ciclo.</li> <li>• Con cada ciclo infinito (i) representa una continua lluvia sobre una área del jardín, la que termina inundándolo.</li> <li>• El número de ocurrencias susceptibles de refactorización (s) se representa con áreas en donde no hubo ciclos de agua y por tanto se marchitó el jardín.</li> </ul>	



<b>Estrategia</b>			
<b>Nombre</b>	<b><i>Clonados emproblemados</i></b>		
<b>Elementos del DPC</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Prácticas</b>	<b>Perspectivas</b>
	<b>Uso de clones</b>		
<b>Descripción de la Estrategia</b>			
<b>Resumen</b>	Esta estrategia permite evaluar ejercicios enfocados en el uso de clones (Instrucción exclusiva de scratch) como herramienta para reducir la complejidad en desarrollos de gran tamaño.		
<b>Características del ejercicio/ Criterios evaluados</b>	<p>Esta estrategia requiere de ejercicios de programación cuyo objetivo esté relacionado con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El adecuado uso de los bloques de clonación.</li> <li>• El adecuado manejo y control de instancias de clones.</li> <li>• El uso de clones con un contexto variable.</li> <li>• El uso de mecanismos de destrucción de clones.</li> </ul>		
<b>Entradas:</b>	<p>Para implementar la estrategia se requieren las siguientes entradas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de clones sugeridos para desarrollar el ejercicio. (cs).</li> <li>• Número máximo de clones disponibles. (cMax).</li> <li>• Número de variables propias mínima para los Sprites clonados. (vc)</li> </ul>		
<b>Actividad:</b>	<p>El desarrollo de la estrategia consiste en una revisión del código del ejercicio seleccionado; teniendo en cuenta las entradas mencionadas anteriormente, se identificarán las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de clones usados correctamente. (c1)</li> <li>• Número de clones usados de manera errónea. (c2)</li> <li>• Número de clones no eliminados correctamente. (cz)</li> </ul> <p>Con base en las variables anteriores, se recomienda realizar una representación gráfica en las cuales el estudiante pueda observar cómo el código generado provee dichas variables y además cómo estas interactúan entre sí, facilitando evidenciar las falencias dentro del código suministrado.</p>		
<b>Salidas de la actividad:</b>	<p>Finalmente la estrategia tendrá como salida una valoración de 0 a 5 estrellas, a partir de la siguiente ecuación:</p> $E = 5 * ( 1 - ( (cs - c1)/(cs - c1 - c2 - cz) ) ^2 )$		
<b>Actividad de ejemplo: "Ratones dramáticos"</b>			

El mago "Candú", ha sido elegido como el bufón de la corte real. Como su vida depende del espectáculo, ha decidido montar una obra de teatro. Teniendo en cuenta el escaso personal disponible para la obra, el mago decide clonar a su fiel mascota, la rata estornudos, para interpretar a la gran variedad de personajes necesarios en la obra.

El jugador, con su código, es el responsable de suministrar el hechizo de clonación adecuado para la obra.

El hechizo está compuesto de la siguiente manera:

- El número de clones sugeridos ( $c_s$ ) indica cuantos actores se requieren en la obra.
- El número de clones usados correctamente ( $c_1$ ) muestra a los clones representando un rol adecuadamente.
- El número de clones errados se representa de la siguiente manera:
  - Por cada clon de más de los sugeridos habrá un conflicto entre 2 clones por un rol en la obra.
  - Por cada clon no eliminado correctamente, un actor se convertirá en zombi atormentando a los espectadores de la obra.
  - Si hay más actores del número máximo de clones disponibles ( $c_{Max}$ ) el peso de tantos clones hará que destruya el escenario, acabando con la obra.

Al final de la obra, se mide su efectividad por medio de los aplausos del público, los cuales otorgarán de 0 a 5 estrellas.

<b>Estrategia</b>			
<b>Nombre</b>	<b><i>Sin desperdiciar</i></b>		
<b>Elementos del DPC</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Prácticas</b>	<b>Perspectivas</b>
	N/A	Uso de todos los bloques	Entender la importancia de generar código "limpio" y eliminar funciones no utilizadas
<b>Descripción de la Estrategia</b>			
<b>Resumen</b>	Esta estrategia permite la evaluación de la práctica del uso de todos los bloques encontrados en el código.		
<b>Características del ejercicio/ Criterios evaluados</b>	Esta estrategia requiere de ejercicios de programación cuyo objetivo esté relacionado con: •La creación y uso de bloques sin excepción.		
<b>Entradas:</b>	Para implementar la estrategia se requieren las siguientes entradas: • Cantidad de instrucciones de código presentes en el desafío (bloques suministrados por el desafío)		
<b>Actividad:</b>	El desarrollo de la estrategia consiste en una revisión del código del ejercicio seleccionado; teniendo en cuenta las entradas mencionadas anteriormente, se identificarán las siguientes variables:  •Cantidad de bloques sin usar (bloques_no_usados)  Con base en las variables anteriores, se recomienda realizar una representación gráfica en las cuales el estudiante pueda observar las ventajas y consecuencias de cada uno de los elementos mencionados al momento de emplearse en un fin específico.		
<b>Salidas de la actividad:</b>	Finalmente, la estrategia tendrá como salida una valoración de 0 a 5 estrellas, a partir de la siguiente lógica:  $E(\%) = ((\text{bloques} - \text{bloques\_no\_usados})/\text{bloques}) * 100$		
<b>Actividad de ejemplo: "Usando mi conocimiento"</b>			
<p>En el poblado de ningún lugar viven los elfos tallarines, en los últimos días estos elfos han sufrido repetidos ataques zombis que han acabado con muchas vidas en la región, uno de los elfos llamado Leandrull ha descubierto que a lo único que le temen los zombis es a la luz, por eso ha instalado en cada casa (bloque), una fuente de energía que se activa gracias a un evento mágico, en caso de que este evento no suceda casa quedara a oscuras y será presa fácil de los zombis. Dicha representación usa las variables de la estrategia de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La cantidad de elfos en la región es de <math>5 * \text{bloque}</math></li> <li>• La cantidad de elfos que mueren en la región es proporcional a <math>5 * \text{bloques\_no\_usados}</math></li> <li>• Porcentaje de supervivencia es igual a <math>((\text{bloques} - \text{bloques\_no\_usados})/\text{bloques}) * 100</math></li> </ul> <p>Una vez pasada la noche se te premiara según el porcentaje de supervivencia obtenido.</p>			

<b>Estrategia</b>			
<b>Nombre</b>	<b><i>Recolectando conocimiento</i></b>		
<b>Elementos del DPC</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Prácticas</b>	<b>Perspectivas</b>
	<b>Datos</b>	<b>Uso de variables y mecanismo de entrada de datos</b>	<b>Interpretar la existencia de mecanismos que pueden servir como aportadores de datos</b>
<b>Descripción de la Estrategia</b>			
<b>Resumen</b>	<p>Esta estrategia de ludificación permite la evaluación del concepto de recolección de información. El flujo a seguir en esta actividad consiste en exponer al estudiante un reto en el que se requiera el uso de mecanismos de entradas. Seguido de esto, el estudiante debe cumplir el reto presentando el código fuente, dicho código generará en la plataforma, una representación gráfica. Finalmente, dicha representación gráfica le brindará un resultado amigable al estudiante, en donde él deba percibir el correcto uso de este concepto (Uso de variables y mecanismos de entrada en relación a un contexto) y, por otro lado, la penalización por un sobre uso del mismo concepto.</p>		
<b>Características del ejercicio/ Criterios evaluados</b>	<p>Esta estrategia requiere de ejercicios de programación cuyo objetivo esté relacionado con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El reconocimiento de datos que puedan ser variables en el tiempo.</li> <li>• El reconocimiento de datos que puedan ser suministrados por algún tipo de usuario.</li> <li>• El reconocimiento de datos que puedan ser suministrados por algún tipo de sistema (contexto scratch, los sensores).</li> </ul>		
<b>Entradas:</b>	<p>Para implementar la estrategia se requieren las siguientes entradas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El rango de variables sugeridas para resolver el ejercicio. (RangoVInferior y RangoVSuperior)</li> <li>• El rango de entradas por parte del usuario sugerido para resolver el ejercicio. (RangoUInferior y RangoUSuperior)</li> <li>• El rango de entradas por parte de un sistema externo (sensores) sugeridos para resolver el ejercicio. (RangoMInferior y RangoMSuperior)</li> </ul>		

<p><b>Actividad:</b></p>	<p>El desarrollo de la estrategia consiste en una revisión del código del ejercicio seleccionado; teniendo en cuenta las entradas mencionadas anteriormente, se identificarán las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•EnRangoV: Si la cantidad de variables propuesta por el estudiante se encuentran en rango ( Verdadero o Falso)</li> <li>•Cantidad de variables propuesta por el estudiante(nV)</li> <li>•EnRangoU: Si la cantidad de entradas por parte del usuario se encuentran en rango ( Verdadero o Falso)</li> <li>•cantidad de entradas por parte del usuario(nU)</li> <li>•EnRangoM: Si la cantidad de entradas por parte de un sistema externo se encuentran en rango ( Verdadero o Falso)</li> <li>•cantidad de entradas por parte de un sistema externo(nM)</li> </ul> <p>Con base en las variables anteriores, se recomienda realizar una representación gráfica en las cuales el estudiante pueda observar las ventajas y consecuencias de cada uno de los elementos mencionados al momento de emplearse en un fin específico.</p>
<p><b>Salidas de la actividad:</b></p>	<p>Finalmente la estrategia tendrá como salida una valoración de 0 a 5 estrellas, a partir de la siguiente ecuación:</p> <p>Si EnRangoV =&gt;  <math display="block">\text{PorcentajeV} = ((nV - \text{RangoVinferior}) / (\text{RangoVSuperior} - \text{RangoVinferior})) * 100</math>     si PorcentajeV &gt; RangoVSuperior =&gt;  <math display="block">\text{PenalizacionV} = (\text{PorcentajeV} - 100) / 100</math>     Si no      Si nV &lt; RangoVinferior =&gt; PorcentajeV = 0 (No se tiene en cuenta)</p> <p>Si EnRangoU =&gt;  <math display="block">\text{PorcentajeU} = ((nU - \text{RangoUinferior}) / (\text{RangoUSuperior} - \text{RangoUinferior})) * 100</math>     si PorcentajeU &gt; RangoUSuperior =&gt;  <math display="block">\text{PenalizacionU} = (\text{PorcentajeU} - 100) / 100</math>     Si no      Si nU &lt; RangoUinferior =&gt; PorcentajeU = 0 (No se tiene en cuenta)</p> <p>Si EnRangoM =&gt;  <math display="block">\text{PorcentajeM} = ((nV - \text{RangoMinferior}) / (\text{RangoMSuperior} - \text{RangoMinferior})) * 100</math>     si PorcentajeM &gt; RangoMSuperior =&gt;  <math display="block">\text{PenalizacionM} = (\text{PorcentajeM} - 100) / 100</math>     Si no      Si nV &lt; RangoVinferior =&gt; PorcentajeV = 0 (No se tiene en cuenta)</p> <p><math display="block">E(\%) = ((\text{PorcentajeU} + \text{PorcentajeV} + \text{PorcentajeM}) - (\text{PenalizacionU} + \text{PenalizacionV} + \text{PenalizacionM})) / 300</math></p>
<p><b>Actividad de ejemplo: "Recolectando conocimiento"</b></p>	

El mago "Candú", en su proceso para convertirse en el verdadero maestro de hechizos oscuros, ha descubierto un pozo con 300L de elixir. Intentando aprovecharse de esto el mago requiere cocinar estos 300L de elixir para la elaboración de una poción. Para esta tarea, el mago ha dispuesto de 3 frascos para cocción, en cada uno de ellos ha llenado 100L, cada uno de estos frascos estas representados de la siguiente manera (Frasco1, Frasco2 y Frasco3) Dicha representación usa las variables de la estrategia de la siguiente manera:

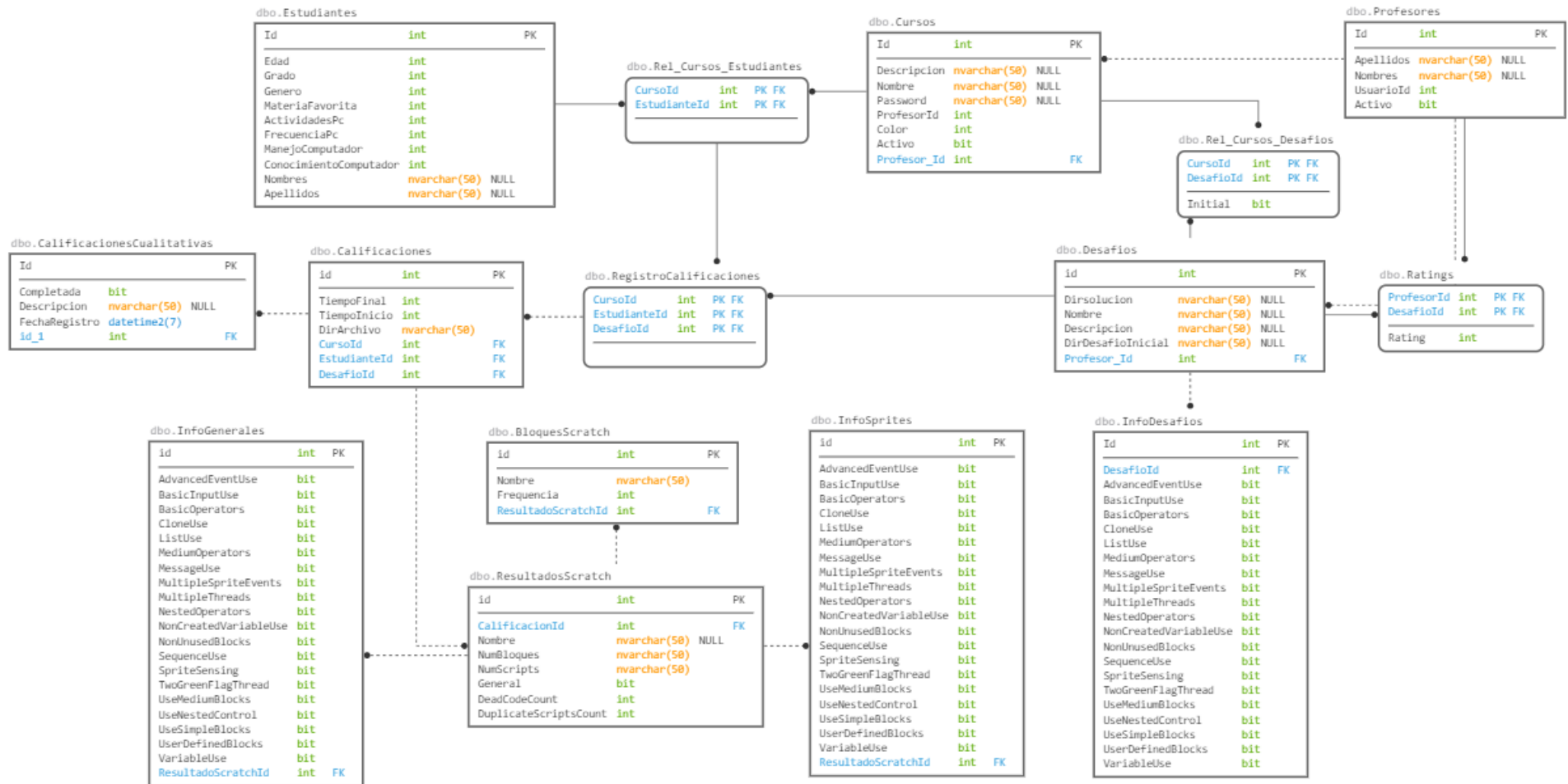
- Entre menor sea el (PorcentajeU, PorcentajeV, PorcentajeM) respecto a 100% mejor será el tiempo de cocción proporcionando un mejor elixir
- Entre mayor sea el (PorcentajeU, PorcentajeV, PorcentajeM) respecto a 100% peor será el tiempo de cocción haciendo que se evapore el elixir
- Si (nU, nV o nM) se encuentran por debajo de los rangos establecidos, se procederá a congelar cada uno de sus frascos respectivamente (nU, nV, nM) (Frasco1, Frasco2 y Frasco3) imposibilitando su uso
- Las penalizaciones ( PenalizacionV, PenalizacionU y PenalizacionM ) indican el porcentaje de elixir corrupto condensado en el aire que caerá al barril y disminuirá su contenido.

Una vez el mago realiza la poción y la bebe obtiene el poder de maestro de hechizos oscuros, y lo pasa a probar con un par de súbditos, si obtiene entre 0% y 1.5% convierte al súbdito en conejo, si obtiene entre 1.5% y 2.5% convierte al súbdito en un perro rabioso y si obtiene entre 2.5% y 5% convierte al súbdito en demonio infernal.

## **C. Anexo: Modelo físico de la base de datos**





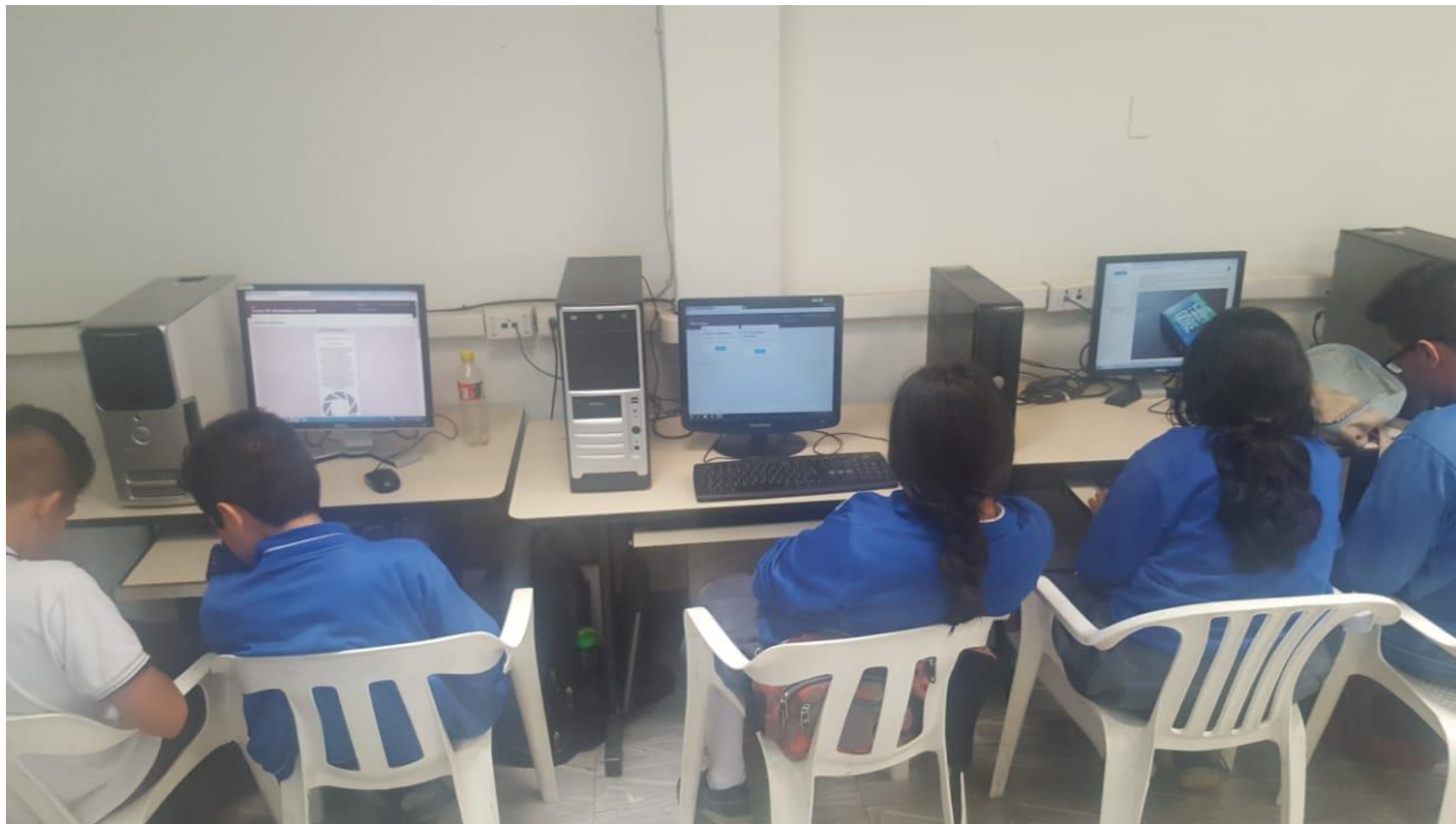


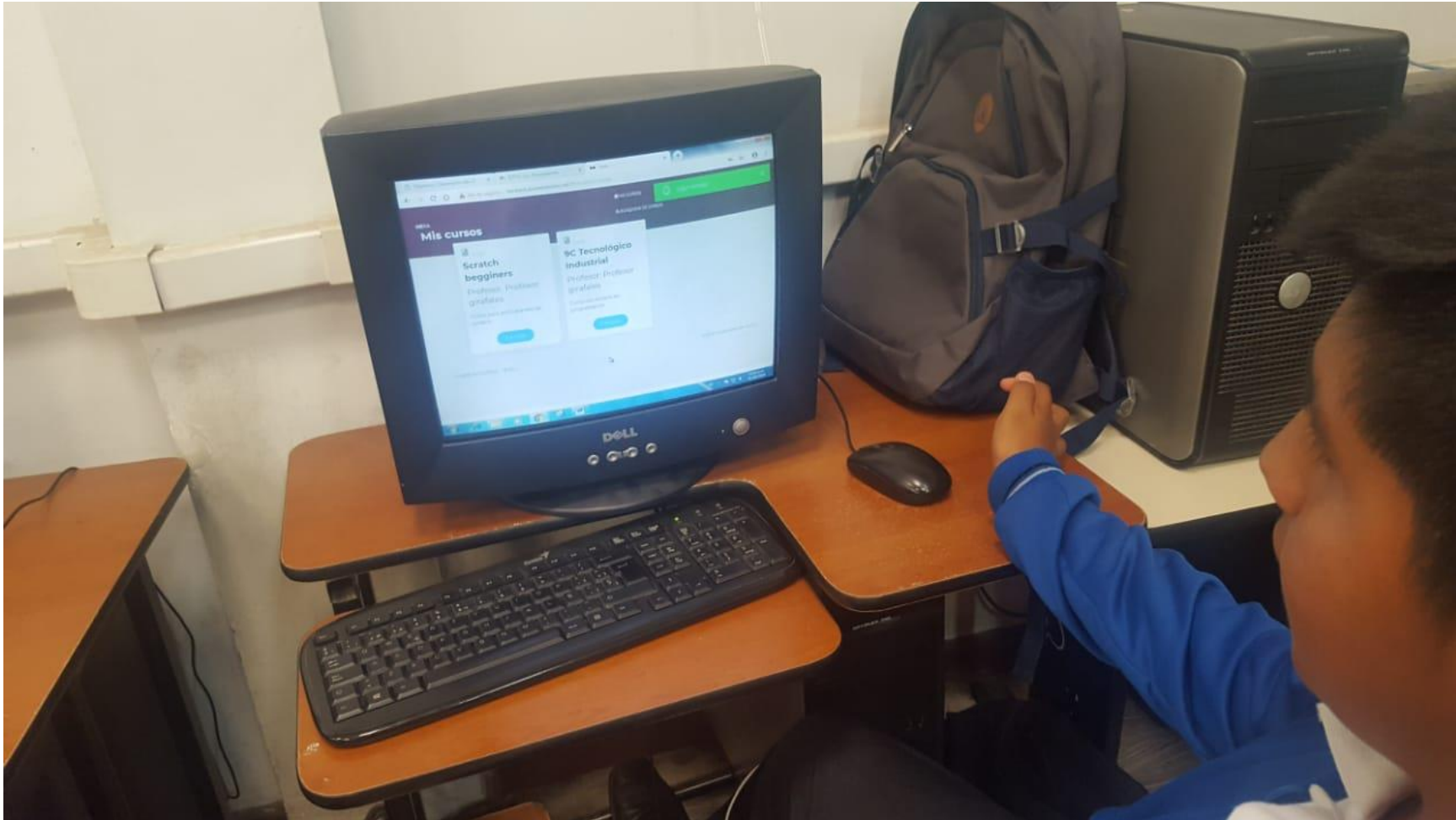


## D. Anexo: Registro fotográfico de las sesiones de evaluación.

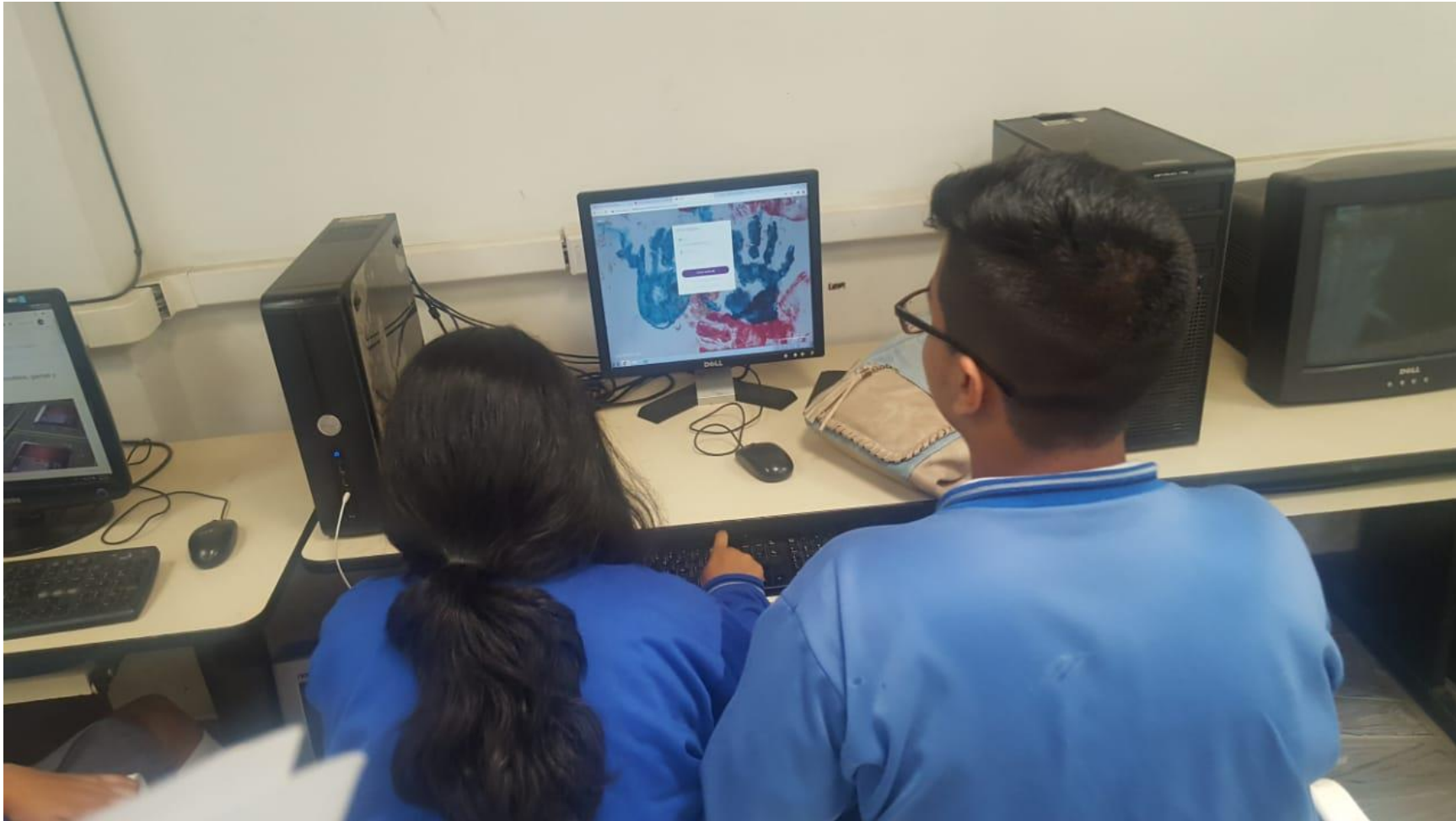


















## **E. Anexo: Sprints Backlogs**

## F. Anexo: Análisis Temático.

Para entrar en consideración con el análisis temático, cabe destacar las fases que se llevaron a cabo para su respectivo desarrollo. Inicialmente se realizó una captura de los datos mediante una entrevista realizada al final de la interacción de los estudiantes con la plataforma HERA, dicha entrevista se encontró estructurada de la siguiente manera.

### **Orden y categoría de las preguntas:**

#### **Personal:**

¿Cuál es tu nombre completo?

¿Cuántos años tienes?

#### **Evaluaciones:**

¿Qué sensaciones te transmite las evaluaciones en tu salón, sientes temor?

¿Al momento de estar al frente de tu evaluación, consideramos que todas las preguntas son claras y concisas o se presentan para muchas interpretaciones?

¿Consideras que la manera en cómo eres evaluado actualmente es justa?

¿Consideras que la manera en cómo te evalúan es la mejor (Números)?

¿Cómo te sentiste con la evaluación aportada por Hera?

¿Considera que los juegos son una buena alternativa para el desarrollo de las evaluaciones?

¿Que no te gusto de la aplicación HERA?

¿Qué recomendaciones tienes para la aplicación HERA?

¿Consideras que la forma en cómo se evalúa con HERA se debe usar en las demás materias?,

Al contar con la limitante de tiempo y espacio dentro de las aulas de clase, se decidió realizar la entrevista de forma grupal, los resultados de dicha entrevista fueron los insumos para seguir con el debido proceso del análisis temático, dicho análisis temático se dio en seis fases:

- Familiarizándose con los datos.
- Generando códigos iniciales.
- Buscando temas.
- Revisión de temas
- Definiendo y nombrando temas.
- Elaboración del reporte

### **Familiarizándose con los datos**

Debido a la naturaleza de los datos, se decide realizar una transcripción verbal, esto para obtener una comprensión mucho más completa de los datos, este proceso se realizó por cada una de las entrevistas grupales realizadas, dejando como evidencia los siguientes datos:

#### **Giovani Ladino y Juan Eduardo.**

- Preguntas con conceptos no claros.
- No es bueno evaluar con números, sería mejor que tuvieran en cuenta el esfuerzo.
- Hera es divertida, didáctica y presenta cosas nuevas y fáciles de aprender.
- Los juegos brindan una clase didáctica y hacen que se estresen menos los estudiantes.
- Fallos en la calificación y no deja enviar los resultados en ocasiones.
- Mejorar las animaciones, (mal, bien y regular) explicar mejor.
- Se debe usar en las demás materias.
- A pesar que la aplicación presentaba algunos fallos, y que las animaciones le faltan un poco más para su comprensión según lo expresado por Ladino, el estudiante hace un aporte significativo expresando que la app brinda un privilegio el cual es aprender de los errores.

#### **Portilla, Karine, Palechor y Sebastián.**

- Al realizar evaluaciones dentro de su salón sienten estrés, dificultad al no entender y temor
- Consideran que las preguntas son ambiguas
- Al momento que el docente los evalúa expresan que hay cosas no vistas y difíciles, se entienden luego de que las explican.
- Consideran que las evaluaciones con números son buenas dada la costumbre.

- Consideran que la forma en cómo los evalúa Hera es interactiva, aprenden cosas nuevas, aprenden a mejorar sus cosas y estresante por la forma de acceder a Hera.
- Consideran que la es buena la evaluación mediante juegos.
- Respecto a lo que no les gusta, esta que no vale los códigos de la pareja y, por otra parte, expresa uno de ellos que le gusto todo, que el diseño no afecta la educación.
- Recomiendan mejorar los desafíos debido a que había algunos difíciles de comprender.

**Leidy Rengifo, Esteban Luligo, Edwin López, Camilo Tacue y Andrés Gutiérrez.**

- No sienten temor con las evaluaciones dentro de la clase.
- A Pesar de que existen preguntas ambiguas, la mayoría se entiende.
- Consideran que la manera en cómo los evalúan actualmente es justa.
- Expresan que dentro de Hera el concepto de animación no es para deprimirse, es para motivarse más.
- Consideran que los números son una buena alternativa para evaluar.
- Al realizar la evaluación con Hera se sienten bien y tranquilos.
- Consideran que los juegos son una buena alternativa para evaluar
- Consideran que la calificación está mal respecto a las estrellas, consideran que sea más animada.

**Luis Chilito y Ángel Duvier**

- Dentro de las evaluaciones en el aula sienten temor a la nota.
- Consideran que las preguntas son concretas siempre y cuando haya comprensión
- Es justa la evaluación para no dar la misma nota.
- Consideran que la evaluación con números está bien.
- Expresan que con la evaluación de Hera sintieron muchas experiencias, aporta mejores capacidades, es concreta y bien.
- Consideran que los juegos en las evaluaciones, dependen del interés visto y son muy divertidas.
- No les gusta de la aplicación Hera, que hay puntos no concisos, variables no entendibles, sin embargo, no es gran problema.
- Consideran que se deben mejorar las animaciones, que sean más entendibles los desafíos.

**Israel Ávila y Alejandro Hoyos.**

- En las sensaciones de las evaluaciones dentro del aula, varían en las respuestas uno de ellos dice sentir temor y el otro sujeto que no porque él estudia.
- Consideran que las preguntas son claras.
- La forma en cómo los evalúan actualmente no es justa porque hay muchas maneras de perder.
- Consideran que la forma en cómo los evalúan con números es normal de 0 a 5.
- Con la evaluación en Hera, se sintieron muy bien, se divierten más.
- Consideran que la aplicación de juegos como mecanismos de evaluación son una buena opción.
- Israel, responde que no le gusta Hera porque implica más trabajo. El compañero López sugiere, que sea más fácil iniciar sesión.
- Consideran que la evaluación con juegos, sea empleada en las demás materias.

**Prado Bravo, Víctor Pame, Juan Daza, Juan Garcés, Quilindo, Lozano Fernández.**

- Los sujetos respecto a las sensaciones de las evaluaciones dentro del aula expresan que, no se sienten muy seguros, las preguntas son difíciles de responder, la materia de matemáticas presenta dificultad.
- Respecto a cómo son las preguntas expresan que, algunas son raras, otras no requieren esfuerzo y es preocupante que agreguen más cosas.
- La forma en cómo los evalúan actualmente es justa exige estudiar.
- Consideran que la forma de calificación con números es justa de 0 a 5.
- Consideran que la evaluación con Hera es, una forma diferente, clara, moderna, fuera de lo común.
- Consideran que los juegos son una buena opción porque permiten concentrarse, despejan la mente y permiten practicar lo aprendido.
- Sugieren que mejorar las estrellas, crear más cosas, más contenido.
- Consideran que la evaluación con juegos, sea empleada en las demás materias, pero sin olvidar lo tradicional, el papel.

**Generación de códigos iniciales**

Al entrar en esta primera fase de análisis, se tiene que, para cada una de las preguntas aportadas en la entrevista, se analizó de forma general por cada una de las preguntas de la entrevista, un conjunto de códigos ilustrados en la siguiente tabla.

Datos extraídos	Códigos
Sensaciones de las evaluaciones en el salón	Estrés
	Temor a la nota
	Seguridad si se estudia
	Materias difíciles
Ambigüedad en las preguntas	Conceptos sin claridad
	Baja comprensión en preguntas
	Preguntas difíciles
	Preguntas Ambiguas
	Preguntas entendibles
	Preguntas concretas
	Preguntas claras
Justicia al ser evaluado	Justo, pero debería validar esfuerzo
	Injusto, cosas no vista
	Injusto, repetir explicación
	Justo, evita igual nota
	Injusto, muchas formas de perder
	Justa
Consideraciones de evaluaciones con números	Justo, pero debería validar esfuerzo evaluaciones con números, buena alternativa
	evaluaciones con números, está bien dada la costumbre
	evaluaciones con números, normal
	evaluaciones con números, Justa
Sensaciones con evaluación HERA	Evaluación divertida
	Evaluación didáctica
	Evaluación nueva
	Fácil de aprender
	Evaluación interactiva
	Evaluación tranquila
	Evaluación brinda nuevas experiencias
	Evaluación que mejora las capacidades
	Evaluación diferente
	Evaluación clara
	Evaluación moderna
	Evaluación fuera de lo común
Recomendaciones y disgustos con HERA	Mejorar animaciones de resultados
	Mejorar fallos en colaboración
	Mejorar redacción de desafíos
	Mejorar fallos en calificación
	Desafíos no concisos
	Variables no entendibles
	Implica más trabajo
	Mejorar iniciar sesión
Evaluación mediante juegos	Buena alternativa
	Depende del interés prestado es bueno
	Concentración
	Relajación
	Practica
Aplicabilidad de HERA en otros ámbitos	Usar en otras materias
	Emplearla en otras materias



Estos códigos categorizados fueron dando un preámbulo de las sensaciones que tuvieron los estudiantes al usar HERA y a demás como se sintieron con su entorno, siendo este el punto de partida para la identificación de temas.

### **Buscando temas**

Ya en este inciso se contó con una lista categorizada de códigos, los cuales para una mayor comprensión se proceden a ilustrar dentro del mapa de jerarquía ilustrado en el Mapa 1. Dentro de este mapa se realizó una categorización de temas respecto a su impacto ya bien sea positivo o negativo en alguno de los casos, seguido de esto se tuvo que los estudiantes presentes en la entrevista respecto al uso de HERA fueron bastante críticos al momento de evaluar temas como la naturaleza de las preguntas en la evaluación o las sensaciones percibidas con evaluación HERA.

### **Revisión de temas**

Una vez realizado el paso anterior se procedió a realizar un respectivo filtro a los temas encontrados y cabe resaltar que alguno de los temas propuestos no son realmente temas debido a que no hay un conjunto de datos que los respalde, este fue el caso de los temas:

- Aplicabilidad de HERA en otros ámbitos.
- Aceptación de evaluación mediante juegos.

Donde la concepción del tema eran los datos, partiendo de esto se contaba con un mapa de temas más preciso ver Mapa 2 para continuar con el análisis.

### **Definiendo y nombrando temas**

Ahora en este apartado se tiene que los temas que se encontraban subdivididos en positivos y negativos, justo e injusto y ambiguo o no ambiguo, pasan a ser temas la definición del propio tema, por ejemplo, sensaciones positivas de las evaluaciones en el salón, sensaciones negativas de las evaluaciones en el salón y de igual manera para los otros temas, quedando ilustrado en el Mapa 3. Ya en este punto se pudo entrar a generar el reporte final de los datos con los temas encontrados y sus respectivos contrastes.

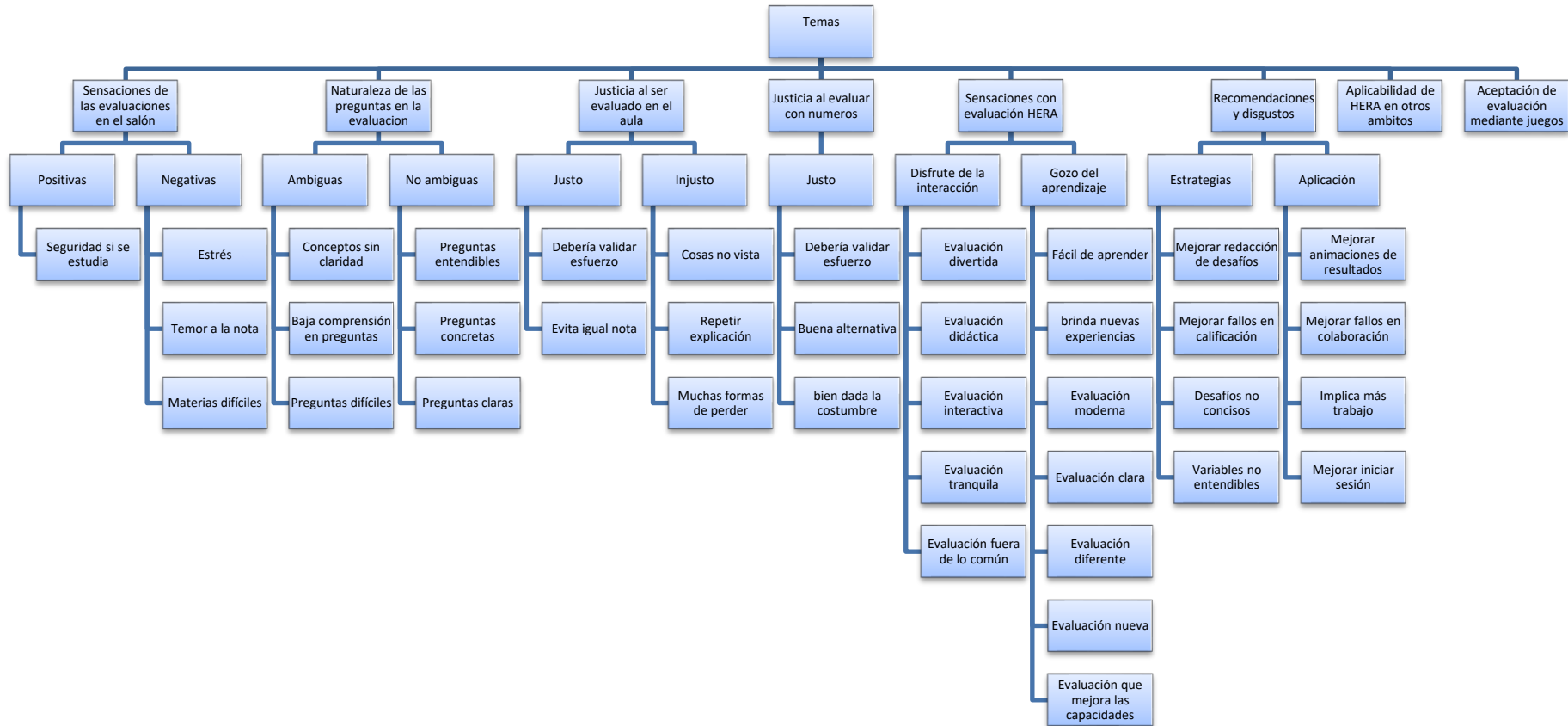
### **Elaboración del reporte**

Ya en este punto, se contó con un conjunto de temas totalmente elaborados, los cuales sirvieron para realizar y discutir las posibles relaciones entre temas y conclusiones con las experiencias vividas por los estudiantes. Inicialmente se puede encontrar que existieron estudiantes que acordaban la existencia de sensaciones negativas en las evaluaciones en el aula, cuestión que resalta la importancia de intervenir en este aspecto para mejorarlo, la cual se vio mejorada con el análisis de temas posteriores.

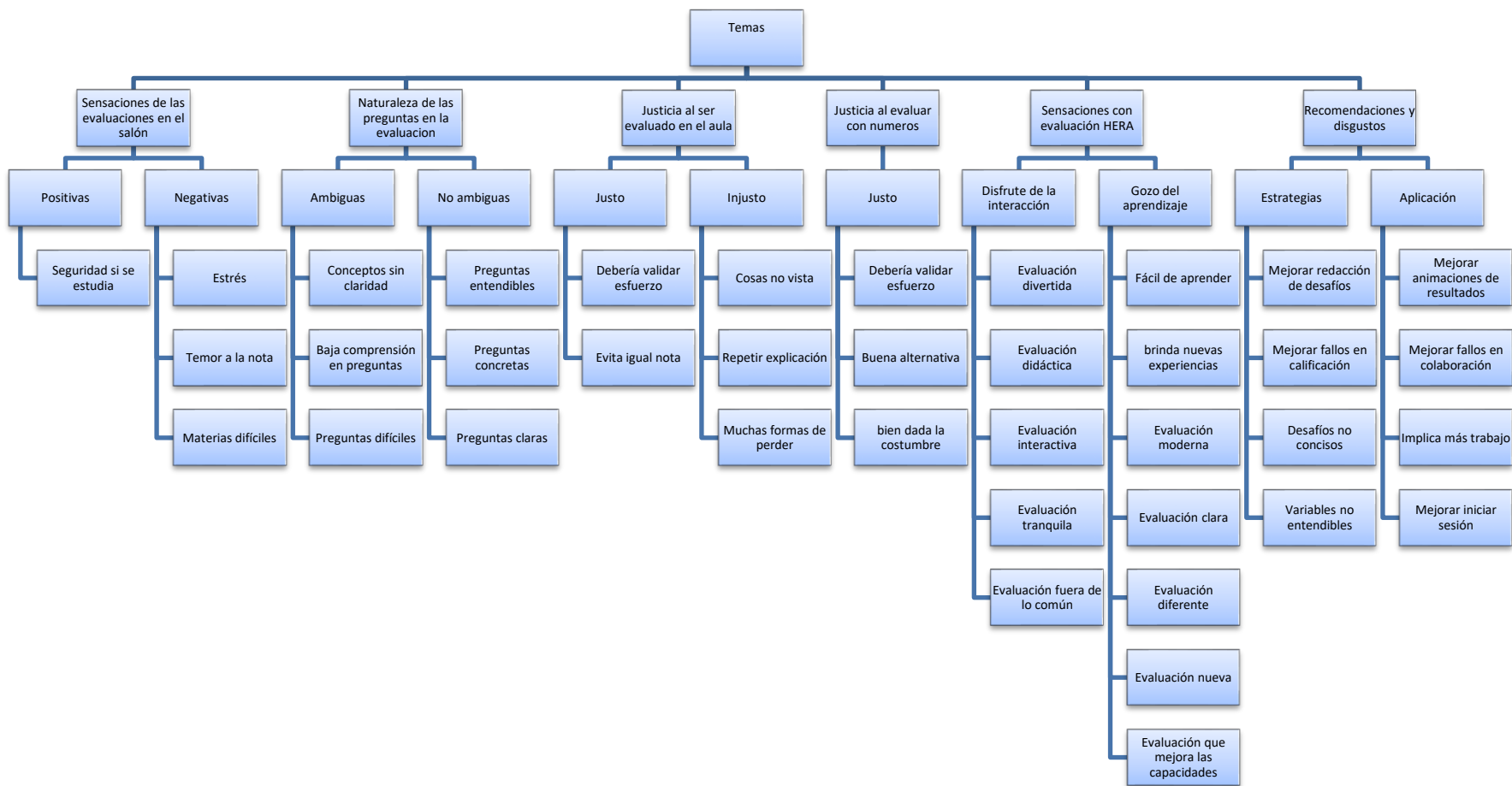
Por otra parte, se tiene que la naturaleza ambigua de las preguntas de evaluación se vio evidenciada en grupos de estudiantes como Portilla, Karine, Palechor, Sebastián, Giovanni Ladino y Juan Eduardo. Quienes criticaron este tema indicando que las preguntas no eran claras, eran incomprensibles y en algunas ocasiones difíciles, este razonamiento sirve para mejorar las elaboraciones de preguntas que permitan una mejor apropiación de conceptos en

el proceso de aprendizaje. Cabe destacar también que este tema está relacionado con los estudiantes que consideran que las evaluaciones en el aula son injustas, esto debido a que les evalúan cosas no vista, requieren repetir explicación y existen muchas formas de perder una evaluación.

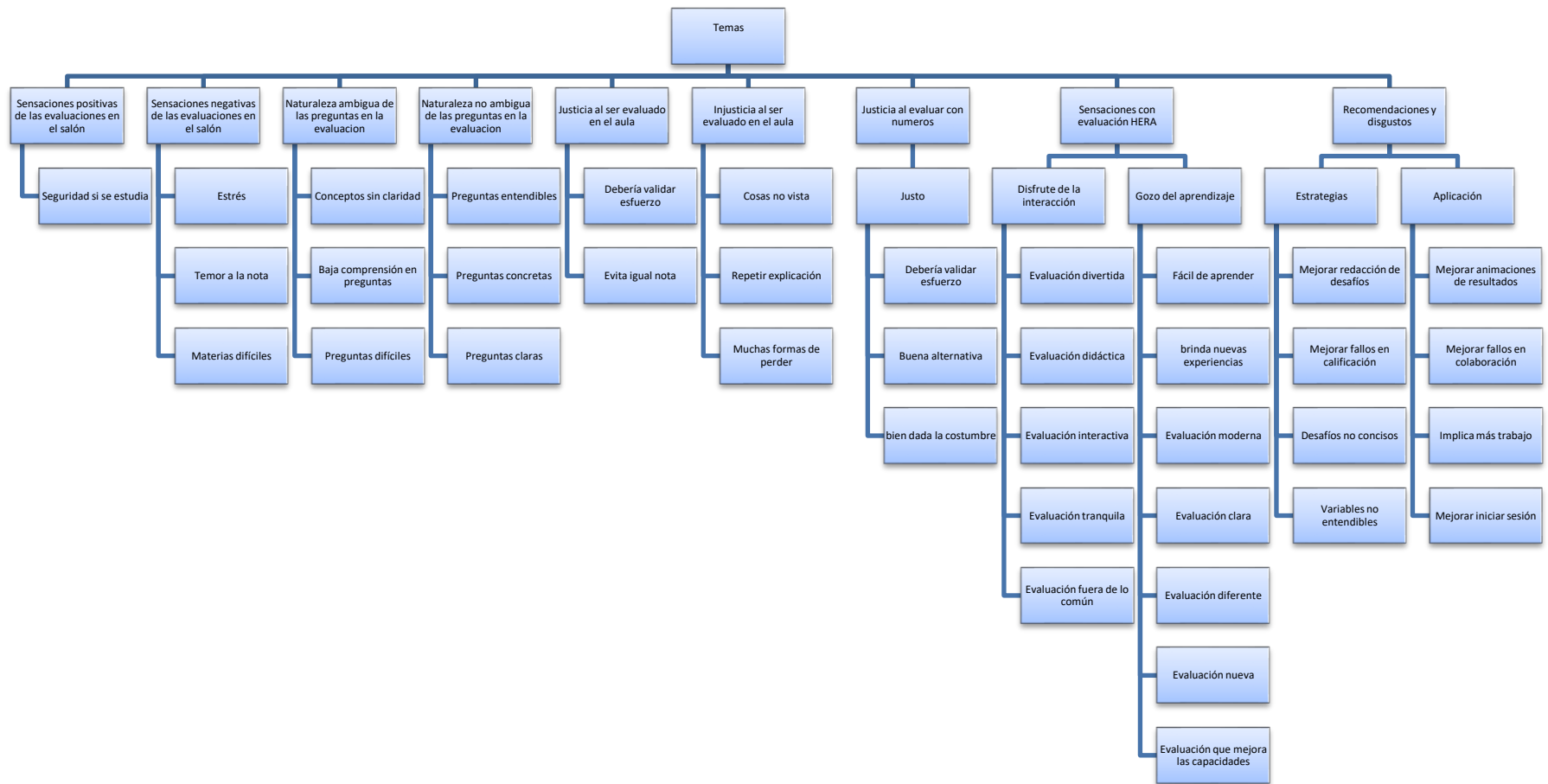
También se dio otro tipo de relaciones entre temas como lo indica las sensaciones de la evaluación con HERA, las cuales indicaron que los estudiantes disfrutaban de la interacción con HERA y gozaban del proceso de aprendizaje, este razonamiento sirve para indicar la relación de mejora que existe con el argumento de la naturaleza ambigua de las preguntas de evaluación y la injusticia al ser evaluado en el aula, relación que se dio debido a que los estudiantes indicaron que las evaluaciones fueron divertidas, didácticas interactivas y tranquilas y el proceso de aprendizaje permitieron un aprendizaje fácil, nuevas experiencias, evaluación moderna y clara.



Mapa 1: Jerarquía de temas fase de búsqueda



Mapa 2: Jerarquía de temas filtrados



Mapa 3: Definición de temas