



Implementación de un prototipo de videojuego para complementar la enseñanza de la asignatura de matemáticas a estudiantes de segundo de primaria a través de la práctica sistemática de ajedrez utilizando técnicas de computación emocional.

ISAAC JUNIOR CASTELLAR LOPEZ

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
INGENIERÍA DE SISTEMAS
TULUÁ
2022



Implementación de un prototipo de videojuego para complementar la enseñanza de la asignatura de matemáticas a estudiantes de segundo de primaria a través de la práctica sistemática de ajedrez utilizando técnicas de computación emocional.

Isaac Junior Castellar López Código 201759857
junior.castellar@correounivalle.edu.co

DIRECTOR
ING MIGUEL ÁNGEL ASKAR RODRÍGUEZ
miguel.askar@correounivalle.edu.co

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
INGENIERÍA DE SISTEMAS
TULUÁ
2022

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Planteamiento del problema.	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Resultados esperados	3
1.4. Justificación	3
2. Marco de referencia	5
2.1. Marco teórico	5
2.2. Antecedentes	7
2.3. Marco conceptual	9
3. Alcance del proyecto	10
3.1. Declaración del alcance	10
4. Criterios de Evaluación del Prototipo	11
4.1. Métodos para Medir el Impacto en la Enseñanza de Matemáticas	11
4.2. Indicadores de Éxito del Prototipo	12
4.3. Herramientas Utilizadas para la Evaluación	12
5. Diseño del Modelo Emocional	13
5.1. Selección del Modelo Emocional	13
5.2. Justificación del Modelo de Inteligencia Emocional	13
5.3. Relación con el Sistema de Ajuste de Dificultad	14
6. Implementación	15
6.1. Introducción	15
6.2. Herramientas y tecnologías	15
6.2.1. Lenguajes de programación	15
6.2.2. Bases de datos	15
6.2.3. Infraestructura en la Nube	16

6.2.4.	Inteligencia artificial para el ajedrez	16
6.2.5.	Diseño gráfico	16
6.3.	Diseño del videojuego	17
6.3.1.	Módulo de ajedrez	18
6.3.2.	Módulo de matemáticas	20
6.4.	Formularios emocionales	22
6.4.1.	Cálculo de ajustes en la dificultad	23
6.4.2.	Diseño y formato de las preguntas	25
6.4.3.	Impacto en la dificultad del juego	26
6.5.	Panel de profesor	26
6.5.1.	La responsabilidad del docente	26
6.5.2.	Creación y personalización de formularios	27
6.5.3.	Gestión de estudiantes	28
6.5.4.	Recolección de datos	29
6.5.5.	Integración con la experiencia educativa	30
6.6.	Técnicas de computación emocional	31
6.6.1.	Evaluación emocional	31
6.6.2.	Adaptación de la dificultad	31
6.6.3.	Impacto educativo	31
6.7.	Desafíos y soluciones	31
6.7.1.	Diseño de preguntas para formularios	32
6.8.	Integración del motor stockfish	32
6.9.	Evaluación emocional	34
6.10.	Resultados de la implementación	35
6.10.1.	Aprendizaje matemático	35
6.10.2.	Juego de ajedrez adaptativo	35
6.10.3.	Evaluación emocional	35
6.11.	Impacto en el proceso educativo	35
6.12.	Metodología de Desarrollo	36

7. Pruebas	37
7.1. Objetivo de las pruebas	37
7.1.1. Validación de la funcionalidad	37
7.1.2. Recolectar datos cuantitativos	37
7.1.3. Evaluar la experiencia de usuario	37
7.1.4. Medir el rendimiento técnico	37
7.2. Importancia de las pruebas	38
7.3. Tipos de pruebas realizadas	38
7.3.1. Pruebas funcionales	38
7.3.2. Pruebas de usabilidad	38
7.3.3. Pruebas piloto con usuarios reales	39
7.3.4. Metodología de las pruebas	39
7.3.5. Importancia de la metodología	40
7.3.6. Participantes	40
7.4. Importancia de la selección de participantes	41
7.5. Resultados de las pruebas	41
7.5.1. Métricas evaluadas	41
7.5.2. Observaciones clave	42
7.5.3. Conclusiones iniciales	42
7.5.4. Importancia de los resultados	42
7.6. Problemas y retos durante las pruebas	42
7.6.1. Comprensión de los cuestionarios emocionales	43
7.6.2. Interacción con la interfaz	43
7.7. Importancia de las soluciones	43
7.8. Feedback y mejoras	43
7.8.1. Sugerencias de los profesores	43
7.8.2. Cambios en el prototipo	44
7.9. Importancia del feedback	44
7.10. Comprobación de los objetivos del prototipo	56

7.10.1. Impacto en el desempeño	56
8. Conclusión	57
8.1. Conclusión preliminar sobre la efectividad	57
8.1.1. Impacto en las habilidades matemáticas y emocionales	57
8.1.2. Ajuste de la dificultad según el estado emocional	57
8.1.3. Objetivos cumplidos	58
8.2. Eficacia de la computación emocional	58
8.2.1. Hallazgos destacados: Relación entre estado emocional y desempeño	58
8.2.2. Conclusión	59
8.3. Desafíos y mejoras necesarias	59
8.3.1. Comprensión de los formularios emocionales	59
8.3.2. Interacción con la interfaz	59
8.3.3. Personalización adicional de formularios	60
8.4. Conclusión sobre los desafíos y mejoras	60
8.5. Limitaciones del estudio	60
8.5.1. Muestra reducida	60
8.5.2. Contexto educativo único	61
9. Trabajos futuros	62
9.0.1. Áreas de mejora	62
9.1. Pruebas ampliadas	62
9.1.1. Refinamiento de los formularios	63
9.1.2. Optimización de la interfaz de usuario	63
9.1.3. Seguimiento a largo plazo	63
10. Referencias bibliográficas	66

Índice de cuadros

1.	Objetivos específicos y su correspondiente resultado	3
2.	Tabla Comparativa: Antecedentes vs. Solución Propuesta	8
3.	Relación entre Puntaje Emocional, Ajuste de Dificultad y Resultado	24

Índice de figuras

1.	Diagrama de la base de datos	16
2.	Captura del tablero de Trello con tareas completadas.	17
3.	Captura de una tarea en Trello con subtareas desglosadas.	18
4.	Asignación de Elo al momento de crear usuario	19
5.	Ejemplo formulario matemático	21
6.	Ejemplo de formulario emocional	23
7.	Modificación de Elo en base al estado emocional	25
8.	Modulo para crear formularios	28
9.	Modulo de calificaciones	30
10.	elección color de las fichas	33
11.	Partida de ajedrez	34
12.	Resultados de la pregunta 1 para estudiantes	45
13.	Resultados de la pregunta 2 para estudiantes	45
14.	Resultados de la pregunta 3 para estudiantes	46
15.	Resultados de la pregunta 4 para estudiantes	46
16.	Resultados de la pregunta 5 para estudiantes	47
17.	Resultados de la pregunta 6 para estudiantes	47
18.	Resultados de la pregunta 7 para estudiantes	48
19.	Resultados de la pregunta 8 para estudiantes	48
20.	Resultados de la pregunta 9 para estudiantes	49
21.	Resultados de la pregunta 10 para estudiantes	49
22.	Resultados de la pregunta 11 para estudiantes	50

23.	Resultados de la pregunta 12 para estudiantes	50
24.	Resultados de la pregunta 13 para estudiantes	51
25.	Resultados de la pregunta 14 para estudiantes	51
26.	Resultados de la pregunta 15 para estudiantes	52
27.	Resultados de la pregunta 1 para docentes	52
28.	Resultados de la pregunta 2 para docentes	53
29.	Resultados de la pregunta 3 para docentes	53
30.	Resultados de la pregunta 4 para docentes	54
31.	Resultados de la pregunta 5 para docentes	54
32.	Resultados de la pregunta 6 para docentes	55
33.	Resultados de la pregunta 7 para docentes	55
34.	Resultados de la pregunta 8 para docentes	56
35.	Módulo de almacenamiento de scores y evaluación emocional	58

Resumen

En el desarrollo de este trabajo de grado se empleó el ajedrez como una herramienta básica que se puede enseñar a los estudiantes en sus primeros años de educación. A partir de esto se presenta la importancia de que los profesores tengan conocimientos respecto a enseñarlo y debido a las semejanzas que presenta con las matemáticas, se puede utilizar como un recurso base en su enseñanza y aprendizaje. Este estudio implicó la adaptación de distintas metodologías de investigación, donde el concepto de inteligencia emocional es de gran utilidad, ya que se une a la metodología de enseñanza que utiliza el ajedrez como ayuda en el aprendizaje de las matemáticas y en conjunto serán necesarios para un correcto desarrollo del proyecto.

Este trabajo se centra en el desarrollo de una aplicación educativa que incorpora un videojuego de ajedrez, junto con módulos adicionales para la enseñanza de matemáticas y la evaluación emocional de los estudiantes de segundo de primaria. A través de una experiencia de juego personalizada, se busca fomentar el desarrollo de habilidades cognitivas como el pensamiento lógico, la resolución de problemas y el cálculo mental, al tiempo que se refuerzan los conocimientos matemáticos adquiridos en el aula.

El videojuego incorpora un modelo de computación emocional basado en las emociones básicas propuestas por Paul Ekman. Antes de cada partida de ajedrez, los estudiantes responderán a un cuestionario de selección múltiple diseñado para identificar su estado emocional. Los resultados de este cuestionario servirán para adaptar la dificultad de las partidas y en base a los resultados de estas el docente podrá definir el tipo y dificultad de los ejercicios matemáticos que evaluará en los formularios que cree o personalice, garantizando así una experiencia de aprendizaje personalizada y desafiante.

Además del componente lúdico y emocional, el videojuego incluye un módulo de evaluación independiente que permite a los docentes medir el progreso de sus estudiantes en matemáticas. Este módulo consta de una serie de formularios personalizables que pueden ser creados por el docente para evaluar diferentes conceptos matemáticos. Al finalizar cada sesión de juego, los estudiantes podrán acceder a estos formularios y poner a prueba sus conocimientos adquiridos.

El objetivo principal de esta investigación es evaluar el impacto de este videojuego en el rendimiento académico de los estudiantes, así como en su motivación y actitudes hacia las matemáticas. Se espera que los resultados de este estudio contribuyan al desarrollo de herramientas educativas innovadoras que puedan ser utilizadas en el aula para mejorar el aprendizaje de las matemáticas de manera divertida y efectiva.

Palabras clave: Ajedrez, Recurso, enseñanza, Aprendizaje, matemáticas, inteligencia emocional, modelo emocional.

Abstract

In the development of this degree project proposal, chess will be used as a basic tool that can be taught to students in their first years of education. From this, the importance of teachers having knowledge regarding how to teach it is presented and due to the similarities it presents with mathematics, it can be used as a basic resource in their teaching and learning. This proposal involves the adaptation of different research methodologies, where the concept of emotional intelligence is very useful, since it is combined with the teaching methodology that uses chess as an aid in learning mathematics and together they will be necessary for a correct development of the project.

This work focuses on the development of a video game prototype that fuses chess, mathematics and emotional computing to improve learning in second grade students. Through a personalized gaming experience, it seeks to promote the development of cognitive skills such as logical thinking, problem solving and mental calculation, while reinforcing the mathematical knowledge acquired in the classroom.

The video game incorporates an emotional computing model based on the basic emotions proposed by Paul Ekman. Before each chess game, students will answer a multiple-choice questionnaire designed to identify their emotional state. The results of this questionnaire will be used to adapt the difficulty of the games and based on the results of these, the teacher will be able to define the type and difficulty of the mathematical exercises that will be evaluated in the forms that he creates or customizes, thus guaranteeing a personalized and challenging learning experience.

In addition to the playful and emotional component, the video game includes an independent evaluation module that allows teachers to measure the progress of their students in mathematics. This module consists of a series of customizable forms that can be created by the teacher to evaluate different mathematical concepts. At the end of each game session, students will be able to access these forms and test their acquired knowledge.

The main objective of this research is to evaluate the impact of this video game on the academic performance of students, as well as on their motivation and attitudes towards mathematics. The results of this study are expected to contribute to the development of innovative educational tools that can be used in the classroom to enhance mathematics learning in a fun and effective way.

Keywords: Chess, Resource, Teaching, Learning, Mathematics, emotional intelligence, emotional model

1. Introducción

1.1. Planteamiento del problema.

La concentración es la capacidad que tiene el ser humano de mantenerse enfocado, resulta de extrema importancia para la adquisición de agilidad mental de los estudiantes, logrando que este se mantenga enfocado, ignorando el mundo que lo rodea. La manera más directa de lograr esto es creando una actividad que resulte motivadora para el niño [1].

En el ámbito escolar se observó que alumnos de todo nivel educativo presentan problemas o dificultades en el área de matemáticas. Esto puede ocasionar distintos problemas que van desde lo académico hasta el nivel personal, produciendo en ellos un sentimiento de fracaso que a largo del tiempo se irá convirtiendo en un sentimiento de desagrado y apatía hacia esta área [2], [3].

En algunas instituciones educativas de Colombia, se observa que a los estudiantes de segundo y tercer grado de primaria no les interesa mucho ni disfrutan de las matemáticas. Los alumnos opinan que el aprendizaje de las matemáticas es tedioso y se limita a la resolución de ejercicios en el pizarrón sin explorar otras formas de trabajo en clase o fuera de ella. Los estudiantes expresan su deseo de incluir juegos en el desarrollo de la clase para poder disfrutar y motivarse en el aprendizaje. Esta realidad educativa refleja los resultados a nivel nacional en Colombia, donde el país ocupa el puesto 10 de los países con menor rendimiento académico en matemáticas, según informes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2016). Además, solo el 11% de los niños de tercer grado alcanzan el nivel superior en esta área, según la UNESCO (2005). Se evidencia que las matemáticas siguen siendo una materia que provoca poco entusiasmo en los estudiantes, causando rechazo en ellos y, por lo tanto, dificultando su aprendizaje y descontextualizando de la vida real (Ruiz, 2008) [4].

Los países de América latina, en años anteriores, llegó a la conclusión de que la baja capacidad de pensamiento lógico, se debe a factores tales como, escasos recursos económicos, desigualdad, desnutrición infantil, diferencias culturales y metodologías empleadas por docentes [5].

1.2. Objetivos

Objetivo general

Implementar un prototipo de videojuego para complementar la enseñanza de la asignatura de matemáticas a estudiantes de segundo de primaria a través de la práctica sistemática de ajedrez utilizando técnicas de computación emocional.

Objetivos específicos

1. Definir los criterios de evaluación para determinar el impacto del prototipo sobre la enseñanza de la asignatura de matemáticas.
2. Determinar el modelo emocional a usar en la implementación.
3. Desarrollar la interfaz del prototipo funcional de la aplicación educativa, asegurando la integración del videojuego de ajedrez junto con los módulos de evaluación matemática y emocional.
4. Ejecutar pruebas de aceptación, usabilidad con una muestra del público objetivo. .

1.3. Resultados esperados

Cuadro 1: Objetivos específicos y su correspondiente resultado

Objetivo específico	Resultados esperados	Capítulo y página
Definir los criterios de evaluación para determinar el impacto del prototipo sobre la enseñanza de la asignatura de matemáticas.	Documento donde se explique la selección del método de evaluación, por ejemplo con temas como área de geometría elemental, donde se manejan términos básicos como lo pueden ser diagonal, horizontal, vertical y el papel que representa para la construcción del prototipo.	Capítulo 4: Criterios de evaluación del prototipo, página 11
Determinar el modelo emocional a usar en la implementación.	Documento con justificación de la selección del modelo y la explicación de su funcionamiento. Documento con la descripción del modelo emocional a usar en la implementación del videojuego.	Capítulo 5: Diseño del modelo emocional, página 13
Crear interfaz del prototipo funcional del videojuego de ajedrez, incluyendo el modelo emocional seleccionado.	Documento con la retroalimentación de los resultados obtenidos durante las pruebas y el análisis de los mismos.	Capítulo 6: Implementación, página 15
Ejecutar pruebas de aceptación, usabilidad con una muestra del público objetivo.	Documento con la retroalimentación de los resultados obtenidos durante las pruebas y el análisis de los mismos.	Capítulo 7: Pruebas, página 35

1.4. Justificación

A lo largo del tiempo el ajedrez se ha visto como un deporte que solo personas de alto intelecto o buena capacidad de análisis pueden practicar, todo esto parece desmotivar a la mayoría de personas que en una idea errónea prefieren evitarlo. El ajedrez como herramienta de enseñanza y aprendizaje para los menores de edad resulta extremadamente útil, ya que permite desarrollar la capacidad de concentración y análisis, que si se redirigen de una manera adecuada puede ser de mucha ayuda. En el área de matemáticas, debido a su paralelismo, se pueden complementar, tanto el juego de ajedrez como, por ejemplo, en el área de geometría elemental, donde se manejan términos básicos como lo pueden ser diagonal, horizontal, vertical, a su vez se pueden abordar

similitudes desde otras perspectivas que fortalecen la idea de utilizar el ajedrez como herramienta de enseñanza y aprendizaje como lo pueden ser; pensamiento lógico elemental, respeto por las normas, respeto por los Compañeros y control del primer impulso. Como se puede observar, no todos los beneficios del ajedrez son enfocados hacia las matemáticas, pero que si se emplea la metodología adecuada se logrará enfocar de manera más directa hacia esta área, en concreto [6].

La presente propuesta pretende usar el modelo de inteligencia emocional propuesto por Goleman que constituye un buen ejemplo de modelo mixto. Goleman propone cinco dimensiones de la inteligencia emocional: autoconciencia, autorregulación, motivación, empatía y habilidades sociales, donde se usara este modelo para lograr adaptar el nivel de dificultad en el juego que se está implementando, de esta manera logrando un nivel de enganche [7], ya que como se ha mencionado con anterioridad, la idea general que se tiene del ajedrez, no da una visión muy esperanzadora. Indirectamente, se irá trabajando el control emocional, lo cual mejorara la resistencia a la desmotivación y el sentimiento de frustración, logrando de esta manera ir aumentando progresivamente los desafíos y a su vez también la capacidad de enseñanza y aprendizaje[8].

En el desarrollo de las diferentes partes de esta propuesta de trabajo de grado se mostrará información de la propuesta “Implementación de un prototipo de videojuego para mejorar el desempeño académico escolar en el área de matemáticas a estudiantes de segundo de primaria a través de la práctica sistemática de ajedrez utilizando técnicas de computación emocional.” donde inicialmente se podrá observar el problema en cuestión, seguido por conceptos necesarios para una correcta interpretación de este, por último se muestran una serie de trabajos realizados que tratan temas similares y el plan de trabajo para la ejecución de este proyecto.

2. Marco de referencia

2.1. Marco teórico

1. Aprendizaje basado en el juego: los juegos pueden aportar muchas herramientas pedagógicas para el desarrollo y fortalecimiento del conocimiento, resulta simple y fácil de entender, si se logra mantener la atención de los niños se les pueden educar de una mejor manera, esto es algo que los juegos logran hacer; la motivación interna resulta de extrema importancia, ya que en un comienzo esta logra ser un pilar fundamental en la concentración, logrando así con el tiempo aumentar la velocidad de aprendizaje, puesto que al ser un tipo de motivación interna se logra mantener más enfocado al usuario en el proceso de aprendizaje continuo [9].
2. Experiencia de juego: Es la interactividad que tiene un usuario con las reglas del juego, que va junto con las posibles intenciones del jugador, lo cual se puede definir como las formas de atacar y solucionar un problema [10].
3. Inteligencia emocional: La inteligencia emocional se puede definir como la capacidad para procesar las emociones y toma de decisiones. Esta capacidad se enfoca en la percepción, asimilación, comprensión y la dirección de las emociones. teniendo en cuenta la definición anterior, se llega a la conclusión que para forjar una correcta inteligencia emocional, es necesario desarrollar los siguientes pilares básicos: autoconocimiento, autocontrol, automotivación, empatía, habilidades sociales, asertividad, proactividad, creatividad [11].
4. Modelo emocional de Goleman: se presenta la idea de la superioridad de la inteligencia emocional frente a la inteligencia cognitiva, lo cual desencadenara un aumento en la tasa de éxito que pueda tener una persona a lo largo de su vida, principalmente en temas que afecten su relación laborales y personales. Se proponen diferentes habilidades de la inteligencia emocional, las cuales son: autocontrol, persistencia, motivación, control de impulsos, capacidad de resistir una recompensa inmediata y esperar una recompensa posterior, autoevaluar los estados de ánimo, mantener la esperanza [7]
5. Modelo secuencial de autorregulación emocional: se trata de la capacidad de autorregularse emocionalmente para reaccionar de manera lógica e inteligente a distintas emociones que se puedan presentar. El autor separa las distintas formas de regulación en tres categorías: regulación de control, regulación anticipatoria, regulación exploratoria [11].
6. Modelo de Guzmán: el modelo matemático de miguel Guzmán se basa en la capacidad resolutive que tienen los estudiantes de afrontar problemáticas, tomando como herramienta la experiencia obtenida con anterioridad. Dicho modelo sigue los siguientes 4 pasos: familiarización con el problema, búsqueda de estrategia, llevar adelante la estrategia, revisar el proceso y sacar conclusiones [12].
7. Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ) y su Aplicación en la Educación: El aprendizaje basado en juegos (ABJ) es una estrategia pedagógica que utiliza elementos y dinámicas propias de los juegos para mejorar la adquisición de conocimientos y habilidades. De acuerdo con Prensky [13], los juegos permiten a los estudiantes aprender de manera intuitiva, fomentando el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

Estudios han demostrado que los juegos educativos pueden aumentar la motivación y la retención del conocimiento en los niños [14]. Cuando los estudiantes interactúan en un

entorno lúdico, su nivel de atención y disposición al aprendizaje mejora significativamente, reduciendo la ansiedad y aumentando la confianza en su propio proceso de aprendizaje.

En este proyecto, el videojuego de ajedrez se fundamenta en principios de ABJ para reforzar conceptos matemáticos a través de la práctica sistemática del juego. La combinación del ajedrez con ejercicios matemáticos dentro del videojuego crea un entorno donde los estudiantes pueden aprender de manera activa y contextualizada.

Este enfoque se alinea con las necesidades detectadas en la población estudiantil, donde se ha observado que muchos niños de segundo y tercer grado de primaria perciben las matemáticas como una materia difícil y desmotivadora. Al incorporar el ajedrez como un recurso didáctico interactivo, se espera que los estudiantes desarrollen una actitud más positiva hacia la asignatura.

8. Inteligencia Emocional y su Impacto en el Aprendizaje: La inteligencia emocional se define como la capacidad de reconocer, comprender y gestionar las propias emociones, así como las de los demás [15]. En el contexto educativo, esta habilidad es crucial para el desarrollo de la resiliencia, la regulación del estrés y la adaptación a desafíos académicos.

Diferentes investigaciones han demostrado que los estudiantes con un alto nivel de inteligencia emocional pueden manejar mejor la frustración y persistir en tareas difíciles [16]. En el aprendizaje de las matemáticas, la ansiedad es un factor que puede afectar negativamente el desempeño académico. Es por esto que, al integrar estrategias de inteligencia emocional en el proceso de enseñanza, se pueden reducir los niveles de estrés y mejorar la disposición al aprendizaje.

En este trabajo, se emplea un modelo de inteligencia emocional para adaptar la dificultad del juego según el estado emocional del estudiante. Antes de cada partida de ajedrez, los estudiantes responden un cuestionario basado en el modelo de Paul Ekman [17], lo que permite ajustar la dificultad del juego de manera personalizada.

9. Computación Emocional y su Aplicación en la Educación: La computación emocional es un campo de la inteligencia artificial que permite a los sistemas interpretar y responder a las emociones humanas [18]. En el ámbito educativo, esta disciplina ha sido utilizada para personalizar experiencias de aprendizaje y mejorar la interacción entre los estudiantes y las herramientas digitales.

El uso de la computación emocional en videojuegos educativos ha demostrado ser eficaz para mejorar la motivación y el rendimiento académico [19]. Adaptar la dificultad de un juego según el estado emocional del jugador permite evitar la frustración y mantener un nivel de desafío adecuado.

En este trabajo, el videojuego desarrollado incorpora un sistema de evaluación emocional basado en cuestionarios diseñados para detectar el estado de ánimo del estudiante. Dependiendo de los resultados obtenidos, el juego ajusta automáticamente la dificultad del motor de ajedrez Stockfish, asegurando una experiencia personalizada y motivadora.

Esta estrategia se basa en el modelo de autorregulación emocional, que plantea que la gestión de las emociones es fundamental para la toma de decisiones y el rendimiento académico. Al adaptar el nivel de dificultad en función de la disposición emocional del estudiante, se fomenta un ambiente de aprendizaje más equilibrado y eficiente.

10. Ajedrez como Herramienta Pedagógica: El ajedrez ha sido reconocido como una herramienta educativa efectiva para el desarrollo de habilidades cognitivas como la memoria, la planificación y el pensamiento lógico [20]. Su uso en la enseñanza de matemáticas tiene una

relación directa con conceptos geométricos y estratégicos que fortalecen el razonamiento abstracto.

Diversos estudios han demostrado que la enseñanza del ajedrez en edades tempranas mejora el rendimiento en matemáticas, ya que ambos comparten principios como la resolución de problemas y el análisis de patrones [21]. En este trabajo, el ajedrez se utiliza como un recurso didáctico dentro de un entorno digital, combinándolo con técnicas de computación emocional para optimizar el aprendizaje.

El videojuego desarrollado en este proyecto no solo permite a los estudiantes jugar partidas de ajedrez, sino que también incorpora ejercicios matemáticos integrados en la experiencia de juego. De esta manera, los niños pueden reforzar sus habilidades matemáticas a medida que avanzan en el juego, logrando un aprendizaje más significativo y contextualizado.

11. **Evaluación del Aprendizaje en Entornos Digitales:** Uno de los desafíos de los entornos de aprendizaje digital es la medición efectiva del progreso de los estudiantes. Para abordar este problema, se han desarrollado diversas estrategias de evaluación automatizada, como pruebas adaptativas y análisis de datos en tiempo real [22].

En el videojuego desarrollado para este trabajo, la evaluación del aprendizaje se realiza mediante dos mecanismos principales:

- **Evaluación continua:** Los estudiantes responden formularios matemáticos antes y después de cada partida de ajedrez, lo que permite medir el impacto de la práctica del juego en su rendimiento académico.
- **Análisis de patrones de juego:** El sistema registra el desempeño de los estudiantes en cada partida, lo que permite identificar tendencias y ajustar el nivel de dificultad en función de su evolución.

Este enfoque garantiza que los docentes puedan monitorear el progreso de los estudiantes de manera precisa y tomar decisiones informadas sobre su proceso de aprendizaje.

2.2. Antecedentes

1. Emociones con videojuegos: incrementando la motivación para el aprendizaje.

El impacto de las emociones en el aprendizaje y el nivel de interés de los estudiantes en un ambiente académico puede ser beneficioso o perjudicial. El artículo describe un modelo de videojuego en 3D implementado en un entorno universitario para explorar el efecto de las emociones en el aprendizaje de los estudiantes [23].

2. El bajo desempeño académico con relación a las expectativas para los estudiantes es un problema global. Por esta razón, es importante examinar las siguientes estadísticas sobre las evaluaciones a las que se someten los estudiantes cada año. Según los informes de la UNESCO en 2013, los logros de aprendizaje en matemáticas a nivel mundial son muy bajos. En la última evaluación realizada por el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE) en la que participaron 16 países, se encontró que en el tercer grado de primaria, un promedio del 49,2% de los alumnos no alcanzó el nivel requerido para resolver problemas simples.

El propósito de esta investigación es determinar la conexión entre el rendimiento académico

y la motivación de los estudiantes que cursan el tercer grado en la Institución Educativa N° 11024 "José Quiñones González", ubicada en el Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque en el año 2014 [24].

3. Estudio sobre Acompañamiento en Estudiantes con Dificultad de Atención y Concentración en Contexto Educativo Rural en Colombia. [3].

Estudio donde muestran el juego como estrategia pedagógica donde los niños pueden expresar de forma abierta sus sentimientos y experiencias de vida, transformándose de esta manera en una parte importante para el desarrollo del niño dentro de la sociedad.

4. El ajedrez como estrategia metodológica para el desarrollo de las capacidades cognitivas en niños de 6 a 7 años

Se realizó un estudio que demostró que el juego de ajedrez tiene un efecto positivo en el desarrollo intelectual y competitivo, así como en el fomento del pensamiento crítico y la constante búsqueda de soluciones a los desafíos que surgen durante la partida [25].

Cuadro 2: Tabla Comparativa: Antecedentes vs. Solución Propuesta

Antecedente	Contribución al campo educativo	Limitaciones o diferencias	Aporte de este trabajo
1. Emociones con videojuegos	Explora cómo las emociones afectan el aprendizaje mediante un videojuego en 3D.	Se centra en un entorno universitario, sin enfoque específico en niños ni en matemáticas.	Integra la computación emocional en un videojuego educativo diseñado específicamente para niños de segundo de primaria.
2. Bajo desempeño en matemáticas (UNESCO, LLECE, 2013)	Identifica la deficiencia en el rendimiento académico en matemáticas a nivel global.	No propone una solución concreta para mejorar la enseñanza de matemáticas en niños.	Propone un videojuego educativo basado en ajedrez para reforzar habilidades matemáticas en estudiantes de primaria.
3. Juego como estrategia pedagógica en niños con dificultades de atención	Demuestra que los juegos pueden mejorar la expresión emocional y la integración social de los niños.	No incorpora un enfoque estructurado con inteligencia emocional ni adaptaciones en la dificultad del aprendizaje.	Implementa un sistema de evaluación emocional que ajusta la dificultad del juego según el estado emocional del estudiante.
4. Ajedrez como estrategia metodológica para el desarrollo cognitivo	Confirma que el ajedrez favorece el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la resolución de problemas.	No incorpora un entorno digital ni la relación directa con el aprendizaje matemático.	Utiliza un videojuego de ajedrez con integración de ejercicios matemáticos y computación emocional para potenciar el aprendizaje.

2.3. Marco conceptual

Juego: el juego es una actividad recreativa que puede ser practicada de manera individual o en conjunto, su principal finalidad es proporcionar diversión y entretenimiento. Su papel resulta fundamental en el desarrollo del individuo, ya que no se puede ignorar el impacto que tiene en el aspecto mental y físico. Basado en esto, pedagógicamente hablando, el juego se presenta como una herramienta que cobra vital importancia en el desarrollo de aprendizaje y maduración [26].

Jugabilidad: Se define como conjunto de reglas que deben actuar acorde a la temática, diseño y análisis implementados en un juego donde a su vez debe resultar divertido. Las reglas del juego definen las mecánicas de este, donde se deben dejar en claro cuáles son sus objetivos y el cómo llegar a ellos [27].

Juegos RPG: juego RPG o juegos de rol son considerados un género de videojuego donde su principal característica es la capacidad que tiene un jugador de utilizar un personaje ficticio en un ambiente totalmente recreado por software, donde transcurre una historia y se debe ir completando misiones y la finalidad será alcanzar una meta en concreto [28].

Aleatoriedad: Se define como lo incierto, aquello que se ve regido solo por el azar o la suerte, acciones que ocurren sin basarse en una necesidad natural o indirectamente por una intervención humana o divina [29].

Juego serio: El término juego serio es un concepto empleado desde mucho antes que la introducción de dispositivos informáticos y electrónicos, en los tiempos actuales cobran una gran importancia en el ámbito de la educación. Gracias a los grandes avances tecnológicos, el término juego serio puede alcanzar su máximo potencial en el área educativa, usando la diversión como herramienta junto a un conjunto de reglas puede ser empleado como un método de aprendizaje en infantes [30].

Computación emocional: Es la encargada del estudio y desarrollo de diferentes sistemas que sean capaces de procesar y entender la emociones que el ser humano siente, es un campo que a la vez abarca otra como la psicología y la ciencia cognitiva de la computación [29].

3. Alcance del proyecto

3.1. Declaración del alcance

El desarrollo del proyecto requiere investigar el área de computación emocional. Debido a esto, una gran parte del proyecto se enfocó en buscar modelos emocionales que se pueden adaptar de una manera prudente, que funcione en conjunto con el juego de ajedrez, a su vez, implementar un añadido de aleatoriedad y distintas formas de juego.

El modelo emocional que se planea implementar será uno que tome como base el modelo implementado por Goleman[7] que propone un trabajo en conjunto de cociente emocional y el cociente intelectual, de igual manera se pretende utilizar un modelo de autorregulación emocional[11] que consiste en separar las distintas maneras de regulación en tres categorías: Regulación de control, regulación anticipatoria, regulación exploratoria. Un análisis de las emociones a partir de estos modelos irán determinando sucesivamente la dificultad del juego, a su vez se analizará cuanta concentración logran obtener del estudiante los distintos modos de juego.

El prototipo desarrollado consiste en una aplicación educativa que incorpora un videojuego de ajedrez junto con módulos de evaluación matemática y emocional. A través del sistema de puntuación Elo, la dificultad de las partidas se ajusta en función del desempeño del estudiante y de su estado emocional. La aplicación también incluye un panel de profesor, que permite monitorear el progreso de los estudiantes mediante la recopilación de datos de sus partidas y respuestas a cuestionarios.

4. Criterios de Evaluación del Prototipo

Para evaluar la efectividad del prototipo de videojuego en el complemento de la enseñanza de matemáticas, se establecerán los siguientes criterios de evaluación:

- **Nivel de comprensión matemática:** Se evaluará el aumento en el nivel de comprensión de conceptos matemáticos específicos, como resolución de problemas, operaciones aritméticas, y razonamiento lógico, a través de pruebas diseñadas por los profesores. Estas pruebas se administrarán tanto antes como después de las sesiones de práctica con el videojuego.
- **Participación y motivación de los estudiantes:** Se medirá el grado de interés y motivación de los estudiantes hacia las matemáticas, observando su disposición a participar en las actividades de aprendizaje, su entusiasmo durante las sesiones, y su interacción con el videojuego.
- **Aplicación de la computación emocional:** Se evaluará si los estudiantes muestran una mejora en el manejo de emociones durante la resolución de los problemas en el videojuego, como la capacidad para superar frustraciones, mantener la calma ante errores, y fomentar una actitud positiva hacia los retos matemáticos.
- **Retroalimentación de los docentes:** Se tomará en cuenta la retroalimentación de los profesores sobre cómo el prototipo contribuye a la enseñanza de matemáticas y si consideran que el uso del ajedrez y la computación emocional favorece el aprendizaje.

4.1. Métodos para Medir el Impacto en la Enseñanza de Matemáticas

El impacto del prototipo en la enseñanza de matemáticas se medirá utilizando los siguientes métodos:

- **Pruebas pre y post intervención:** Los estudiantes serán sometidos a formularios matemáticos diseñados por los profesores antes y después de las sesiones de práctica con el videojuego. Esto permitirá comparar los resultados y observar cualquier mejora en el dominio de conceptos matemáticos clave.
- **Observación directa:** Los docentes observarán el comportamiento y la actitud de los estudiantes durante las sesiones con el videojuego, tomando notas sobre su enfoque hacia los problemas matemáticos, el uso de estrategias de ajedrez, y cómo gestionan sus emociones durante el proceso.
- **Encuestas de satisfacción:** Después de las sesiones, los estudiantes podrán completar encuestas para evaluar su experiencia con el videojuego, su percepción sobre la efectividad del juego en su aprendizaje y cómo se sintieron durante la práctica.
- **Análisis de rendimiento académico:** Se analizarán los resultados en las evaluaciones matemáticas estándar (si están disponibles) para comparar el desempeño de los estudiantes que utilizaron el videojuego con aquellos que no lo utilizaron, buscando mejoras en los puntajes obtenidos.

4.2. Indicadores de Éxito del Prototipo

El éxito del prototipo se medirá mediante los siguientes indicadores:

- **Mejora en el rendimiento académico:** Un aumento en los puntajes obtenidos en los formularios matemáticos pre y post prueba será un indicador clave de éxito. Esto reflejará una mejora en la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos.
- **Incremento en la participación y motivación:** Un incremento en la participación activa y la actitud positiva de los estudiantes hacia las matemáticas será otro indicador clave del éxito, indicando que el videojuego ha generado mayor interés y motivación por la asignatura.
- **Desarrollo de habilidades emocionales:** Un éxito también será reflejado en la mejora de habilidades emocionales, como la regulación de emociones al enfrentar desafíos en el videojuego, evidenciado en las observaciones de los docentes y en las encuestas de los estudiantes.

4.3. Herramientas Utilizadas para la Evaluación

Para la evaluación del impacto y éxito del prototipo se utilizarán las siguientes herramientas:

- **Formularios y pruebas matemáticas:** Se diseñarán formularios matemáticos que permitirán medir el conocimiento de los estudiantes en áreas específicas antes y después de las sesiones con el videojuego.
- **Encuestas en línea:** Se utilizarán plataformas digitales para que los estudiantes completen encuestas de satisfacción y retroalimentación después de cada sesión. Estas encuestas incluirán preguntas sobre la motivación, el disfrute del juego, y la percepción de su utilidad en el aprendizaje.
- **Observación de campo:** Los docentes utilizarán una lista de verificación para observar y registrar comportamientos clave de los estudiantes durante las sesiones, como su enfoque, uso de estrategias de ajedrez, y la forma en que gestionan sus emociones.
- **Análisis de datos académicos:** Se analizarán los resultados académicos previos y posteriores a la intervención para identificar tendencias en el rendimiento de los estudiantes, comparando estos resultados con el progreso de los estudiantes que no usaron el prototipo.

5. Diseño del Modelo Emocional

El diseño del modelo emocional para el prototipo de videojuego tiene como objetivo integrar un enfoque de inteligencia emocional que permita a los estudiantes gestionar sus emociones durante la práctica de ajedrez. Este enfoque, basado en el modelo de Daniel Goleman [15], se complementa con un sistema dinámico de ajuste de dificultad que responde al estado emocional del estudiante, asegurando que la experiencia de juego sea motivadora y desafiante de manera adecuada.

5.1. Selección del Modelo Emocional

Para el diseño del modelo emocional, se ha seleccionado el Modelo de Inteligencia Emocional de Daniel Goleman, que abarca cinco componentes clave:

- **Autoconciencia emocional:** La habilidad para reconocer las propias emociones y cómo estas afectan el comportamiento y el aprendizaje.
- **Autorregulación emocional:** La capacidad de controlar o redirigir emociones disruptivas, gestionando las reacciones ante los desafíos del juego.
- **Motivación:** La habilidad para mantener el enfoque y la persistencia ante obstáculos, clave para que los estudiantes sigan comprometidos con el aprendizaje a pesar de los errores y frustraciones.
- **Empatía:** Aunque no directamente aplicada al contexto del juego, la empatía contribuye a la comprensión de los demás, una habilidad valiosa que también puede reflejarse en el proceso de interacción y colaboración en el aula.
- **Habilidades sociales:** Aunque el juego es individual, las habilidades sociales se desarrollan a través de la competencia y la colaboración con otros estudiantes en actividades grupales, especialmente cuando se analizan partidas en equipo.

Este modelo emocional se integra en el videojuego, permitiendo que los estudiantes no solo se enfrenten a desafíos matemáticos, sino también que aprendan a gestionar sus emociones, utilizando el ajedrez como un medio para practicar la regulación emocional.

5.2. Justificación del Modelo de Inteligencia Emocional

La elección del modelo de Goleman se justifica por su enfoque integral que abarca tanto la percepción y comprensión de las emociones propias como la capacidad para gestionarlas efectivamente [15]. Dado que el ajedrez puede generar emociones como frustración, ansiedad o incluso euforia, la inteligencia emocional es fundamental para ayudar a los estudiantes a superar estos sentimientos y mantener un enfoque positivo y productivo.

Además, el modelo de Goleman es ampliamente reconocido y validado en contextos educativos, ya que promueve el desarrollo emocional y social de los estudiantes, lo que es crucial para un aprendizaje efectivo, especialmente en el contexto de un prototipo de videojuego que busca ser una herramienta pedagógica. La regulación emocional, que es uno de los componentes más

destacados de este modelo, es clave para asegurar que los estudiantes no se frustren ante el desafío matemático y continúen disfrutando de la práctica.

5.3. Relación con el Sistema de Ajuste de Dificultad

El modelo emocional de Goleman [15] se relaciona directamente con el sistema de ajuste dinámico de dificultad del videojuego, creado para adaptarse al estado emocional del estudiante. El sistema se basa en un cuestionario emocional que los estudiantes deben completar antes de cada partida, lo cual permite medir su estado emocional en tiempo real. A partir de las respuestas del estudiante, el sistema ajusta el nivel de dificultad del juego (representado por el ELO del motor Stockfish) de la siguiente manera:

- **Estado emocional positivo:** Si el estudiante muestra una buena regulación emocional y está motivado, el sistema puede aumentar ligeramente la dificultad, desafiando al estudiante de manera que mantenga su interés sin sentirse abrumado.
- **Estado emocional negativo o de frustración:** Si el cuestionario revela que el estudiante está experimentando frustración o ansiedad, el sistema disminuirá la dificultad de la partida, proporcionando un desafío más accesible y evitando la sobrecarga emocional.
- **Estado de calma o equilibrio:** Si el estudiante se encuentra en un estado emocional equilibrado, el sistema mantendrá la dificultad en un nivel medio, permitiendo que el estudiante practique de manera cómoda, pero con suficiente reto para fomentar el aprendizaje.

Este sistema de ajuste de dificultad garantiza que el videojuego se mantenga adecuado al estado emocional del estudiante, creando un equilibrio entre el reto y la motivación. Además, fomenta una experiencia personalizada que apoya tanto el desarrollo de habilidades matemáticas como el bienestar emocional, lo que contribuye a una experiencia de aprendizaje más efectiva y placentera.

6. Implementación

6.1. Introducción

La implementación del prototipo del videojuego tuvo como objetivo principal desarrollar una herramienta educativa interactiva que combine el aprendizaje de matemáticas con la práctica sistemática del ajedrez, utilizando técnicas de computación emocional como eje central. Este enfoque permitió diseñar una experiencia de aprendizaje adaptativa, ajustada tanto a las habilidades cognitivas como al estado emocional del estudiante.

El proyecto buscó abordar un problema frecuente en la enseñanza de las matemáticas: la desmotivación de los estudiantes. Por ello, se incluyeron dinámicas que no solo reforzaran conocimientos matemáticos, sino que también promovieran habilidades como la resolución de problemas y la concentración. Esta etapa involucró la integración del motor de ajedrez Stockfish [31], el diseño de formularios emocionales, la creación de un módulo matemático interactivo y un panel exclusivo para los docentes. Este módulo, activado únicamente para los profesores, permite la edición y creación de cuestionarios tanto emocionales como matemáticos. A través de esta herramienta, los docentes pueden personalizar las actividades de acuerdo con las necesidades específicas de sus estudiantes, diseñando preguntas y temas que se ajusten a los niveles de aprendizaje y los contextos emocionales de su grupo.

6.2. Herramientas y tecnologías

El desarrollo del prototipo requirió el uso de herramientas y tecnologías específicas que garantizaran funcionalidad, escalabilidad y personalización. Las tecnologías seleccionadas fueron las siguientes:

6.2.1. Lenguajes de programación

- **Laravel (Php) y Blade:** Sirvieron como base para la lógica de backend y la construcción de interfaces dinámicas. Estos lenguajes permitieron crear un sistema modular que conecta eficientemente los diferentes componentes del prototipo [32].
- **JavaScript y Alpine.js:** Implementados para gestionar la interactividad y las actualizaciones en tiempo real de la interfaz gráfica, asegurando una experiencia fluida y atractiva para los usuarios [33], [34].

6.2.2. Bases de datos

- **MySQL:** Este sistema de gestión de bases de datos relacional fue utilizado para almacenar y gestionar la información crítica del prototipo, como los datos de los usuarios, partidas, puntuaciones y configuraciones personalizadas [35]. En la figura 1, se presenta el diagrama de la base de datos utilizado para el prototipo, que muestra la estructura y las relaciones entre las tablas principales.



Figura 1: Diagrama de la base de datos

6.2.3. Infraestructura en la Nube

- **AWS EC2 y RDS:** EC2 Se utilizó para desplegar el prototipo en un entorno de servidor virtual, proporcionando un acceso remoto para las pruebas y RDS Se empleó para alojar la base de datos MySQL [36].

6.2.4. Inteligencia artificial para el ajedrez

- **Stockfish:** Este motor, uno de los más avanzados en la actualidad, fue integrado para gestionar las partidas de ajedrez. Su capacidad de ajustar la dificultad en función del nivel del jugador y del estado emocional permitió personalizar cada experiencia de juego [31].

6.2.5. Diseño gráfico

- **Xcribia.com:** Una herramienta de inteligencia artificial utilizada para generar gráficos e ilustraciones del videojuego, optimizando significativamente el tiempo y los costos asociados a la creación de contenido visual [37].

Cada herramienta desempeñó un papel clave en la implementación, asegurando que el prototipo cumpliera con los objetivos pedagógicos y técnicos planteados.

6.3. Diseño del videojuego

El prototipo fue desarrollado siguiendo un enfoque iterativo e incremental, basado en la metodología Scrumban [38], una combinación de Scrum y Kanban que permite gestionar el flujo de trabajo de manera flexible sin depender de sprints estrictos. Este enfoque permitió adaptar continuamente los requerimientos del proyecto mientras se mantenía una visión clara de las tareas pendientes y finalizadas.

Para la organización del trabajo, se utilizó un tablero en Trello, donde se registraron y gestionaron las tareas correspondientes a cada módulo de la aplicación (videojuego de ajedrez, evaluación matemática y computación emocional). Se mantuvo un flujo de trabajo basado en prioridades, asegurando la implementación, prueba y ajuste de cada módulo según los resultados obtenidos.

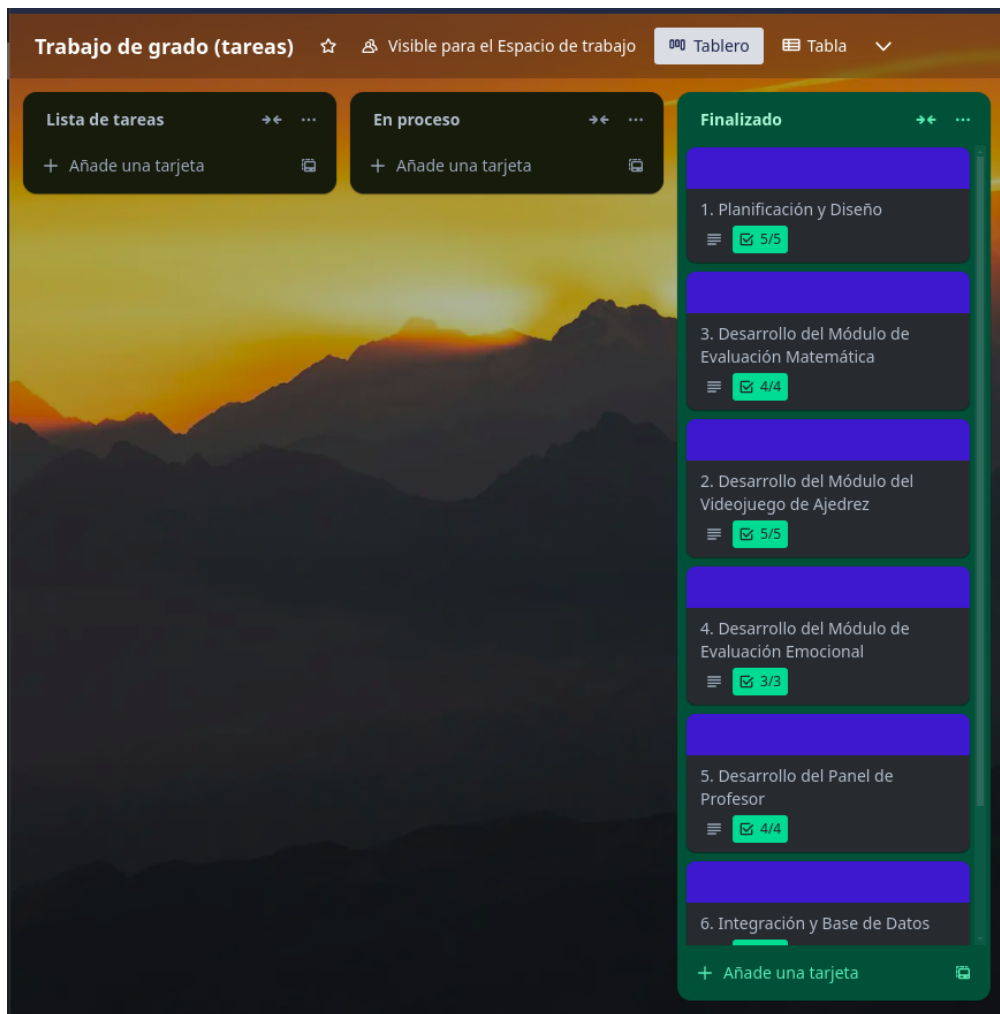


Figura 2: Captura del tablero de Trello con tareas completadas.

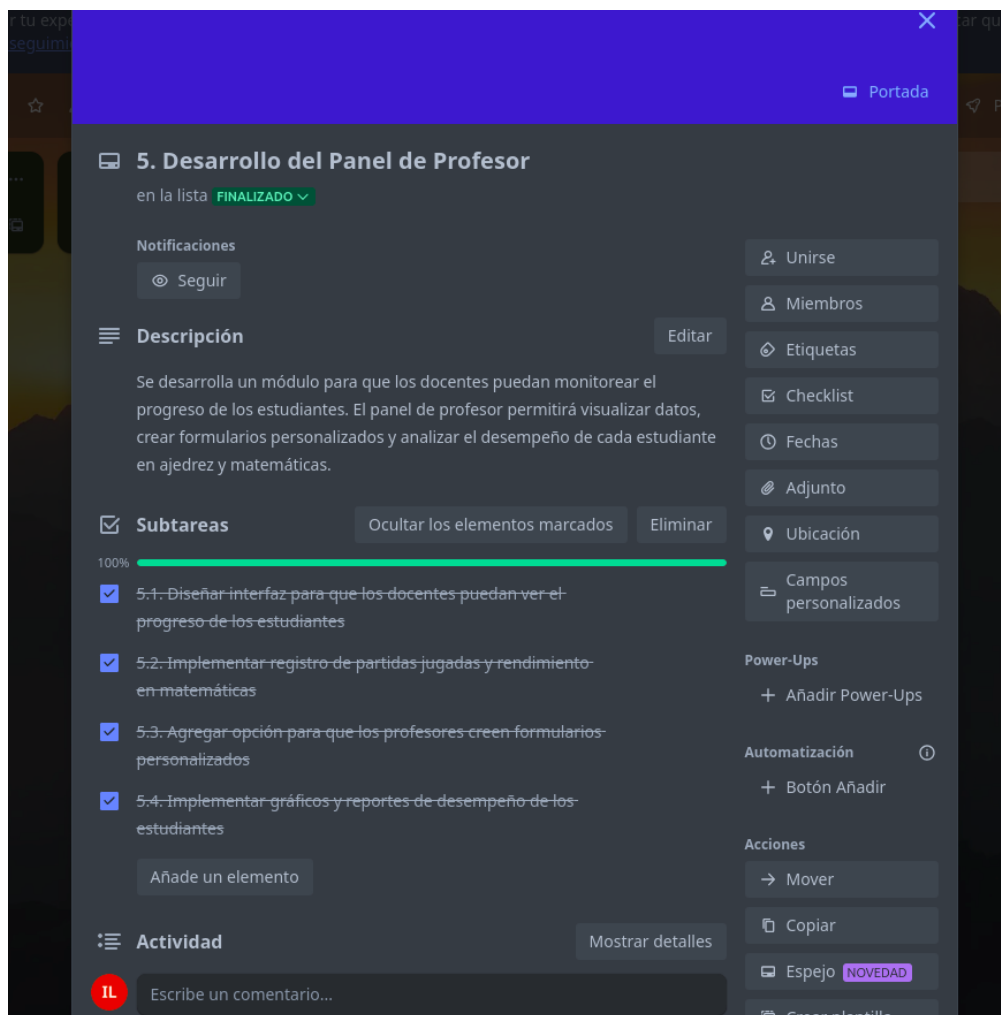


Figura 3: Captura de una tarea en Trello con subtareas desglosadas.

Dado que la aplicación incluye múltiples componentes, se adoptó una arquitectura modular, permitiendo que cada módulo interactúe de manera integrada y adaptativa. A continuación, se describen los módulos principales:

6.3.1. Módulo de ajedrez

El módulo de ajedrez utiliza el motor Stockfish para organizar partidas personalizadas que se adaptan tanto al nivel de habilidad como al estado emocional del estudiante.

Nivel de habilidad del estudiante: El nivel de ELO [39] se establece utilizando un valor promedio que corresponde al rango de habilidades esperado en niños de segundo grado de primaria. Este punto de partida permite que las partidas sean accesibles, mientras que el sistema

puede ajustarse dinámicamente en función del desempeño del estudiante (4).

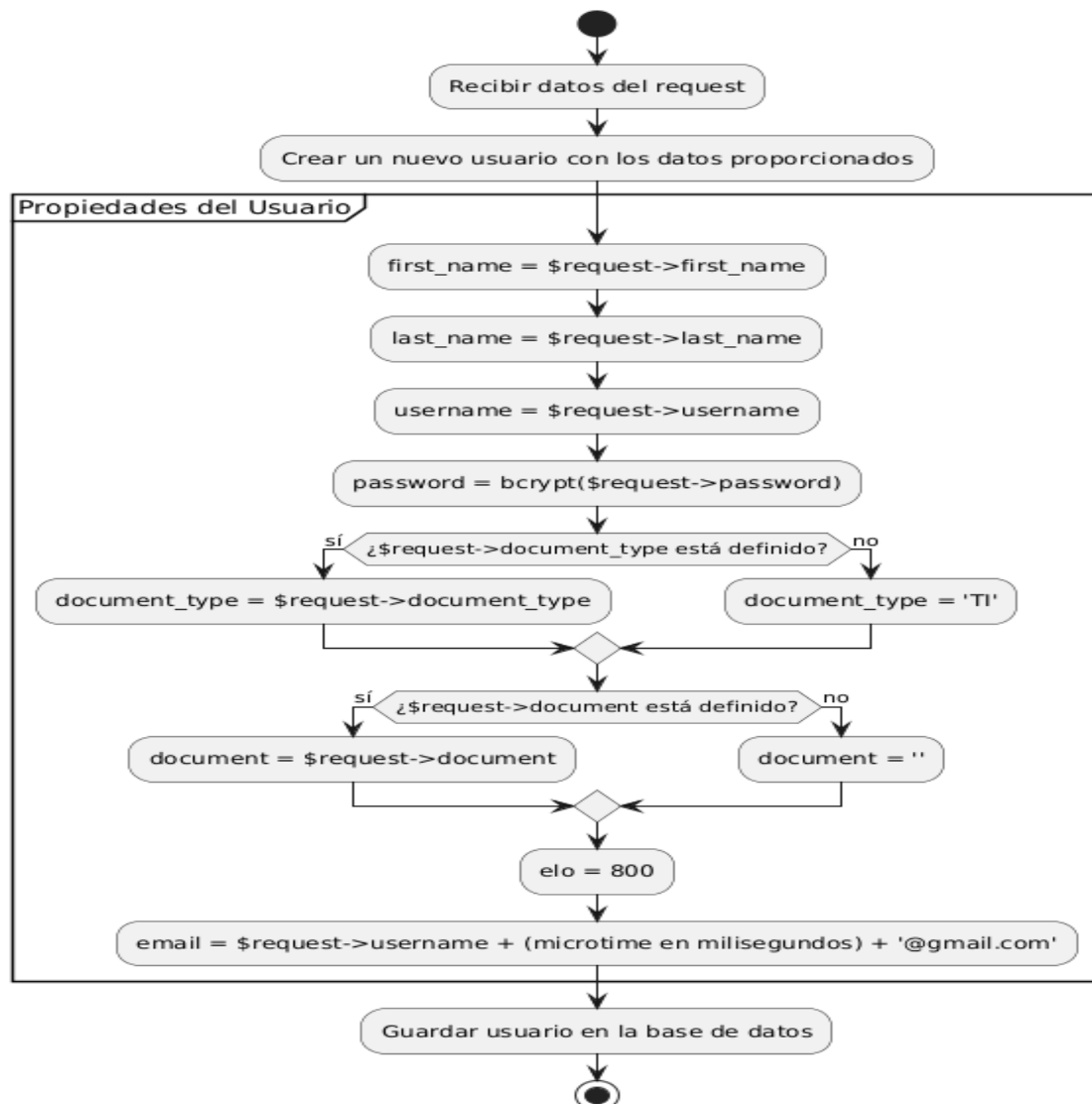


Figura 4: Asignación de Elo al momento de crear usuario

Ajustes basados en el estado emocional: Antes de cada partida, el estudiante completa un formulario emocional. La calificación obtenida en este cuestionario determina si el ELO del motor Stockfish aumenta o disminuye, ajustando así la dificultad de la partida. Este enfoque garantiza que los estudiantes tengan un desafío adecuado a su estado emocional, fomentando una experiencia equilibrada entre reto y motivación.

Refuerzo de habilidades cognitivas: Aunque no existen mecanismos explícitos de recompensa o retroalimentación, las partidas buscan naturalmente desarrollar habilidades como la resolución de problemas y el pensamiento lógico mediante la práctica sistemática del ajedrez. Para evaluar el impacto en estas habilidades, los estudiantes pueden ser sometidos a formularios matemáticos diseñados por los profesores antes y después de las sesiones de práctica. Comparar los resultados permite a los docentes medir el progreso y ajustar las estrategias pedagógicas según sea necesario.

Interacción con otros módulos: Aunque no hay un flujo directo entre el módulo de ajedrez y el módulo matemático, ambos se complementan en el objetivo común de mejorar el aprendizaje del estudiante. El módulo emocional, en cambio, interactúa directamente con el módulo de ajedrez al influir en los ajustes del nivel de dificultad.

Este diseño, aunque funcional, ofrece oportunidades de mejora. Incorporar mecanismos adicionales como retroalimentación visual o sonora durante las partidas, así como recompensas por estrategias bien ejecutadas, podría enriquecer la experiencia del estudiante y reforzar aún más el aprendizaje.

6.3.2. Módulo de matemáticas

El Módulo de Matemáticas está diseñado para proporcionar ejercicios interactivos que se ajustan a los niveles curriculares de los estudiantes de segundo grado de primaria. Cada formulario contiene preguntas y problemas que abordan temas fundamentales de matemáticas, como operaciones básicas y resolución de problemas prácticos, alineados con los estándares educativos para esa edad. La Figura 5 ilustra de manera clara la estructura y el contenido típico de estos formularios.

Panel Profesor

Inicio
Game
Formularios
Scores
Usuarios
Students
Formularios

Answering Form

Evaluación de Habilidades Matemáticas Básicas

Habilidades Matemáticas Básicas

Cuestionario para evaluar las habilidades matemáticas de niños en 3ro de primaria

#1 ¿Cuál es el resultado de $3 + 4$?

Select an option

#2 Elige la operación que da como resultado 15.

Select an option

#3 ¿Cuántos lados tiene un triángulo?

☐ 2
☐ 3
☐ 4

#4 ¿Cuál es el doble de 5?

Select an option

#5 Marca los números que son pares.

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5
☐ 6

Messages Timeline Exceptions Views 21 Route Queries 11 Models 41 Mails Gate 2 Session Request GET answers/forms/(questionnaire) 25MB 635ms 8.2.25

Figura 5: Ejemplo formulario matemático

Adaptación a los niveles curriculares: Los formularios están estructurados de manera que cubren una variedad de temas apropiados para el nivel de los estudiantes. Además, los docentes tienen la flexibilidad de personalizar los formularios, adaptando las preguntas según las necesidades y el ritmo de aprendizaje de cada estudiante. Esto permite que los estudiantes interactúen con los contenidos de manera progresiva, asegurando que puedan avanzar a su propio ritmo y reforzar las áreas donde necesiten más práctica.

Retroalimentación inmediata: Al finalizar cada ejercicio, los estudiantes reciben retroalimentación inmediata sobre sus respuestas. Este sistema de retroalimentación incluye correcciones de errores. La retroalimentación instantánea facilita el aprendizaje autónomo, ya que permite que los estudiantes comprendan rápidamente sus errores y continúen mejorando sin esperar a una evaluación posterior.

Evaluación continua y personalizada: Además de la retroalimentación inmediata, los profesores pueden realizar evaluaciones periódicas mediante la creación de nuevos formularios matemáticos. Estos pueden diseñarse como repeticiones de ejercicios anteriores o como nuevos desafíos que aborden las áreas de oportunidad identificadas en las evaluaciones previas. De esta manera, se fomenta un proceso de aprendizaje continuo, donde los estudiantes no solo reciben información sobre sus progresos, sino también desafíos que se ajustan a su nivel actual de conocimiento y habilidades. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de las calificaciones de los cuestionarios, que incluyen las columnas: nombre del alumno, tipo de cuestionario, habilidades matemáticas básicas, estado emocional y calificación. Esto permite visualizar de manera organizada y clara la información recopilada para cada estudiante.

6.4. Formularios emocionales

Antes del inicio de cada partida de ajedrez, los estudiantes completan un formulario emocional diseñado específicamente para evaluar su estado de ánimo y disposición emocional. Este formulario consta de preguntas de opción múltiple adaptadas a su nivel de comprensión, con el objetivo de obtener una visión rápida y precisa de su estado emocional. Las preguntas incluyen enunciados como: “¿Te sientes triste?” o “¿Te sientes motivado hoy?”, con opciones de respuesta predefinidas como: “Sí”, “No” y “Un poco”. Estas preguntas han sido seleccionadas cuidadosamente para ser comprensibles por estudiantes de segundo grado de primaria, maximizando la fiabilidad de las respuestas. Con base en el modelo de emociones básicas de Paul Ekman, se adaptaron las preguntas de tal manera que resultaran relevantes para la experiencia emocional de niños de que estén cursando el grado 2do de primaria, utilizando un lenguaje sencillo y situaciones cotidianas que ellos puedan identificar, la Figura 6 muestra un ejemplo de los formularios emocionales.

Panel Profesor

Inicio

Game

Formularios

Scores

Usuarios

Students

Formularios

Answering Form

Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria

Estado Emocional

Este cuestionario ayuda a evaluar el estado emocional del niño y determinar si se encuentra feliz o triste.

#1 **¿Te sientes triste la mayor parte del tiempo?**

Pregunta para evaluar el sentimiento de tristeza general.

☐ Si

☐ No

#2 **¿Has perdido interés en jugar o en actividades que te gustan?**

Evalúa si el niño ha perdido interés en sus actividades habituales.

☐ Si

☐ No

#3 **¿Te sientes con mucha energía últimamente?**

Pregunta para medir la energía y vitalidad del niño.

☐ Si

☐ No

#4 **¿Tienes problemas para dormir o te despiertas durante la noche?**

Pregunta sobre la calidad del sueño.

☐ Si

☐ No

#5 **¿Te sientes alegre cuando estás con tus amigos?**

Pregunta para evaluar la interacción social positiva.

Messages Timeline Exceptions Views 25 Route Queries 11 Models 34 Mails Gate 2 Session Request GET answers/emotional 25MB 298ms 8.2.25

Figura 6: Ejemplo de formulario emocional

Al completar el formulario, se asigna un puntaje a cada respuesta, el cual se suma para generar una puntuación total en una escala de 1 a 100. Este puntaje no solo refleja el estado emocional del estudiante, sino que también actúa como un parámetro clave para ajustar dinámicamente la dificultad del juego, integrando aspectos de computación emocional en la experiencia educativa.

6.4.1. Cálculo de ajustes en la dificultad

El puntaje obtenido en el formulario emocional determina cómo se ajustará el nivel de dificultad del motor de ajedrez. Este ajuste utiliza el sistema de puntuación ELO para modificar la fuerza del motor, asegurando que el desafío presentado sea adecuado al estado emocional del estudiante.

Para evaluar la efectividad de este ajuste, se realizaron pruebas con 15 estudiantes de segundo de primaria. Los resultados indicaron que los estudiantes con puntuaciones emocionales superiores

a 80 (estado emocional positivo) enfrentaron partidas de mayor dificultad sin experimentar una caída en su rendimiento. En contraste, los estudiantes con puntuaciones inferiores a 50 (estado emocional bajo) jugaron en un nivel reducido de dificultad, lo que les permitió mantener la motivación y mejorar progresivamente su desempeño.

Los datos obtenidos de las pruebas se analizarán en detalle en la sección 5: Pruebas y Evaluación.

Cuadro 3: Relación entre Puntaje Emocional, Ajuste de Dificultad y Resultado

Estudiante	Puntaje Emocional	Ajuste de Dificultad (ELO)	Resultado en la partida
Estudiante 1	85 (positivo)	+100 puntos ELO	Ganó
Estudiante 2	45 (bajo)	-150 puntos ELO	Perdió
Estudiante 3	70 (neutro)	Sin ajuste	Empató
Estudiante 4	90 (muy positivo)	+200 puntos ELO	Empató
Estudiante 5	55 (bajo)	-100 puntos ELO	Perdió
Estudiante 6	65 (neutro)	Sin ajuste	Perdió
Estudiante 7	80 (positivo)	+150 puntos ELO	Perdió
Estudiante 8	60 (neutro)	Sin ajuste	Empató
Estudiante 9	75 (positivo)	+50 puntos ELO	Empató
Estudiante 10	50 (bajo)	-50 puntos ELO	Perdió
Estudiante 11	95 (muy positivo)	+250 puntos ELO	Perdió
Estudiante 12	40 (bajo)	-200 puntos ELO	Perdió
Estudiante 13	85 (positivo)	+100 puntos ELO	Ganó
Estudiante 14	50 (bajo)	-100 puntos ELO	Perdió
Estudiante 15	70 (neutro)	Sin ajuste	Ganó

Explicación de las pruebas

Para la evaluación de los estudiantes, se realizaron dos pruebas principales. Sin embargo, debido a que los estudiantes se encontraban en horario de estudio, se optó por realizar las pruebas desde un perfil de profesor. Esta decisión se tomó con el objetivo de agilizar el proceso de evaluación y permitir un seguimiento más eficiente durante la práctica.

Al realizar las pruebas desde el perfil de profesor, fue posible proporcionar una guía más rápida

y personalizada a cada estudiante. Esto permitió al docente intervenir de manera más efectiva en caso de ser necesario y ofreciendo retroalimentación inmediata para mejorar el desempeño de los estudiantes. Además, esta modalidad permitió mantener el enfoque en las necesidades emocionales y cognitivas de cada estudiante, adaptando la experiencia de juego según su puntaje emocional y el ajuste de dificultad correspondiente.

- **Puntuaciones superiores a 80:** Si el puntaje final es igual o mayor a 80, se considera que el estudiante está en un estado emocional positivo y motivado. En este caso, el nivel de dificultad se incrementa ajustando el ELO del motor, con el fin de ofrecer un desafío mayor que mantenga el interés y fomente el desarrollo de habilidades.
- **Puntuaciones entre 50 y 79:** Para este rango de puntajes, el estado emocional del estudiante es considerado neutro o estable. Por lo tanto, el nivel de dificultad del juego permanece constante, permitiendo que el estudiante juegue a un ritmo cómodo y sin cambios significativos en el reto.
- **Puntuaciones inferiores a 50:** Si el puntaje obtenido es menor a 50, se interpreta que el estudiante podría estar enfrentando dificultades emocionales, como desmotivación o tristeza. En respuesta, el ELO del motor se reduce automáticamente, disminuyendo la dificultad del juego para evitar frustraciones y promover una experiencia más amigable.

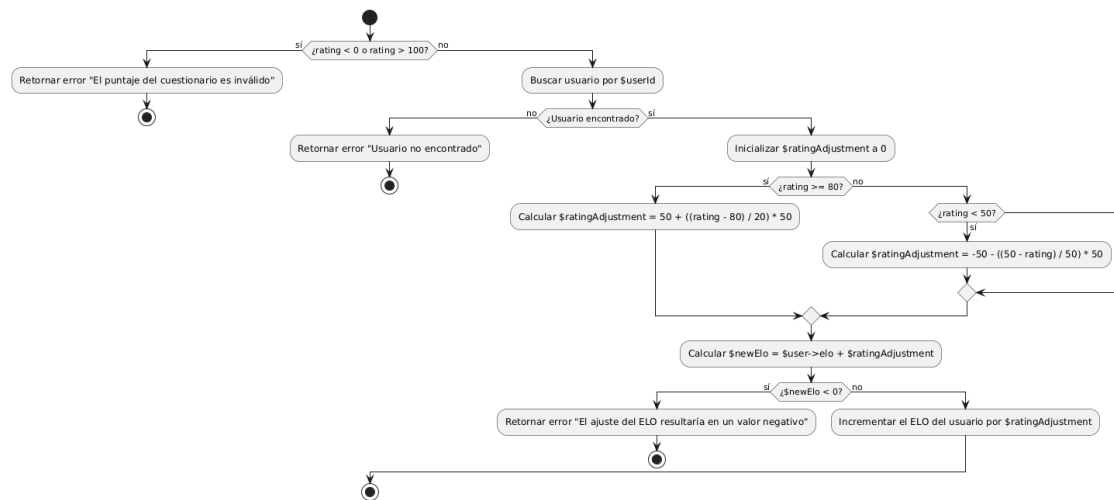


Figura 7: Modificación de Elo en base al estado emocional

6.4.2. Diseño y formato de las preguntas

Las preguntas del formulario han sido diseñadas con un enfoque en la simplicidad y claridad, teniendo en cuenta las capacidades cognitivas de los estudiantes de segundo grado de primaria. El formato de opción múltiple facilita la recolección de respuestas rápidas y directas, reduciendo la carga cognitiva sobre el estudiante. Además, se utiliza un lenguaje amigable y accesible para garantizar que las preguntas sean comprensibles y relevantes.

La implementación técnica incluye un algoritmo de evaluación que procesa las respuestas seleccionadas, asignando un puntaje ponderado a cada opción. Este algoritmo se ejecuta en tiempo real y calcula la puntuación total en cuestión de segundos, optimizando la experiencia de usuario y minimizando interrupciones en el flujo del juego.

6.4.3. Impacto en la dificultad del juego

La integración del formulario emocional en el sistema de juego permite ajustar automáticamente la dificultad de acuerdo con el estado emocional del estudiante. Este enfoque adaptativo garantiza que el estudiante enfrente un nivel de desafío adecuado a su disposición emocional y capacidad actual, fomentando tanto la motivación como el aprendizaje.

El ajuste automático contribuye a mantener un equilibrio entre desafío y accesibilidad, promoviendo una experiencia personalizada que potencia el desarrollo de habilidades matemáticas y estratégicas mediante el ajedrez. De esta manera, el videojuego no solo cumple un propósito educativo, sino que también considera la importancia de la inteligencia emocional en el proceso de aprendizaje.

6.5. Panel de profesor

El **panel de profesor** es una herramienta interactiva diseñada específicamente para permitir a los docentes gestionar y personalizar la experiencia educativa de sus estudiantes, abarcando tanto los aspectos emocionales como académicos (matemáticos). Este sistema de gestión permite a los educadores realizar ajustes finos a la interacción con los estudiantes, ofreciendo la flexibilidad necesaria para responder a las necesidades cambiantes de los mismos a medida que avanzan en su proceso educativo. Con el Panel de Profesor, los docentes tienen la capacidad de crear, editar y ajustar formularios de manera dinámica, permitiéndoles evaluar y monitorear el bienestar emocional además de las habilidades académicas de los estudiantes, generando una experiencia de aprendizaje más personalizada y efectiva.

6.5.1. La responsabilidad del docente

Aunque el Panel de Profesor ofrece herramientas para crear y personalizar los formularios, la responsabilidad última sobre su adecuación recae en el docente. Como experto en el área pedagógica, el docente es quien mejor conoce las necesidades, capacidades y contextos de sus estudiantes, y por tanto debe ser quien tome las decisiones sobre cómo adaptar los formularios a las particularidades del grupo.

La personalización de los formularios debe considerar no solo las necesidades académicas, sino también los aspectos emocionales de los estudiantes. Los formularios deben ser diseñados para ser apropiados, motivadores y desafiantes, y el docente debe asegurarse de que las preguntas sean comprensibles y relevantes para los estudiantes. Además, el docente debe garantizar que las preguntas se alineen con los objetivos pedagógicos establecidos, contribuyendo a una evaluación que sea tanto precisa como útil.

El docente también debe revisar periódicamente la eficacia de los formularios y realizar ajustes si

fuera necesario, asegurando que los datos recolectados continúen siendo relevantes y útiles para el proceso de aprendizaje.

6.5.2. Creación y personalización de formularios

Dentro del Panel de Profesor, los docentes disponen de un módulo integral que les permite crear o modificar formularios, tanto emocionales como académicos, adaptando el contenido según los requerimientos educativos específicos del momento. Este módulo está diseñado para ser intuitivo y fácil de usar, lo que facilita la creación de formularios con preguntas personalizadas que aborden de manera precisa los temas y habilidades que desean evaluar. Los docentes pueden elegir entre distintos tipos de preguntas (opción múltiple, respuesta abierta, escala de valoración, etc.), y tienen la posibilidad de ajustar tanto el formato de las preguntas como las opciones de respuesta según el contenido que deseen evaluar, ya sea relacionado con el bienestar emocional del estudiante o con su rendimiento académico en áreas específicas.

La posibilidad de personalizar las preguntas de acuerdo con el progreso del curso y los objetivos pedagógicos permite una evaluación continua y flexible, adaptada a los avances o dificultades que los estudiantes puedan enfrentar. Además, se ofrece un sistema de validación que garantiza que las preguntas sean apropiadas para el nivel de los estudiantes, permitiendo que el docente ajuste la complejidad de las mismas conforme al desarrollo del grupo. En la Figura 8 se puede observar el módulo de creación y personalización de formularios.

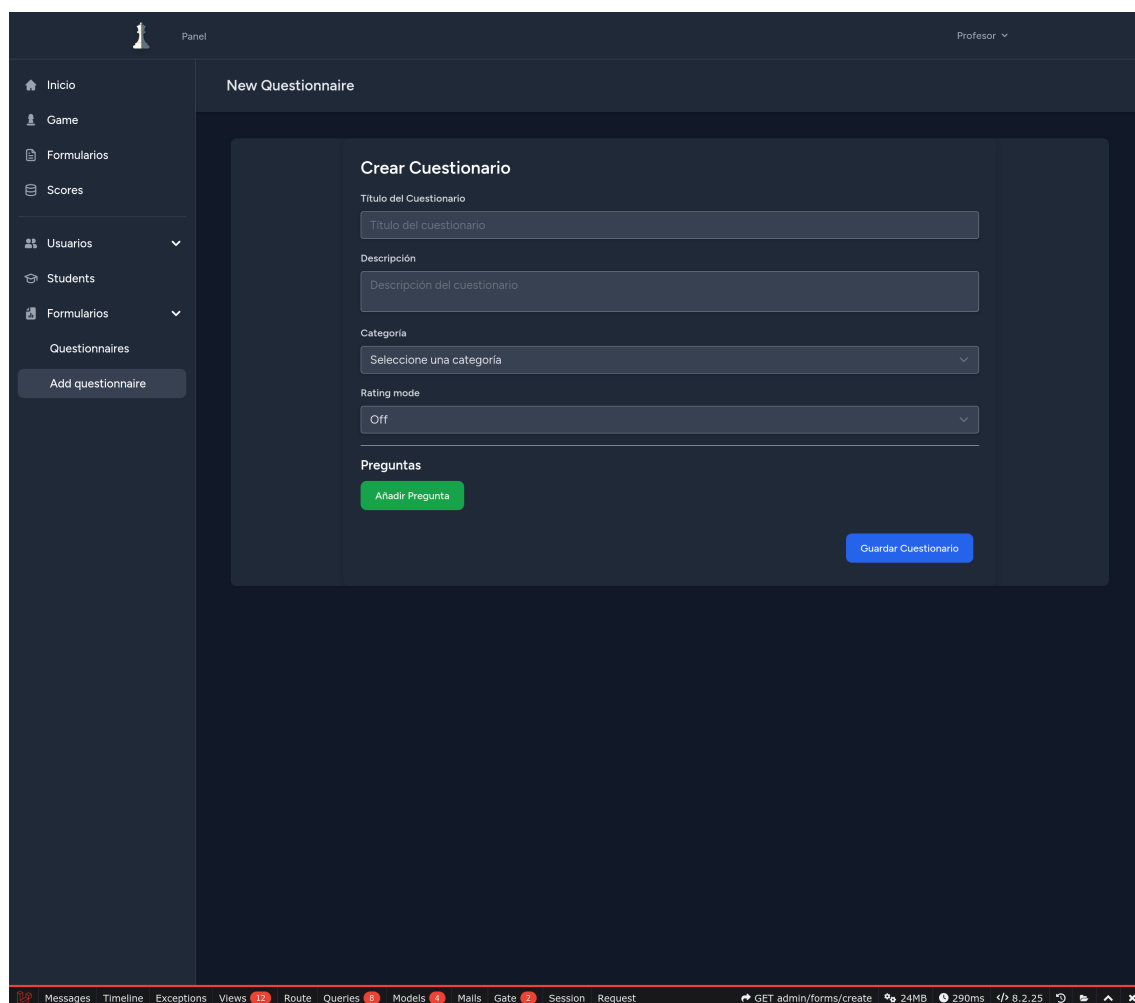


Figura 8: Modulo para crear formularios

6.5.3. Gestión de estudiantes

El Panel de Profesor no solo facilita la creación de formularios, sino que también ofrece una potente herramienta para la gestión de los perfiles de los estudiantes. A través de este panel, los docentes pueden crear, modificar y mantener registros detallados de cada estudiante, permitiéndoles un seguimiento exhaustivo y personalizado de su progreso en diversas áreas.

Cada perfil de estudiante contiene información clave que facilita el análisis del rendimiento académico y emocional a lo largo del tiempo. Este seguimiento personalizado permite a los docentes realizar ajustes continuos en las actividades o evaluaciones que cada estudiante recibe, adaptándolas a sus necesidades particulares. Al tener acceso a un historial de respuestas y evaluaciones previas, los docentes pueden identificar áreas de mejora, reconocer logros y ajustar el enfoque pedagógico para maximizar el desarrollo de cada estudiante.

La capacidad de gestionar estos perfiles de manera eficiente permite no solo la atención individualizada, sino también la creación de informes de progreso que pueden ser utilizados para tomar decisiones informadas sobre la intervención educativa.

6.5.4. Recolección de datos

Uno de los pilares fundamentales del Panel de Profesor es su capacidad para recolectar y almacenar datos de manera organizada y accesible. Cada partida de ajedrez jugada por los estudiantes genera una serie de respuestas a los formularios emocionales que son recolectadas por el sistema. Estos datos se almacenan de forma estructurada para facilitar su análisis posterior. Además, existe otro módulo donde los estudiantes pueden resolver cuestionarios matemáticos, los cuales no están directamente relacionados con el flujo de juego de ajedrez. Estos formularios también devuelven calificaciones que son almacenadas en el sistema, permitiendo que los profesores puedan acceder a esta información y observar el rendimiento de los estudiantes.

Los datos recopilados incluyen el rendimiento en los formularios matemáticos y el estado emocional. Este enfoque permite a los docentes obtener una visión detallada de la evolución emocional y académica de cada estudiante a lo largo del tiempo. Además, los datos recolectados pueden ser utilizados para generar informes y estadísticas que faciliten la toma de decisiones pedagógicas, contribuyendo a una mejora continua del proceso educativo.

El análisis de estos datos no solo proporciona información valiosa para la personalización del aprendizaje, sino que también facilita la identificación de tendencias y patrones en el comportamiento y desempeño de los estudiantes, lo que permite intervenir de manera más precisa y efectiva cuando es necesario.

Para apoyar la toma de decisiones pedagógicas, se ha desarrollado un módulo de seguimiento individualizado (Figura 9). Este módulo presenta una tabla que permite a los docentes visualizar rápidamente el desempeño de cada estudiante en los formularios emocionales y matemáticos. Al tener acceso a esta información detallada, los profesores pueden identificar patrones en el comportamiento de los estudiantes, detectar áreas de mejora y adaptar sus estrategias de enseñanza de manera más efectiva.

FORM	CATEGORIA	ESTUDIANTE	RATING	ATTEMP
Evaluación de Habilidades Matemáticas Básicas	Habilidades Matemáticas Básicas	Isaac Junior Castellar Lopez	3	0
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Isaac Junior Castellar Lopez	30	0
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	25	0
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	15	1
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	0	2
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	40	3
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	20	4
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	0	5
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	5	6
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	10	7
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	5	8
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	10	9
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	5	10
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	0	11
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	10	12
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	25	13
Cuestionario Emocional para niños de 2ro de Primaria	Estado Emocional	Profesor Primaria	5	14

Figura 9: Modulo de calificaciones

6.5.5. Integración con la experiencia educativa

El Panel de Profesor está completamente integrado con el resto de la plataforma educativa, asegurando que la experiencia de aprendizaje se vea enriquecida por la personalización y adaptación de los formularios. Gracias a esta integración, el docente tiene la posibilidad de ajustar no solo los formularios, sino también las actividades, recursos y evaluaciones de manera coherente con los objetivos educativos del curso.

El sistema permite una gestión fluida de las interacciones entre los estudiantes y el contenido educativo, tanto en términos emocionales como académicos. De esta forma, el docente puede asegurarse de que cada estudiante recibe el tipo de desafío y apoyo que necesita en función de su disposición emocional y su nivel de habilidad, creando una experiencia educativa verdaderamente personalizada y efectiva. Este enfoque también permite que el docente mantenga un control completo sobre la evaluación de los estudiantes, asegurando que los objetivos pedagógicos se

logren de manera eficiente y eficaz.

6.6. Técnicas de computación emocional

La implementación de técnicas de computación emocional se centró en la evaluación del estado emocional de los estudiantes mediante formularios intuitivos y dinámicos. Estas técnicas se articularon de la siguiente manera:

6.6.1. Evaluación emocional

Los formularios emocionales emplean preguntas breves y adaptadas al lenguaje de los niños, diseñadas para identificar su estado de ánimo. Los estados emocionales positivos (e.g., feliz, motivado) o negativos (e.g., triste, desmotivado) se interpretan para ajustar la experiencia del juego.

6.6.2. Adaptación de la dificultad

- **Estado emocional positivo:** El motor Stockfish aumenta ligeramente su ELO, presentando un desafío más significativo que fomenta el crecimiento. Este incremento en la dificultad, al coincidir con un estado emocional positivo como la alegría y la emoción, puede potenciar la motivación intrínseca del estudiante y fomentar un aprendizaje más profundo y duradero. Según el modelo de emociones básicas de Paul Ekman, las emociones positivas como la alegría pueden ampliar la capacidad de atención y mejorar la memoria, lo que a su vez facilita la adquisición de nuevas habilidades.
- **Estado emocional bajo:** El ELO disminuye, ofreciendo partidas más accesibles que reducen el riesgo de frustración y aumentan la confianza del estudiante. En línea con las investigaciones de Ekman, la disminución de la dificultad en momentos de tristeza o miedo puede ayudar a regular las emociones negativas y prevenir la aparición de emociones como la ira o el desánimo. Al experimentar éxitos más frecuentes, el estudiante puede recuperar su confianza y experimentar emociones positivas como la satisfacción y la alegría, lo que a su vez puede facilitar un aprendizaje más efectivo y motivador.”

6.6.3. Impacto educativo

Esta personalización mejora la relación del estudiante con el aprendizaje, ayudándolo a mantener una actitud positiva hacia las matemáticas y el ajedrez. Al combinar emociones y cognición, se crea una experiencia integral que promueve tanto el desarrollo académico como el personal.

6.7. Desafíos y soluciones

La implementación del prototipo enfrentó diversos retos técnicos y metodológicos, los cuales fueron abordados mediante estrategias específicas para garantizar una experiencia educativa efectiva y fluida.

6.7.1. Diseño de preguntas para formularios

El diseño de formularios tanto emocionales como matemáticos fue un desafío importante, ya que las preguntas debían ser comprensibles para los estudiantes de segundo grado, pero al mismo tiempo efectivas para medir su estado emocional y habilidades académicas. Para asegurar la pertinencia de las preguntas:

- **Responsabilidad delegada al docente:** La responsabilidad de crear y personalizar los formularios recayó en los docentes, quienes tienen un mejor conocimiento del contexto y las necesidades de sus estudiantes. Esto les permitió adaptar las preguntas a las características específicas de su grupo.
- **Plantillas base:** Inicialmente, se crearon un par de plantillas base para facilitar el proceso. Sin embargo, los docentes tenían la libertad de crear o personalizar completamente los formularios, ajustándolos según las necesidades emocionales y educativas de sus estudiantes. Esto garantizó que las preguntas fueran pertinentes y contextualizadas.
- **Ausencia de validación formal:** Aunque no se implementó una validación formal del contenido creado por los docentes, el proceso de creación de formularios permitió que los docentes ajustaran continuamente el contenido en función de la respuesta y el progreso de los estudiantes.

6.8. Integración del motor stockfish

La integración del motor de ajedrez Stockfish presentó varios desafíos, especialmente debido a la falta de experiencia inicial con este motor. Para superar estos obstáculos:

- **Estudio exhaustivo de la documentación:** Se llevó a cabo un estudio exhaustivo de la documentación oficial de Stockfish para comprender su funcionamiento y adaptarlo a las necesidades del prototipo.
- **Pruebas iterativas:** A través de pruebas iterativas, se ajustaron los parámetros técnicos del motor para garantizar una integración fluida con el sistema y asegurar que el motor se adaptara adecuadamente al nivel de los estudiantes.
- **Ajuste de la dificultad:** Aunque el motor Stockfish permite ajustar el ELO al inicio de cada partida, la dificultad no cambia una vez que la partida ha comenzado, lo que asegura que el juego se mantenga equilibrado durante su desarrollo.

La Figura 10 muestra la interfaz de usuario inicial para comenzar una partida. Aquí, el estudiante puede personalizar su experiencia al elegir el color de las fichas con el que desea jugar. Paralelamente, el sistema ajusta de forma automática el nivel de dificultad del motor Stockfish, según el nivel de Elo del estudiante. Este ajuste, realizado en el backend (Figura 10), garantiza una partida desafiante pero adaptada a las habilidades del jugador. Con esta configuración, el motor Stockfish está listo para iniciar la partida (Figura 11).

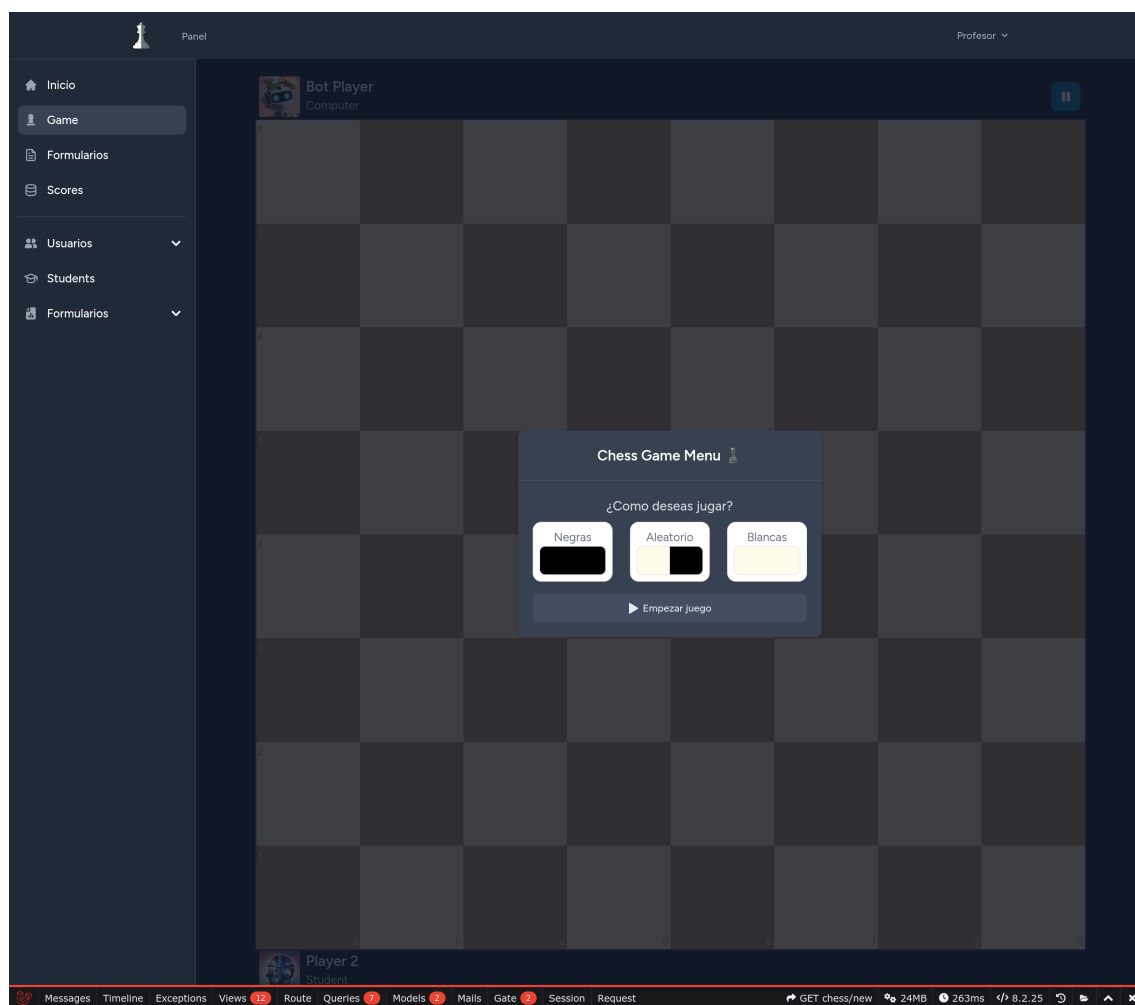


Figura 10: elección color de las fichas

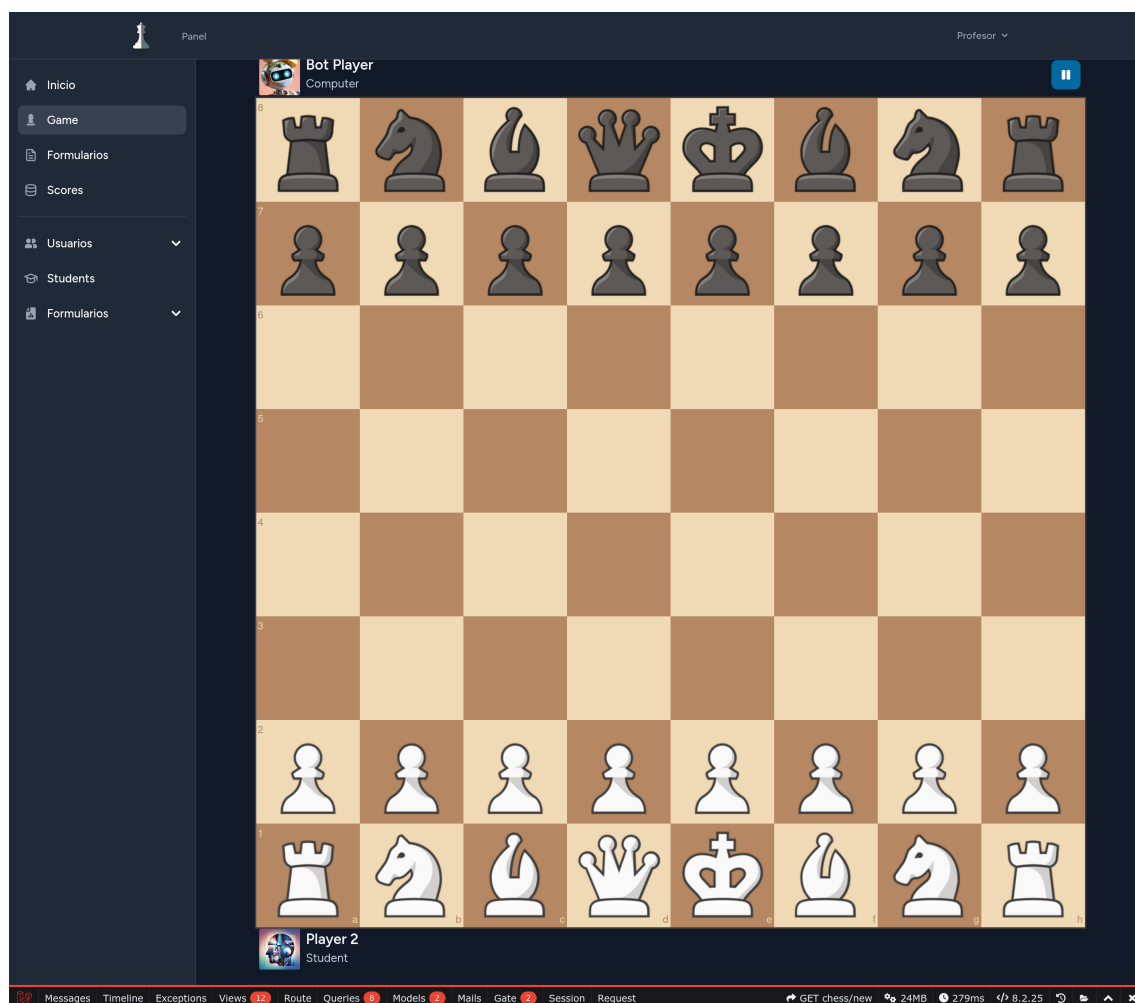


Figura 11: Partida de ajedrez

6.9. Evaluación emocional

El diseño de los formularios emocionales fue otro desafío clave, ya que las preguntas debían ser lo suficientemente simples para que los niños pudieran comprenderlas, pero también efectivas para evaluar su estado emocional. Este reto fue abordado mediante la colaboración con docentes:

- **Colaboración con docentes:** Se contó con la colaboración de docentes para garantizar que las preguntas fueran adecuadas para niños de segundo grado, asegurando que fueran fáciles de interpretar y alineadas con su desarrollo cognitivo y emocional.
- **Simplicidad y eficacia:** A pesar de los desafíos, el diseño de los formularios emocionales logró equilibrar la simplicidad con la eficacia, permitiendo evaluar adecuadamente el estado emocional del estudiante antes de cada partida.

6.10. Resultados de la implementación

La aplicación desarrollada representa una solución innovadora y funcional que combina el aprendizaje de las matemáticas con la práctica sistemática del ajedrez. Además del videojuego, la aplicación integra herramientas de evaluación emocional y un panel de profesor que permite monitorear el progreso de los estudiantes:

6.10.1. Aprendizaje matemático

El módulo de matemáticas proporciona una plataforma interactiva donde los estudiantes pueden reforzar conceptos fundamentales, como operaciones básicas y geometría, adaptados a su nivel educativo. Los formularios matemáticos son personalizables por los docentes, permitiéndoles ajustar las actividades según las necesidades específicas de cada grupo, lo que garantiza que los desafíos sean pertinentes y efectivos. Este enfoque facilita un aprendizaje progresivo, en el que los estudiantes pueden avanzar a su propio ritmo y recibir retroalimentación inmediata para consolidar sus conocimientos.

6.10.2. Juego de ajedrez adaptativo

El motor Stockfish, integrado en el prototipo permite organizar partidas de ajedrez adaptadas tanto al nivel de habilidad como al estado emocional del estudiante. Los ajustes en el ELO al inicio de cada partida garantizan que el nivel de dificultad sea adecuado, manteniendo un equilibrio entre reto y accesibilidad. Esto fomenta habilidades cognitivas como el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la planificación estratégica. Este componente no solo fortalece las habilidades intelectuales, sino que también promueve valores como la paciencia, la perseverancia y el autocontrol.

6.10.3. Evaluación emocional

El sistema emocional permite ajustar la experiencia de juego en función del estado emocional del estudiante, evaluado a través de formularios diseñados específicamente para este propósito. La personalización basada en estas evaluaciones dinámicas asegura que los estudiantes permanezcan motivados, al enfrentar desafíos adecuados a su bienestar emocional. Esto reduce la posibilidad de frustración y fomenta un ambiente de aprendizaje más positivo y constructivo. Los docentes, al ser responsables de la creación y gestión de los formularios emocionales, tienen la capacidad de adaptar este componente a las características individuales de sus estudiantes.

6.11. Impacto en el proceso educativo

El prototipo no solo beneficia a los estudiantes al proporcionarles una experiencia de aprendizaje adaptativa y motivadora, sino que también ofrece a los docentes una herramienta poderosa para enriquecer el proceso educativo. Al delegar a los docentes la creación de formularios emocionales y matemáticos, el sistema respalda su rol como facilitadores del aprendizaje, permitiéndoles personalizar y monitorear el progreso de los estudiantes de manera efectiva.

6.12. Metodología de Desarrollo

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó la metodología Scrum, un marco ágil que permite la entrega incremental del producto en iteraciones llamadas sprints. Esto facilitó la validación continua de cada módulo y su integración en la aplicación final [40].

Se trabajó en cuatro sprints principales, cada uno enfocado en la implementación de un módulo específico:

- **Sprint 1:** Desarrollo del núcleo del videojuego de ajedrez y su integración con el motor Stockfish.
- **Sprint 2:** Implementación del sistema de evaluación matemática y su relación con las partidas de ajedrez.
- **Sprint 3:** Desarrollo del sistema de evaluación emocional basado en formularios.
- **Sprint 4:** Integración del panel de profesor y pruebas finales con estudiantes.

7. Pruebas

7.1. Objetivo de las pruebas

El propósito principal de las pruebas fue evaluar la funcionalidad, usabilidad y efectividad del prototipo del videojuego, así como medir su impacto en los estudiantes en un contexto práctico. Estas pruebas representaron una etapa clave en el desarrollo, asegurando que el prototipo cumpliera con los objetivos planteados y que fuera una herramienta útil tanto para los estudiantes como para los docentes. En particular, las pruebas buscaron:

7.1.1. Validación de la funcionalidad

- Comprobar que todos los módulos del prototipo funcionaran de manera correcta, incluyendo el módulo de ajedrez adaptativo, el módulo de matemáticas y el sistema de evaluación emocional.
- Verificar que los ajustes dinámicos en la dificultad del juego, basados en las respuestas de los formularios emocionales, se implementaran adecuadamente.

7.1.2. Recolectar datos cuantitativos

- Registrar el desempeño de los estudiantes en los formularios matemáticos para evaluar su progreso en conceptos clave y habilidades básicas.
- Medir los resultados obtenidos en los formularios emocionales para determinar cómo se ajustó la dificultad del juego según el estado emocional de los estudiantes.

7.1.3. Evaluar la experiencia de usuario

- Examinar la facilidad de uso e interactividad del prototipo, asegurando que su diseño fuera accesible y comprensible para estudiantes de segundo grado de primaria.
- Identificar posibles dificultades que los estudiantes pudieran enfrentar al interactuar con la interfaz, como problemas al navegar por los menús o responder los formularios.

7.1.4. Medir el rendimiento técnico

- Evaluar el comportamiento del prototipo en condiciones reales de uso, verificando que las partidas de ajedrez se ejecutaran de manera fluida, los formularios se generaran correctamente y los datos se gestionaran de manera eficiente.
- Detectar y corregir errores técnicos, garantizando que el sistema funcionara de manera estable y confiable.

7.2. Importancia de las pruebas

Estas pruebas fueron esenciales para validar la funcionalidad del prototipo y garantizar que cumpliera con los objetivos educativos y técnicos planteados. Además, permitieron identificar áreas de mejora para optimizar la experiencia del usuario y asegurar que el prototipo sea una herramienta efectiva y sostenible a largo plazo.

7.3. Tipos de pruebas realizadas

Para garantizar que el prototipo cumpliera con los objetivos pedagógicos y técnicos, se realizaron diversas pruebas que evaluaron tanto su funcionalidad como su usabilidad en un entorno real.

7.3.1. Pruebas funcionales

Estas pruebas se centraron en verificar la correcta operación de los módulos principales del prototipo, asegurando su estabilidad y cumplimiento de las especificaciones técnicas:

- **Verificación de los módulos:** Se comprobó que las partidas de ajedrez se ejecutaran sin errores, ajustando la dificultad correctamente según los datos proporcionados por los formularios emocionales.
- Los formularios emocionales y matemáticos fueron probados para garantizar que almacenaran y procesaran correctamente las respuestas ingresadas por los estudiantes.
- **Integración del motor Stockfish:** Se validó que el motor Stockfish respondiera adecuadamente a los ajustes de dificultad basados en el ELO, asegurando una integración fluida entre este componente y los formularios emocionales.
- Se verificó que las partidas adaptativas ofrecieran un nivel de dificultad coherente con los estados emocionales y niveles de habilidad de los estudiantes.

7.3.2. Pruebas de usabilidad

Estas pruebas evaluaron la experiencia del usuario, enfocándose en la interacción de los estudiantes con el prototipo:

- **Facilidad de uso:** Se evaluó la facilidad con la que los estudiantes podían interactuar con los formularios y las partidas de ajedrez, considerando que el público objetivo eran niños de segundo de primaria.
- **Claridad de las instrucciones:** Se analizaron las instrucciones proporcionadas dentro del juego, verificando que fueran claras y comprensibles para los estudiantes.
- **Diseño de la interfaz:** Se probó que la interfaz fuera intuitiva, accesible y adecuada para niños, evitando elementos que pudieran generar confusión.

- **Comprensión de los formularios:** Se verificó que las preguntas en los formularios emocionales y matemáticos fueran comprensibles para los estudiantes, permitiendo respuestas precisas sin necesidad de intervención adicional.

7.3.3. Pruebas piloto con usuarios reales

Estas pruebas se llevaron a cabo en un entorno controlado para evaluar el desempeño del prototipo en condiciones reales:

- **Participantes:** Se realizó un ensayo con un grupo de 15 estudiantes de segundo de primaria, quienes representaron al público objetivo del prototipo. Una docente supervisó y asistió durante las pruebas.
- **Observación directa:** Durante el ensayo, se observó cómo los estudiantes interactuaban con el prototipo, prestando especial atención a posibles dificultades técnicas o de comprensión.
- **Retroalimentación:** Se recolectaron observaciones y comentarios de los estudiantes y de la docente, identificando puntos fuertes del prototipo y áreas que podían ser mejoradas.

7.3.4. Metodología de las pruebas

Las pruebas se llevaron a cabo en un entorno escolar real, simulando el contexto en el que se espera que el prototipo sea utilizado. Este enfoque permitió obtener resultados más representativos y relevantes para evaluar la funcionalidad y usabilidad del sistema.

Escenario

- **Lugar:** Las pruebas se realizaron en el salón de clases del Colegio San Francisco, ubicado en el corregimiento de Aguaclara, Tuluá, Valle del Cauca.
- **Condiciones:** El aula fue acondicionada con dispositivos electrónicos para que los estudiantes pudieran interactuar cómodamente con el prototipo. Además, se garantizó un entorno tranquilo que favoreciera la concentración de los estudiantes y minimizara distracciones externas.
- **Participantes:** Participaron 15 estudiantes de segundo de primaria y una docente, quien supervisó el desarrollo de las actividades y brindó asistencia cuando fue necesario.

Procedimiento

- **Fase 1: Evaluación emocional** Los estudiantes comenzaron las pruebas completando los formularios emocionales. Estas evaluaciones preliminares permitieron determinar su estado de ánimo, lo que a su vez influyó el nivel de dificultad de las partidas de ajedrez. Los formularios fueron personalizados por la docente previamente, asegurando que las preguntas fueran adecuadas para el grupo.

- **Fase 2: Partidas de ajedrez** Una vez completados los formularios emocionales, los estudiantes jugaron partidas de ajedrez adaptadas a sus niveles emocionales y habilidades. El motor Stockfish ajustó el nivel de dificultad (ELO) según las calificaciones obtenidas en los formularios emocionales, proporcionando un reto personalizado para cada estudiante.
- **Fase 3: Cuestionarios matemáticos** Al finalizar las partidas, los estudiantes resolvieron formularios matemáticos diseñados para reforzar conceptos clave de su nivel académico, como operaciones básicas y problemas de lógica. Las preguntas de estos formularios fueron personalizadas previamente por la docente, adaptándose a las necesidades curriculares del grupo.
- **Recolección de datos:** Los datos generados durante las actividades (respuestas emocionales, resultados de las partidas de ajedrez y calificaciones de los cuestionarios matemáticos) fueron almacenados para su análisis posterior.

Análisis de Datos

- **Datos registrados:**
 - Se registraron las respuestas de los formularios emocionales.
 - Se documentaron los resultados de las partidas de ajedrez (ganadas o perdidas).
 - Se recopilaron las calificaciones obtenidas en los cuestionarios matemáticos.
- **Enfoque del análisis:** Aunque los datos se recolectaron para comprender mejor el desempeño del prototipo, no se realizó un análisis de correlación formal entre el estado emocional, el desempeño en ajedrez y los resultados matemáticos. Sin embargo, estos datos proporcionaron información útil para validar la funcionalidad del sistema en un entorno educativo.

7.3.5. Importancia de la metodología

Esta metodología permitió evaluar el prototipo en un contexto auténtico y práctico, asegurando que las pruebas reflejaran el uso real por parte de los estudiantes. Además, permitió identificar fortalezas y posibles áreas de mejora en el diseño y funcionamiento del sistema.

7.3.6. Participantes

Estudiantes

- **Cantidad y nivel escolar:** Participaron 15 estudiantes de segundo de primaria, seleccionados cuidadosamente para representar el público objetivo del prototipo.
- **Criterios de selección:** Los estudiantes fueron elegidos bajo el criterio de tener conocimientos básicos de ajedrez. Esto garantizó que pudieran interactuar eficazmente con el prototipo, entendiendo las dinámicas del juego y participando activamente en las pruebas.
- **Rol de los estudiantes:** Los niños fueron los usuarios principales del sistema durante las pruebas, proporcionando información valiosa sobre su funcionamiento, accesibilidad y diseño desde la perspectiva de los usuarios finales.

Docente encargada

- **Supervisión y asistencia:** Una profesora estuvo a cargo de supervisar el desarrollo de las pruebas, asegurándose de que los estudiantes comprendieran las actividades y resolviendo dudas o problemas que surgieran durante el proceso.
- **Personalización de contenidos:** La docente participó previamente en la creación y personalización de los formularios emocionales y matemáticos, adaptándolos a las necesidades específicas del grupo.
- **Retroalimentación:** Al finalizar las pruebas, la docente proporcionó observaciones sobre la experiencia general del prototipo, destacando tanto fortalezas como áreas de mejora.

Exclusión de familiares

- **Razonamiento:** Para garantizar un entorno controlado y neutral, se decidió que no participaran familiares durante las pruebas. Esto permitió centrarse exclusivamente en las interacciones de los estudiantes con el prototipo y en cómo respondían a las actividades propuestas.
- **Beneficio:** La exclusión de familiares redujo posibles distracciones o influencias externas, asegurando un contexto puramente educativo que reflejara de manera más precisa la implementación real del prototipo en un aula escolar.

7.4. Importancia de la selección de participantes

La composición del grupo de participantes fue clave para obtener resultados significativos durante las pruebas. Los estudiantes proporcionaron información directa sobre la funcionalidad y usabilidad del prototipo, mientras que la docente aportó un punto de vista experto sobre la relevancia pedagógica de las actividades. Al mantener un entorno neutral, se aseguraron resultados que reflejan el potencial real del sistema en un contexto educativo.

7.5. Resultados de las pruebas

Los resultados obtenidos durante las pruebas resaltaron la importancia del estado emocional en el desempeño de los estudiantes, tanto en el videojuego como en las actividades matemáticas. Las métricas evaluadas y las observaciones clave permitieron identificar patrones significativos que reflejan la efectividad del prototipo en un entorno educativo.

7.5.1. Métricas evaluadas

- **Resultados de los cuestionarios de matemáticas:** Se midió el desempeño de los estudiantes en los formularios matemáticos, evaluando su capacidad para resolver problemas y aplicar conceptos clave abordados en su nivel académico. Las calificaciones obtenidas proporcionaron una visión clara del progreso individual en habilidades matemáticas.

- **Partidas ganadas o perdidas:** Se registraron los resultados de las partidas de ajedrez, observando cómo el ajuste dinámico en la dificultad, basado en el estado emocional, afectaba el desempeño de los estudiantes.
- **Correlación entre emociones y desempeño:** Aunque no se realizó un análisis formal de correlación, las observaciones mostraron una relación aparente entre las calificaciones emocionales y el rendimiento, tanto en el ajedrez como en los cuestionarios matemáticos.

7.5.2. Observaciones clave

- Los estudiantes que obtuvieron mejores calificaciones en los formularios emocionales mostraron un mayor nivel de concentración y motivación, lo que les permitió ganar más partidas de ajedrez y desempeñarse mejor en los cuestionarios matemáticos.
- Por el contrario, los estudiantes con calificaciones bajas en los formularios emocionales tendieron a tener un rendimiento menor en ambas actividades, sugiriendo que el estado emocional influye en su capacidad para enfrentar desafíos y resolver problemas.

7.5.3. Conclusiones iniciales

- **Impacto del estado emocional:** Los resultados evidencian que el estado emocional de los estudiantes tiene un impacto directo en su desempeño en actividades cognitivas como el ajedrez y las matemáticas. Los estudiantes emocionalmente estables o motivados lograron desempeñarse mejor, mientras que aquellos en estados emocionales más bajos encontraron mayores dificultades.
- **Efectividad de la personalización:** La personalización de la dificultad, basada en los formularios emocionales, demostró ser efectiva para mantener la motivación y reducir la frustración de los estudiantes. Este enfoque permitió que los estudiantes enfrentaran retos ajustados a su bienestar emocional, asegurando una experiencia educativa más positiva y adaptativa.

7.5.4. Importancia de los resultados

Los hallazgos resaltan el potencial del prototipo como una herramienta educativa que no solo refuerza conceptos matemáticos y habilidades cognitivas, sino que también considera el estado emocional de los estudiantes para optimizar su experiencia de aprendizaje. Aunque los resultados son preliminares, proporcionan una base sólida para futuras mejoras y validaciones del sistema.

7.6. Problemas y retos durante las pruebas

Durante la realización de las pruebas, surgieron algunos desafíos relacionados con la comprensión de los formularios y la interacción con el prototipo. Estos problemas fueron abordados con soluciones prácticas que permitieron continuar con las actividades planificadas y garantizar una experiencia positiva para los estudiantes.

7.6.1. Comprensión de los cuestionarios emocionales

Problema identificado: Algunos estudiantes no comprendieron claramente las preguntas incluidas en los formularios emocionales, lo que dificultó que pudieran responder con precisión. Esto se debió principalmente a que ciertas palabras o frases no eran lo suficientemente accesibles para el nivel de comprensión de niños de segundo grado.

Solución implementada: La docente a cargo intervino para explicar las preguntas y las opciones de respuesta utilizando un lenguaje más sencillo y adecuado a la edad de los estudiantes. Este apoyo inmediato ayudó a los niños a comprender mejor las preguntas y a responder de manera más precisa, permitiendo continuar con las actividades sin interrupciones significativas.

7.6.2. Interacción con la interfaz

Problema identificado: Algunos estudiantes enfrentaron dificultades técnicas al interactuar con la interfaz del prototipo, principalmente debido a su corta edad y a una familiaridad limitada con dispositivos electrónicos. Esto incluyó problemas para navegar por los menús, seleccionar opciones y comprender ciertas interacciones dentro del videojuego.

Solución implementada: La docente brindó asistencia directa a los estudiantes, guiándolos en la navegación y en la selección de respuestas cuando era necesario. Además, se tomaron notas sobre los elementos de la interfaz que generaron mayor confusión, proporcionando información útil para futuras mejoras en el diseño del sistema.

7.7. Importancia de las soluciones

Las soluciones implementadas durante las pruebas fueron esenciales para mitigar los problemas encontrados y garantizar que los estudiantes pudieran completar las actividades propuestas. Estas observaciones proporcionaron información valiosa sobre las áreas que requieren ajustes para mejorar la comprensión de los formularios y la accesibilidad de la interfaz.

7.8. Feedback y mejoras

7.8.1. Sugerencias de los profesores

Después de las pruebas, los docentes proporcionaron valiosas sugerencias que podrían mejorar la experiencia de uso del prototipo y su efectividad educativa:

- **Simplificación de las preguntas de los formularios Emocionales:** Los docentes sugirieron que las preguntas de los formularios emocionales fueran aún más simples y claras, adaptándolas mejor a la comprensión de los estudiantes de segundo grado de primaria. Se propuso utilizar un lenguaje más directo y frases más concisas para garantizar que los niños pudieran identificar y responder adecuadamente a las emociones descritas.
- **Mejoras en las instrucciones visuales y auditivas:** Se recomendó mejorar las instrucciones visuales y auditivas dentro del prototipo para facilitar la navegación y el entendi-

miento de las actividades. Especialmente se mencionó que algunos estudiantes necesitaban más orientación en cuanto a cómo interactuar con el juego y los formularios. Incorporar elementos gráficos más intuitivos y audibles podría ayudar a los niños a comprender rápidamente las interacciones sin depender tanto de la intervención de la docente.

7.8.2. Cambios en el prototipo

Aunque las sugerencias de los docentes fueron útiles para identificar áreas de mejora, no se realizaron cambios significativos en el prototipo después de las pruebas por las siguientes razones:

- **Personalización de los formularios:** Los formularios, tanto emocionales como matemáticos, ya eran completamente personalizables por los docentes. Esto les otorgaba la flexibilidad necesaria para ajustar las preguntas según las necesidades y características de sus estudiantes, sin necesidad de modificaciones directas en el prototipo.
- **Responsabilidad del docente:** Los ajustes en los formularios fueron dejados bajo el criterio del docente, quien, al ser el principal conocedor del contexto educativo y emocional de sus estudiantes, podría realizar las adaptaciones necesarias según las recomendaciones obtenidas durante las pruebas.

Aunque no se hicieron modificaciones inmediatas, las sugerencias ofrecieron una base sólida para futuras actualizaciones del prototipo, especialmente en áreas relacionadas con la usabilidad y la personalización.

7.9. Importancia del feedback

El feedback recibido de los docentes fue fundamental para afinar el enfoque del prototipo y garantizar que cumpliera con las expectativas pedagógicas. Aunque no se implementaron cambios en esta fase, las sugerencias proporcionaron información útil para mejorar la experiencia de aprendizaje en futuras iteraciones del sistema.

Asimismo, se realizaron encuestas a los estudiantes con el objetivo de evaluar su experiencia de uso y percepción del prototipo. Sus respuestas ayudaron a identificar áreas clave de mejora desde la perspectiva del usuario final, proporcionando un balance entre las necesidades pedagógicas y las expectativas de los estudiantes.

Los resultados obtenidos tanto de los docentes como de los estudiantes se presentan en las próximas imágenes, mostrando datos relevantes que respaldan las decisiones de diseño y desarrollo del sistema.

¿Pudiste completar el proceso de registro sin inconvenientes?

15 respuestas

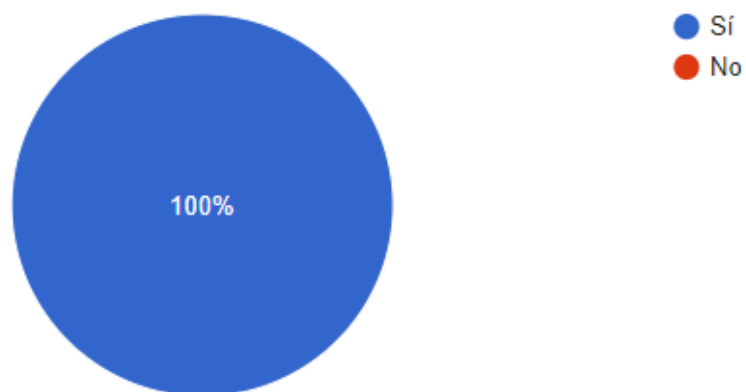


Figura 12: Resultados de la pregunta 1 para estudiantes

Después de completar el proceso de registro, ¿pudiste iniciar sesión en la aplicación con tu usuario?

15 respuestas

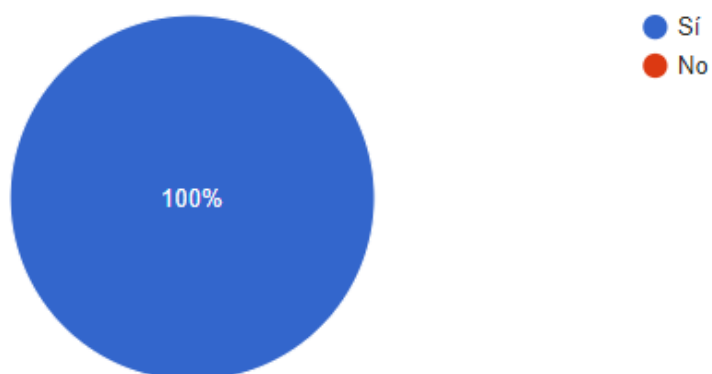


Figura 13: Resultados de la pregunta 2 para estudiantes

¿Lograste completar la partida sin inconvenientes o errores en la aplicación?

15 respuestas

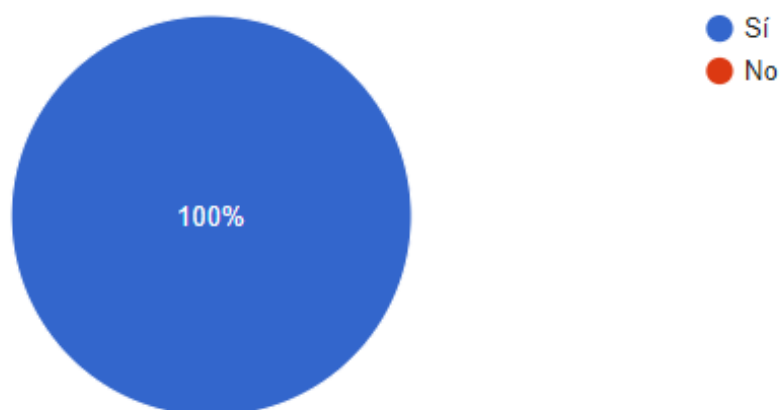


Figura 14: Resultados de la pregunta 3 para estudiantes

¿Pudiste completar los cuestionarios de matemáticas?

15 respuestas

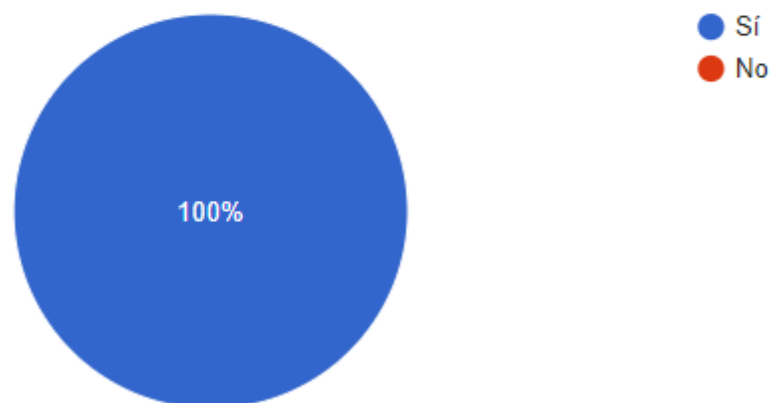


Figura 15: Resultados de la pregunta 4 para estudiantes

¿Pudiste completar los cuestionarios emocionales?

15 respuestas

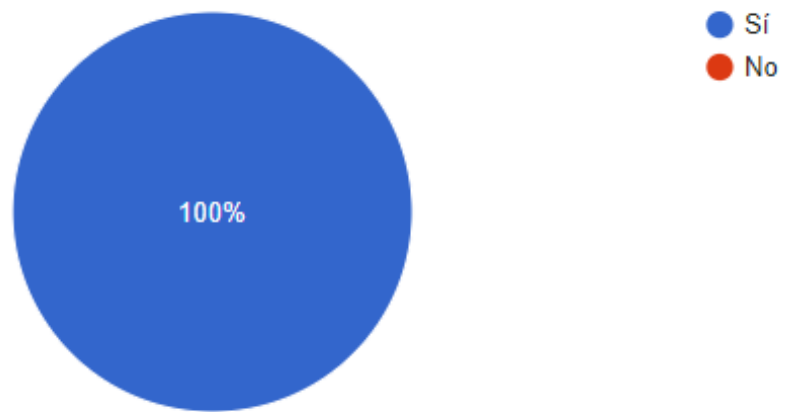


Figura 16: Resultados de la pregunta 5 para estudiantes

¿Sabes jugar ajedrez?

15 respuestas

 Copiar gr

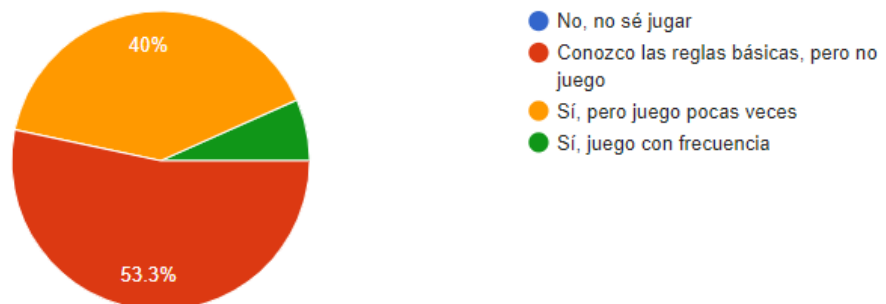


Figura 17: Resultados de la pregunta 6 para estudiantes

¿Qué tan satisfecho esta con el diseño y la interfaz de la aplicación?

15 respuestas

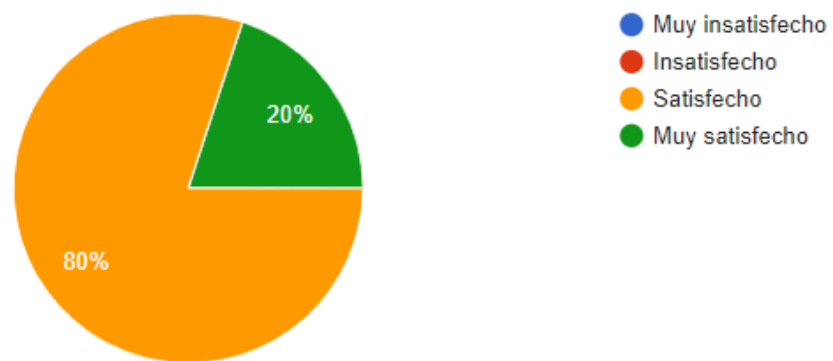


Figura 18: Resultados de la pregunta 7 para estudiantes

¿Qué tan fluido y rápido le pareció el funcionamiento de la aplicación?

15 respuestas

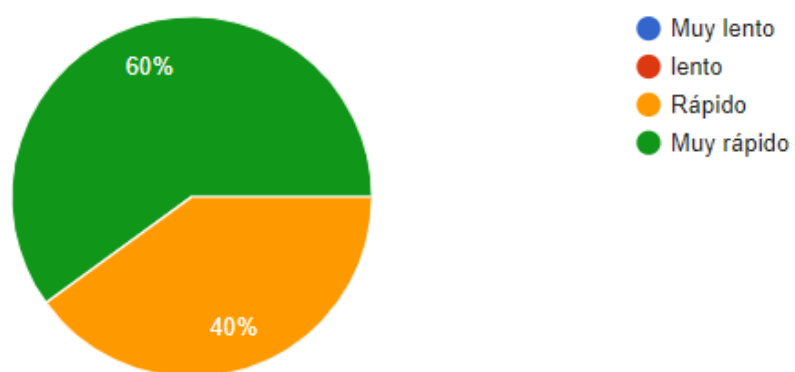


Figura 19: Resultados de la pregunta 8 para estudiantes

¿Qué tan fácil te pareció la navegación?

15 respuestas

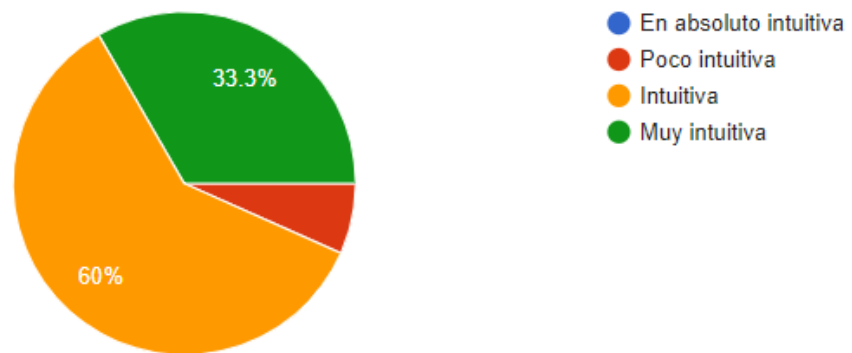


Figura 20: Resultados de la pregunta 9 para estudiantes

¿Recomendarías la aplicación a tus conocidos o otras personas?

15 respuestas

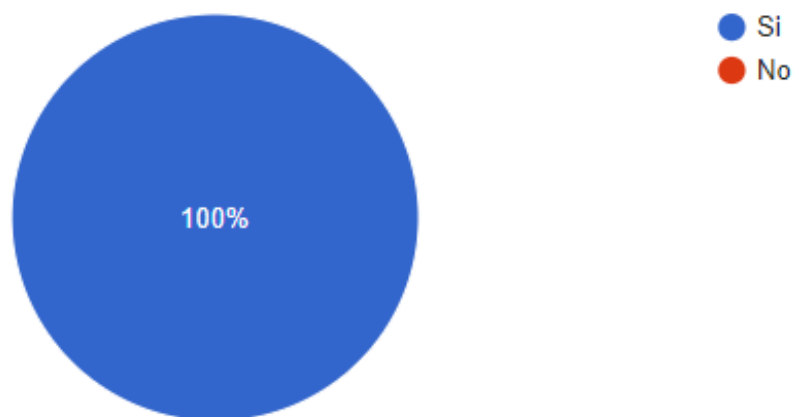


Figura 21: Resultados de la pregunta 10 para estudiantes

¿La aplicación cumplió con tus expectativas?

 Copiar gráfico

15 respuestas

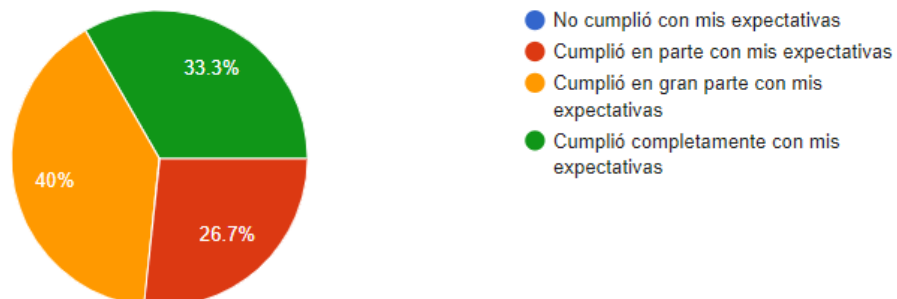


Figura 22: Resultados de la pregunta 11 para estudiantes

¿Consideras que la aplicación a largo plazo te ayudará a mejorar tus habilidades con la matemática?



15 respuestas

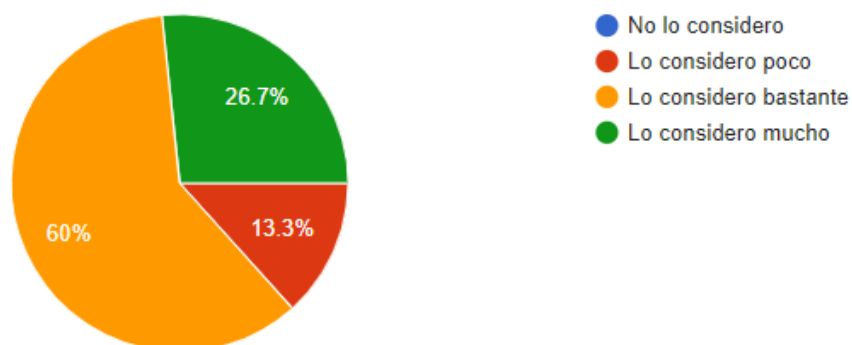


Figura 23: Resultados de la pregunta 12 para estudiantes

¿Qué tan satisfecho estás en general con la aplicación?

15 respuestas

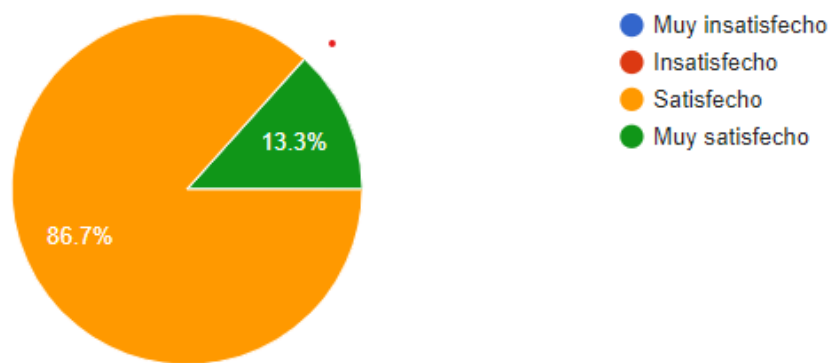


Figura 24: Resultados de la pregunta 13 para estudiantes

¿Fue fácil entender cómo jugar el videojuego?

15 respuestas

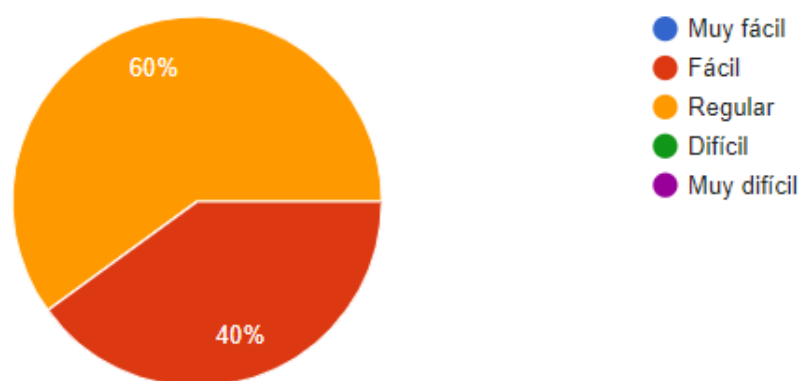


Figura 25: Resultados de la pregunta 14 para estudiantes

¿Te resultó atractiva la interfaz gráfica del videojuego?

15 respuestas

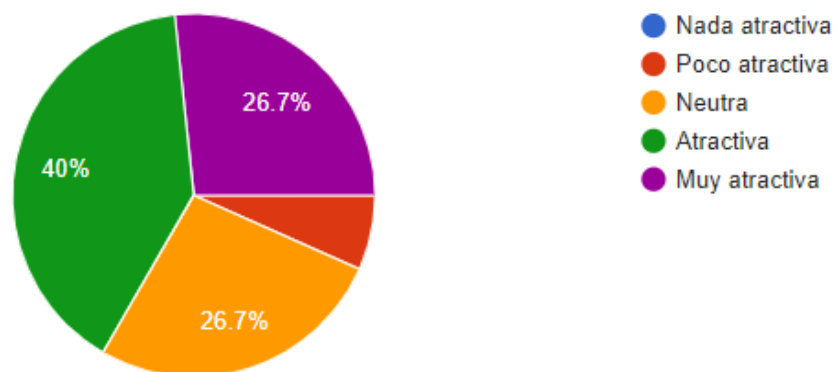


Figura 26: Resultados de la pregunta 15 para estudiantes

¿Pudiste completar el proceso de registro sin inconvenientes?

1 respuesta

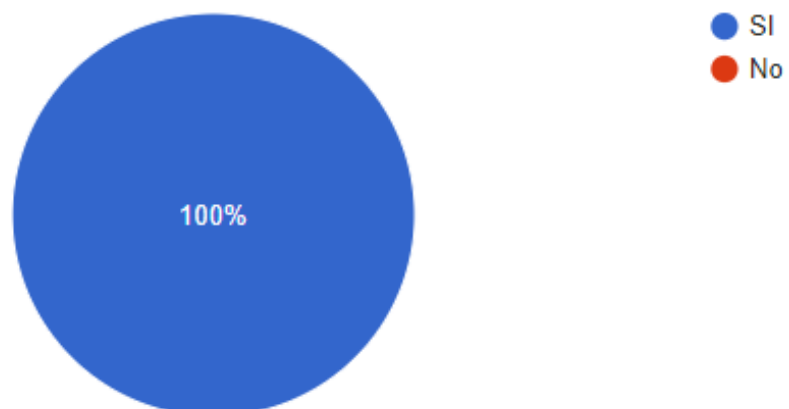


Figura 27: Resultados de la pregunta 1 para docentes

Después de completar el proceso de registro, ¿pudiste iniciar sesión en la aplicación con tu usuario?

1 respuesta

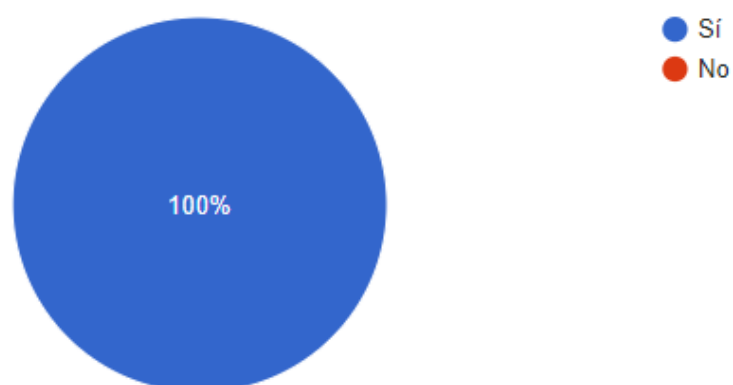


Figura 28: Resultados de la pregunta 2 para docentes

¿Cómo profesor, pudo agregar alumnos a la aplicación?

1 respuesta

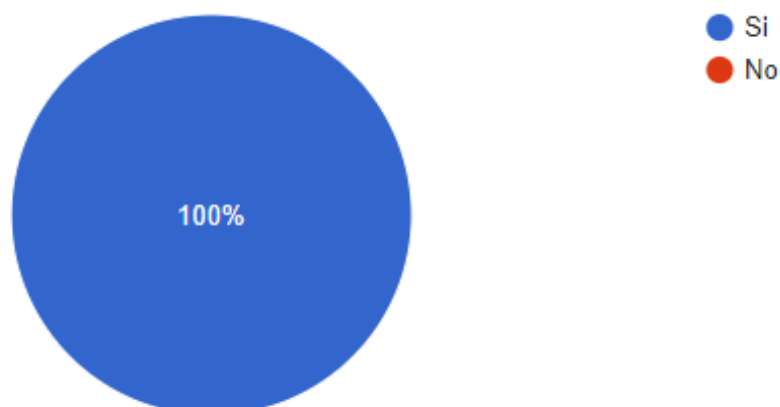


Figura 29: Resultados de la pregunta 3 para docentes

¿Cómo profesor, pudo eliminar a los alumnos seleccionados de la aplicación?

1 respuesta

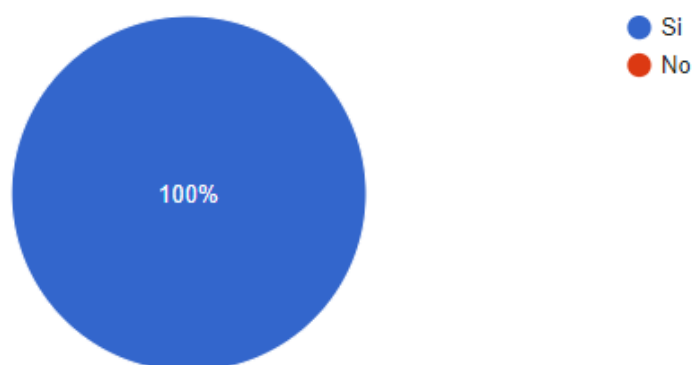


Figura 30: Resultados de la pregunta 4 para docentes

¿Logró completar la creación de formularios matemáticos?

1 respuesta

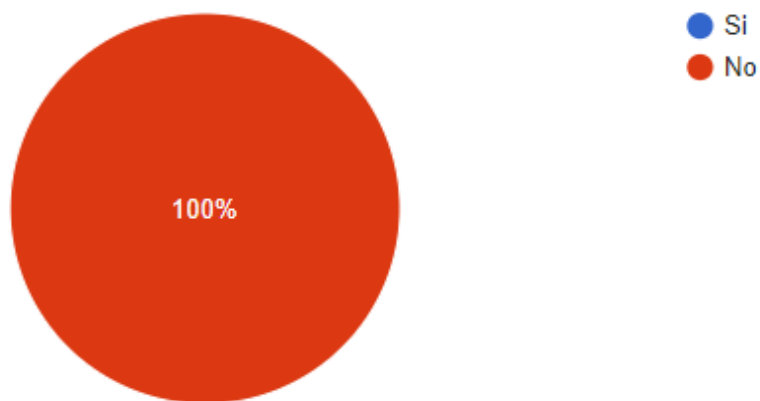


Figura 31: Resultados de la pregunta 5 para docentes

¿Logró completar la creación de formularios emocionales?

1 respuesta

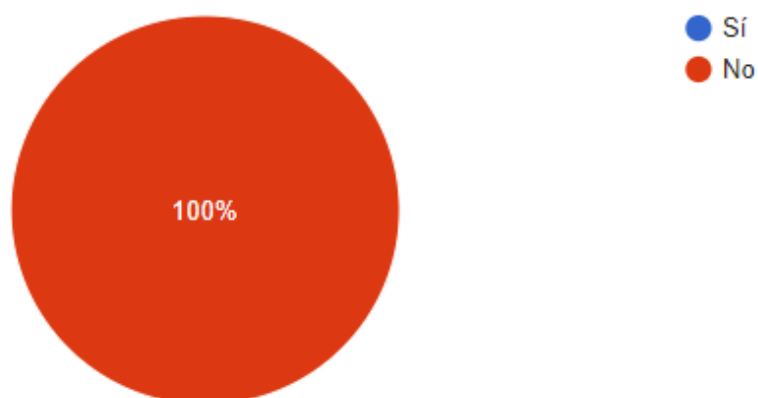


Figura 32: Resultados de la pregunta 6 para docentes

¿Los formularios correspondientes se mostraron correctamente a los alumnos?

1 respuesta

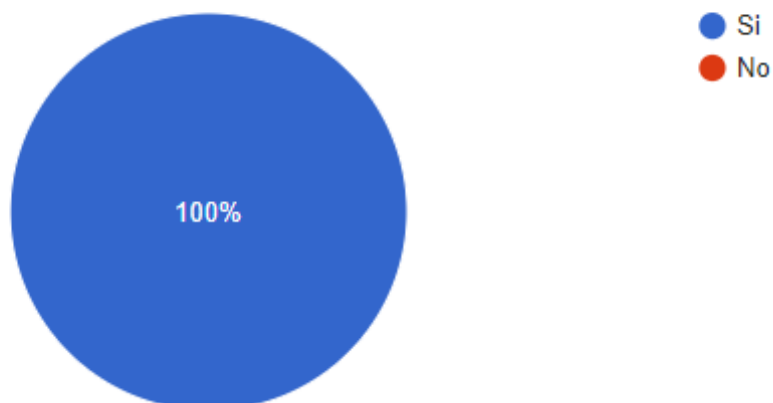


Figura 33: Resultados de la pregunta 7 para docentes

¿Pudo visualizar los resultados de los alumnos sin inconvenientes o errores?

1 respuesta

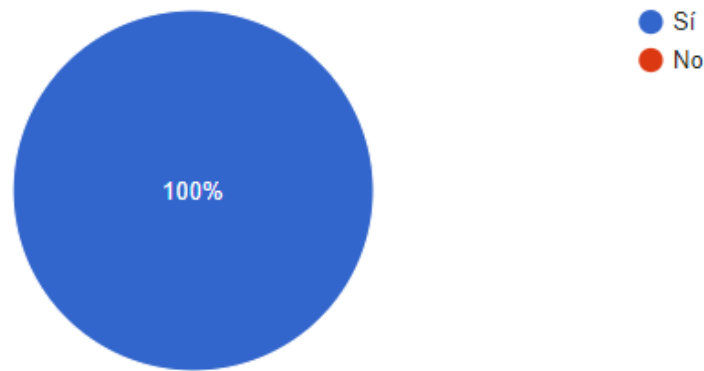


Figura 34: Resultados de la pregunta 8 para docentes

7.10. Comprobación de los objetivos del prototipo

El prototipo logró cumplir con los objetivos principales establecidos en términos de funcionalidad y experiencia de usuario, integrando de manera efectiva la evaluación emocional dentro de la experiencia de ajedrez. Si bien no se cuenta con suficientes datos para medir un impacto significativo en el rendimiento académico, la prueba piloto permitió observar la aceptación del prototipo por parte de los estudiantes y su interacción con la aplicación.

7.10.1. Impacto en el desempeño

- **Percepción del aprendizaje matemático:** Durante la prueba piloto, los estudiantes jugaron un total de dos partidas de ajedrez y respondieron un único cuestionario matemático. Aunque no se cuenta con datos suficientes para determinar una mejora en las habilidades matemáticas, se observó que los estudiantes se sintieron motivados al interactuar con el contenido de la aplicación.
- **Motivación en el uso del prototipo:** La experiencia de los estudiantes con el prototipo sugiere que el ajuste dinámico de la dificultad podría ser un factor relevante para la motivación. Sin embargo, dado que la prueba piloto fue limitada en tiempo y cantidad de partidas, no se pueden extraer conclusiones definitivas sobre su efectividad a largo plazo.

8. Conclusión

El prototipo cumplió con los objetivos de desarrollo y permitió a los estudiantes interactuar con los diferentes módulos de la aplicación. Sin embargo, la prueba piloto realizada con 15 estudiantes, donde cada uno jugó dos partidas de ajedrez y respondió un único cuestionario, no es suficiente para validar un impacto significativo en el aprendizaje matemático o emocional. Los resultados obtenidos reflejan una percepción positiva de la aplicación por parte de los estudiantes, pero se requiere una evaluación más amplia para determinar su efectividad como herramienta educativa.

8.1. Conclusión preliminar sobre la efectividad

Aunque la prueba piloto se realizó con un grupo limitado de 15 estudiantes, los resultados iniciales indican que el prototipo tiene potencial como herramienta educativa. Sin embargo, debido a la corta duración de la prueba y la cantidad reducida de interacciones, no se puede afirmar que haya generado mejoras en las habilidades matemáticas o emocionales. Para evaluar su impacto real, será necesario realizar estudios con una muestra más amplia y mayor tiempo de uso.

8.1.1. Impacto en las habilidades matemáticas y emocionales

- **Habilidades matemáticas:** No se obtuvieron datos suficientes para medir una mejora en las habilidades matemáticas, ya que solo se aplicó un cuestionario. Sin embargo, los estudiantes mostraron interés en la integración del ajedrez con ejercicios matemáticos, lo que sugiere que esta combinación podría ser efectiva en estudios futuros.
- **Habilidades emocionales:** La evaluación emocional permitió ajustar la dificultad de las partidas de ajedrez, lo que fue bien recibido por los estudiantes. No obstante, para medir el impacto en el desarrollo de habilidades emocionales, se necesitarían pruebas más prolongadas y en diferentes contextos.

8.1.2. Ajuste de la dificultad según el estado emocional

El ajuste de la dificultad en función del estado emocional del estudiante fue una de las características más innovadoras del prototipo. Si bien la prueba piloto fue breve, los estudiantes expresaron que el cambio de dificultad según su estado emocional mejoró su experiencia de juego. Para validar su impacto real, se requieren estudios a mayor escala.

Para evidenciar el almacenamiento de la información, en la figura 35 se muestra el módulo donde se registran los datos de cada estudiante. Este módulo guarda la relación entre el cuestionario emocional, la calificación obtenida en dicho cuestionario, el número de intentos realizados y el resultado de la partida de ajedrez.

FORM	CATEGORIA	ESTUDIANTE	RÁSTRO	ATENCIÓN	CHECK RESULT
Cuestionario Emocional para niños de 2do de Primaria	Estado Emocional	yoan hernandez valencia	41	1	lose
Cuestionario Emocional para niños de 2do de Primaria	Estado Emocional	marcelo rodrigo pinto pinto	46	1	lose
Cuestionario Emocional para niños de 2do de Primaria	Estado Emocional	maria ferni bonari	40	1	lose
Cuestionario Emocional para niños de 2do de Primaria	Estado Emocional	oliver andres chavez longueta	44	1	lose
Cuestionario Emocional para niños de 2do de Primaria	Estado Emocional	valery alexandra ordoñez flores	60	1	lose
Cuestionario Emocional para niños de 2do de Primaria	Estado Emocional	sernani garcía castillo	61	1	lose
Cuestionario Emocional para niños de 2do de Primaria	Estado Emocional	anderson smith rivera gonzales	56	1	lose
Cuestionario Emocional para niños de 2do de Primaria	Estado Emocional	jeison barrios	83	1	win
Cuestionario Emocional para niños de 2do de Primaria	Estado Emocional	german nicolas aguirre	81	1	win
Cuestionario Emocional para niños de 2do de Primaria	Estado Emocional	ana sofia gonzalez veliz	75	1	win
Cuestionario Emocional para niños de 2do de Primaria	Estado Emocional	marcel alfonso cuervo	81	1	win
Cuestionario Emocional para niños de 2do de Primaria	Estado Emocional	edwar hernandez	85	1	win

Figura 35: Módulo de almacenamiento de scores y evaluación emocional

8.1.3. Objetivos cumplidos

El objetivo principal de este proyecto fue implementar un prototipo de videojuego educativo que integrara la enseñanza de matemáticas con la práctica del ajedrez, utilizando técnicas de computación emocional para personalizar la experiencia de aprendizaje. Este enfoque no solo buscaba reforzar los conocimientos matemáticos, sino también ajustar dinámicamente la dificultad del juego según el estado emocional de los estudiantes, promoviendo un ambiente de aprendizaje más inclusivo, adaptativo y efectivo.

El prototipo logró cumplir con estos objetivos en términos de implementación funcional y experiencia de usuario. Aunque no se pudo realizar un estudio extenso para medir su impacto en el aprendizaje, la prueba piloto permitió evaluar su funcionamiento y la percepción de los estudiantes.

8.2. Eficacia de la computación emocional

Este enfoque buscó no solo medir las emociones de los estudiantes, sino también utilizarlas como una herramienta para personalizar la dificultad del juego. La prueba piloto mostró que los estudiantes aceptaron bien este ajuste, aunque se requieren estudios más amplios para validar su efectividad en la experiencia educativa.

8.2.1. Hallazgos destacados: Relación entre estado emocional y desempeño

Los estudiantes que indicaron sentirse motivados en los cuestionarios emocionales expresaron que disfrutaron más la experiencia de juego. Sin embargo, no se pudo establecer una relación directa entre su estado emocional y su desempeño en ajedrez o matemáticas, debido a la cantidad limitada de interacciones con el prototipo.

Estos resultados sugieren que la adaptación de la dificultad según el estado emocional puede

influir en la motivación de los estudiantes. No obstante, para validar esta hipótesis, se necesitarían pruebas a mayor escala y con seguimiento a largo plazo.

8.2.2. Conclusión

La computación emocional se presenta como una herramienta prometedora para personalizar la experiencia de aprendizaje. La prueba piloto indicó que los estudiantes se mostraron receptivos a la adaptación de la dificultad en función de su estado emocional, pero no se cuenta con evidencia suficiente para afirmar su impacto en el aprendizaje. Se recomienda realizar estudios adicionales con mayor tiempo de interacción y evaluación detallada.

8.3. Desafíos y mejoras necesarias

Durante el desarrollo y las pruebas del prototipo, se identificaron varios desafíos técnicos y metodológicos que deben ser abordados para optimizar su efectividad, adaptabilidad y usabilidad en un entorno educativo real. A continuación se describen los principales problemas encontrados y las recomendaciones para superarlos:

8.3.1. Comprensión de los formularios emocionales

Problema identificado: Algunos estudiantes encontraron dificultades para interpretar las preguntas de los formularios emocionales. Esto se debió a que, en algunos casos, el lenguaje utilizado no era completamente accesible para niños de segundo de primaria, quienes aún están desarrollando habilidades lingüísticas completas.

Recomendación: Se recomienda simplificar la redacción de las preguntas para que sean aún más claras y fáciles de entender. Además, el uso de lenguaje más accesible, acompañado de ilustraciones o emojis para representar las emociones de manera visual, podría ayudar a los niños a relacionarse mejor con las preguntas y facilitar la expresión de sus emociones. Esto también podría reducir la necesidad de intervención de los docentes, haciendo el proceso más autónomo para los estudiantes.

8.3.2. Interacción con la interfaz

Problema identificado: Algunos niños más pequeños tuvieron dificultades al interactuar con la interfaz del prototipo. Esto se debió principalmente a su corta edad y la falta de familiaridad con dispositivos digitales, lo que hizo que tuvieran dificultades para navegar, seleccionar respuestas y comprender algunas interacciones dentro del videojuego.

Recomendación: Es fundamental optimizar el diseño de la interfaz para que sea más intuitiva y amigable para los estudiantes más jóvenes. Esto incluye:

- Botones más grandes y áreas de interacción más amplias para facilitar la selección de opciones.

- Tutoriales visuales que expliquen cómo navegar por la plataforma y cómo interactuar con los formularios y el juego.
- Retroalimentación interactiva en tiempo real que indique al estudiante si su acción fue correcta o necesita realizar algún ajuste, ayudando a los niños a comprender mejor el funcionamiento del sistema sin la necesidad de ayuda constante de un docente.

8.3.3. Personalización adicional de formularios

Problema identificado: Aunque el prototipo ya permite a los docentes personalizar los formularios emocionales y matemáticos, algunos docentes sugirieron que sería útil contar con plantillas prediseñadas que les sirvan como punto de partida. Esto facilitaría la creación de formularios sin necesidad de empezar desde cero, especialmente en contextos en los que el tiempo es limitado.

Recomendación: Sería beneficioso incluir una biblioteca de plantillas prediseñadas para los formularios emocionales y matemáticos. Estas plantillas podrían cubrir una variedad de temas comunes y adaptarse rápidamente a las necesidades de cada grupo de estudiantes. Esto permitiría a los docentes ahorrar tiempo y asegurarse de que las preguntas sean relevantes, sin perder la posibilidad de personalizarlas según el contexto y las necesidades específicas del grupo.

8.4. Conclusión sobre los desafíos y mejoras

Los desafíos identificados durante las pruebas del prototipo ofrecen oportunidades clave para mejorar la experiencia educativa y optimizar el funcionamiento del sistema. Implementar estas mejoras, como la simplificación del lenguaje, la optimización de la interfaz para niños más pequeños, y la inclusión de plantillas prediseñadas para los formularios, garantizará que el prototipo sea más accesible, efectivo y fácil de usar tanto para los estudiantes como para los docentes.

8.5. Limitaciones del estudio

El alcance del proyecto estuvo limitado por varios factores que afectaron la capacidad para generalizar los resultados obtenidos y su aplicabilidad en otros contextos educativos. A continuación, se describen las principales limitaciones del estudio:

8.5.1. Muestra reducida

Descripción del problema: Solo participaron 15 estudiantes en la prueba piloto, lo que constituye una muestra relativamente pequeña. Este tamaño limitado de participantes restringe la capacidad para realizar inferencias generales sobre el impacto del prototipo en una población más amplia.

Impacto en los resultados: Debido a la muestra reducida, los resultados obtenidos pueden no ser representativos de todos los estudiantes en segundo de primaria. Las variaciones en el rendimiento y la respuesta emocional podrían no reflejar el comportamiento de grupos más grandes o de diferentes contextos educativos.

8.5.2. Contexto educativo único

Descripción del problema: Todas las pruebas se realizaron en un único colegio, el Colegio San Francisco, ubicado en el corregimiento de Aguacalara, Tuluá, Valle del Cauca. Este contexto específico no refleja la diversidad de condiciones que podrían existir en otros entornos educativos, como diferencias en los recursos disponibles, el nivel de familiaridad con la tecnología o el enfoque pedagógico de otros docentes.

Impacto en los resultados: La falta de diversidad en los contextos educativos limita la capacidad para generalizar los resultados a una variedad de entornos escolares. Las condiciones específicas de un solo colegio podrían haber influido en los resultados, y sería necesario explorar cómo el prototipo funciona en diferentes tipos de instituciones educativas, tanto urbanas como rurales, y con distintos recursos tecnológicos.

9. Trabajos futuros

Aunque el prototipo ha mostrado un impacto positivo en las pruebas iniciales, se pueden realizar mejoras sustanciales para optimizar su efectividad y escalabilidad. A continuación, se detallan algunas recomendaciones clave para futuras iteraciones:

9.0.1. Áreas de mejora

Si bien el prototipo cumplió con los objetivos iniciales, aún existen áreas que requieren mejoras para optimizar su funcionalidad y usabilidad en un contexto escolar real:

Optimización de la usabilidad Aunque el prototipo ofrece una experiencia de aprendizaje interactiva, algunos aspectos de la interfaz podrían beneficiarse de un diseño más intuitivo, especialmente para estudiantes más jóvenes que puedan no estar tan familiarizados con dispositivos electrónicos. Las instrucciones visuales y auditivas podrían ser más claras y accesibles para garantizar una navegación sin dificultades.

Personalización emocional Aunque el sistema ajusta la dificultad del juego según el estado emocional del estudiante, este componente puede ser más preciso y adaptable a diferentes contextos emocionales, ampliando la gama de emociones evaluadas y ajustando los retos de manera más dinámica.

Expansión del módulo de matemáticas El módulo de matemáticas podría ampliarse para incluir más actividades interactivas y personalizables, que cubran una gama más amplia de temas y que permitan a los docentes realizar un seguimiento más detallado del progreso individual de los estudiantes.

Ampliación de las pruebas y validación Aunque las pruebas piloto fueron útiles para validar la funcionalidad básica del prototipo, pruebas más amplias con una muestra mayor de estudiantes y docentes permitirían obtener datos más completos y representativos, lo que contribuiría a ajustar aún más el prototipo para un uso masivo en entornos escolares diversos.

9.1. Pruebas ampliadas

Realización de más pruebas piloto: Es fundamental realizar más pruebas piloto con grupos de estudiantes de diferentes edades, contextos educativos y niveles de conocimiento en ajedrez y matemáticas. Esto permitirá obtener datos más amplios y representativos sobre cómo el prototipo funciona en diversos entornos y con diferentes grupos de estudiantes.

Incorporación de retroalimentación de expertos: Para enriquecer el desarrollo del prototipo, se recomienda incluir retroalimentación de expertos en áreas clave, como educación, psicología infantil y diseño de interfaces. La colaboración con estos profesionales ayudará a garantizar

que las actividades sean pedagógicamente efectivas, emocionalmente apropiadas y técnicamente accesibles.

9.1.1. Refinamiento de los formularios

Mejora en la claridad de las preguntas: Se sugiere incorporar preguntas más claras y adaptadas a la edad de los estudiantes, con un enfoque que utilice ilustraciones visuales y elementos gráficos para facilitar la interpretación de las emociones. Esto no solo ayudará a los estudiantes a comprender mejor las preguntas, sino que también hará que el proceso de evaluación emocional sea más accesible y atractivo.

Exploración de nuevas tecnologías: En futuras iteraciones, sería valioso explorar el uso de tecnologías avanzadas, como el análisis de lenguaje natural o el reconocimiento de emociones mediante inteligencia artificial, como complemento a los formularios. Esto podría mejorar la precisión en la interpretación del estado emocional de los estudiantes y ofrecer una personalización aún más precisa en tiempo real.

9.1.2. Optimización de la interfaz de usuario

Mejoras en el diseño gráfico y navegabilidad: Para garantizar que el prototipo sea aún más accesible para los estudiantes más jóvenes, se recomienda optimizar el diseño gráfico y la navegabilidad de la plataforma. Esto incluye la simplificación de las interfaces, el uso de botones y menús más grandes y claros, y la integración de colores y gráficos atractivos que faciliten la interacción sin generar distracción.

Incorporación de una guía interactiva: Sería útil incluir una guía interactiva que ayude a los estudiantes a comprender las funcionalidades del prototipo desde el principio. Esta guía podría ofrecer tutoriales visuales o instrucciones paso a paso para familiarizar a los usuarios con el juego y los formularios, asegurando una experiencia de usuario más fluida y sin interrupciones.

9.1.3. Seguimiento a largo plazo

Diseño de un plan de evaluación longitudinal: Para medir el impacto del prototipo a lo largo del tiempo, se recomienda diseñar un plan de evaluación longitudinal. Este plan permitiría monitorear el progreso de los estudiantes en términos de habilidades matemáticas, competencias emocionales y rendimiento en ajedrez durante un período prolongado, proporcionando una visión más completa de los beneficios a largo plazo de este enfoque educativo.

Desafíos y área de mejora

A pesar de los avances logrados, el prototipo aún enfrenta desafíos técnicos y metodológicos, tales como la necesidad de mejorar la interpretación emocional y la accesibilidad de la interfaz para estudiantes más jóvenes. También se identificaron oportunidades de mejora en la personalización de los formularios emocionales y en la optimización de la interfaz para hacerla aún más intuitiva y atractiva para los estudiantes.

Futuro del proyecto

Aunque se lograron avances significativos en la funcionalidad y el diseño del prototipo, el proyecto aún necesita pruebas adicionales y ajustes para alcanzar su máximo potencial. Esto incluye pruebas con muestras más amplias y diversas, así como la incorporación de tecnologías más avanzadas para una mejor comprensión emocional y ajustes de dificultad más precisos.

Este trabajo sienta las bases para futuras investigaciones y desarrollos en la intersección de la tecnología, la educación y la inteligencia emocional, con el objetivo de transformar la enseñanza de las matemáticas y otras disciplinas en la educación primaria. La integración de la computación emocional en el aprendizaje no solo tiene el potencial de mejorar el rendimiento académico, sino también de fomentar el bienestar emocional de los estudiantes, convirtiéndolo en un modelo educativo adaptativo que se ajusta a las necesidades individuales de cada niño.

Anexos

Repositorio del Prototipo

El prototipo de videojuego desarrollado como parte de este proyecto está disponible en el siguiente repositorio de GitHub: <https://github.com/junioisaac123/tg-2024>

En el repositorio, encontrarás un archivo **README.md** que describe detalladamente los pasos para configurar, ejecutar y probar la aplicación, así como una explicación de las herramientas y tecnologías utilizadas en su desarrollo.

Enlace para Probar la Aplicación

La aplicación está desplegada en una instancia de AWS, que permanece apagada para optimizar recursos. Si deseas probar la aplicación, se debe proponer un día específico para encender la instancia y enviarlo a cualquiera de los siguientes correos:

- jisaac197@gmail.com
- junior.castellar@correounivalle.edu.co

Una vez que se reciba la solicitud, se procederá a confirmar la disponibilidad y activar la instancia en el horario acordado.

Cuestionarios de Evaluación

Se diseñaron dos cuestionarios diferentes para recolectar información durante las pruebas del prototipo:

- **Formulario para Docentes:** Este cuestionario está dirigido a los docentes para evaluar la utilidad del prototipo en el contexto pedagógico. <https://forms.gle/rLS32ZkAG4xFg2uC6>
- **Formulario para Estudiantes:** Este cuestionario está dirigido a los estudiantes para recopilar su experiencia de usuario y opiniones sobre el prototipo. <https://forms.gle/bNUA2FuieEBpJbj98>

Ambos cuestionarios ayudaron a recolectar datos cualitativos y cuantitativos esenciales para la evaluación del prototipo.

Video de Funcionamiento

Se ha preparado un video que demuestra el funcionamiento completo de la aplicación, incluyendo todas las secciones y funcionalidades. Puedes acceder al video en el siguiente enlace: <https://youtu.be/fDSF56sTkTI>

10. Referencias bibliográficas

- [1] E. Yajahuanca Yajahuanca y M. A. Cano Torres, “El juego de ajedrez como estrategia didáctica para desarrollar la capacidad de atención en estudiantes de educación inicial, San Ignacio 2017”, 2018.
- [2] C. A. Herrera Restrepo, “Conocimientos y dificultades de niños de quinto grado cuando proponen y resuelven problemas matemáticos”, 2017.
- [3] Y. A. Alba Sierra e Y. C. Sotelo Galindo, “Estudio sobre Acompañamiento en Estudiantes con Dificultad de Atención y Concentración en Contexto Educativo Rural en Colombia”, Tesis doct., Corporación Universitaria Minuto de Dios, 2021.
- [4] W. Ortiz Palacios, “Uso de estrategias lúdicas y su influencia en el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes de grado segundo y tercero del Centro Educativo Campo Galán del Municipio de Barrancabermeja, departamento de Santander-Colombia, en el año 2015”, 2017.
- [5] M. Y. Vargas Murillo, “Ajedrez, y su influencia en el desarrollo del pensamiento lógico matemático de los estudiantes del séptimo año de educación básica de la escuela de educación básica “Lcdo. David Guevara Naranjo” de la parroquia Febres Cordero cantón Babahoyo”, B.S. thesis, Babahoyo: UTB, 2017, 2017. dirección: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3449/P-UTB-FCJSE-EBAS-000194.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [6] J. B. Fernández, C. A. Andrade, S. N. Ampuero, L. M. Palma e Y. G. Alcívar, “Contribución del ajedrez al aumento de la capacidad de comprensión matemática”, *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, vol. 6, n° 1, págs. 146-154, 2021.
- [7] A. C. Luser y Ú. E. Oberst, “Modelos teóricos en inteligencia emocional y su medida”, *Aloma: revista de psicología, ciències de l'educació i de l'esport Blanquerna*, págs. 209-217, 2004.
- [8] B. C. A. Parrales, I. N. M. Mora, W. P. J. Jaramillo y K. V. Fajardo, “Influencia del ajedrez en el desarrollo integral del hombre”, *Universidad Ciencia y Tecnología*, vol. 2, n° 2, págs. 100-108, 2019.
- [9] P. P. G. Martín, P. A. G. Calero y M. A. Gómez-Martín, “Aprendizaje basado en juegos”, *Icono14*, vol. 2, n° 2, pág. 1, 2004.
- [10] M. Garin y Ó. P. Latorre, “Entre mundos e historias: ciencia ficción y experiencia de juego”, *Formats: revista de comunicació audiovisual*, 2009.
- [11] M. García-Fernández, S. I. Giménez-Mas et al., “La inteligencia emocional y sus principales modelos: propuesta de un modelo integrador”, 2010.
- [12] A. D. H. Allauca, L. F. S. Godoy, J. F. V. Uvidia, J. M. V. Vallejo et al., “El método de Miguel de Guzmán aplicado en el desarrollo de habilidades de razonamiento numérico y abstracto para el examen nacional (ENES)”, *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo (julio 2017). En línea*, 2017.
- [13] M. Prensky, *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill, 2001.
- [14] D. W. Shaffer, K. R. Squire, R. Halverson y J. P. Gee, “Video Games and the Future of Learning”, *Phi Delta Kappan*, vol. 87, n° 2, págs. 105-111, 2005.

- [15] D. Goleman, *Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ*. New York: Bantam Books, 1995.
- [16] J. D. Mayer y P. Salovey, "What is Emotional Intelligence?", en *Emotional Development and Emotional Intelligence: Educational Implications*, P. Salovey y D. J. Sluyter, eds., New York: Basic Books, 1997, págs. 3-34.
- [17] P. Ekman, *The Face of Man: Expressions of Universal Emotions in a New Guinea Village*. New York: Garland, 1999.
- [18] R. W. Picard, *Affective Computing*. Cambridge, MA: MIT Press, 1997.
- [19] R. A. Calvo y S. D'Mello, "Affect Detection: An Interdisciplinary Approach to User Emotion in Computing", *Journal of User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 20, n° 1, págs. 1-34, 2010.
- [20] R. Aciego, L. García y M. Betancort, "The Benefits of Chess for the Intellectual and Social-Emotional Enrichment in Schoolchildren", *The Spanish Journal of Psychology*, vol. 15, n° 2, págs. 551-559, 2012.
- [21] G. Sala y F. Gobet, "Does Chess Instruction Improve Mathematical Problem-Solving Ability? Two Experimental Studies with an Active Control Group", *Learning & Behavior*, vol. 45, n° 4, págs. 414-421, 2017.
- [22] V. J. Shute y M. Ventura, *Measuring and Supporting Learning in Games: Stealth Assessment*. Cambridge, MA: MIT Press, 2013.
- [23] C. S. González y F. Blanco, "Emociones con videojuegos: incrementando la motivación para el aprendizaje", *Education in the knowledge society (EKS)*, vol. 9, n° 3, págs. 69-92, 2008.
- [24] A. C. K. Vanessa, "La motivación y el rendimiento académico en el área de Matemática en los estudiantes de Educación Primaria", *UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura*, vol. 3, n° 2, 2014.
- [25] P. A. Herrera Salazar, "El ajedrez como estrategia metodológica para el desarrollo de las capacidades cognitivas en niños de 6 a 7 años", B.S. thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Educación Física Deporte y Recreación, 2018.
- [26] M. I. Murillo, "El juego como herramienta de aprendizaje", *El Cuervo de Sevilla* pág, vol. 6, 2009.
- [27] J. L. González Sánchez et al., "Jugabilidad. Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos", 2010.
- [28] E. Escrihuela Mena, "Los juegos de rol como herramientas de aprendizaje en el audiovisual", Tesis doct., Universitat Politècnica de València, 2018.
- [29] L. S. Romero y M. d. C. B. Bernabeu, "La aleatoriedad, sus significados e implicaciones educativas", *Uno: Revista de didáctica de las matemáticas*, n° 5, págs. 15-28, 1995.
- [30] J. Alvarez, D. Djaouti et al., "An introduction to Serious game Definitions and concepts", *Serious games & simulation for risks management*, vol. 11, n° 1, págs. 11-15, 2011.
- [31] S. Chess, *Sobre Stockfish*, <https://stockfishchess.org/about/>, Accedido el 5 de diciembre de 2024. Stockfish es uno de los motores de ajedrez más poderosos y de código abierto disponibles. Es utilizado tanto por jugadores amateurs como profesionales para analizar partidas, generar movimientos y entrenar habilidades ajedrecísticas.

- [32] Laravel, *Laravel*, <https://laravel.com/>, Accedido el 5 de diciembre de 2024. Laravel es un popular framework de PHP utilizado para desarrollar aplicaciones web. Proporciona herramientas y características que facilitan el desarrollo de software moderno, como enrutamiento, migraciones de bases de datos y autenticación de usuarios.
- [33] M. W. Docs, *JavaScript*, <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>, Accedido el 5 de diciembre de 2024. La documentación de JavaScript de MDN es una de las fuentes más confiables para aprender sobre el lenguaje de programación JavaScript. Ofrece guías detalladas, ejemplos prácticos y descripciones claras de las funciones y métodos de JavaScript.
- [34] Alpine.js, *Alpine.js*, <https://alpinejs.dev/>, Accedido el 5 de diciembre de 2024. Alpine.js es un framework minimalista para crear interfaces interactivas en aplicaciones web. Ofrece una alternativa ligera y sencilla a frameworks más grandes como Vue.js o React, ideal para proyectos pequeños o cuando se quiere evitar el uso de JavaScript pesado.
- [35] O. Corporation, *MySQL*, <https://www.mysql.com>, Accedido el 5 de diciembre de 2024. MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto que permite almacenar, organizar y recuperar datos de manera eficiente, ampliamente utilizado en aplicaciones web y empresariales.
- [36] I. Amazon Web Services, *Amazon Web Services (AWS)*, <https://aws.amazon.com>, AWS es una plataforma de servicios en la nube que proporciona soluciones escalables y confiables para aplicaciones web y empresariales, incluyendo EC2 para cómputo y RDS para bases de datos relacionales.
- [37] Xcribia, *Xcribia*, <https://xcribia.com>, Accedido el 5 de diciembre de 2024. Xcribia es una plataforma digital que proporciona servicios de transcripción, redacción y edición de textos, ayudando a mejorar la calidad y presentación de contenido escrito.
- [38] C. Ladas, “Scrumban: Essays on Kanban Systems for Lean Software Development”, *Lean Series*, 2010.
- [39] J. G. Sallán y J. F. Amigo, “Enseñar matemáticas con recursos de ajedrez.”, *Tendencias pedagógicas*, n° 15, págs. 57-90, 2010.
- [40] K. Schwaber y M. Beedle, *Agile Software Development with Scrum*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002.