

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería de Sistemas

MoTE - Aplicación Interactiva en Tiempo Real para el Monitoreo del Engagement Estudiantil en el Aula

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
de Sistemas

Autor:

Juan Felipe Mendieta Zumba

Carlos Rodrigo Muñoz Godoy

Director:

Jorge Javier Maldonado Mahauad

ORCID:  0000-0003-1953-390X

Cuenca, Ecuador

2024-03-04

Resumen

La tesis "MoTE - Aplicación Interactiva en Tiempo Real para el Monitoreo del Engagement Estudiantil en el Aula" aborda la creación y evaluación de una innovadora herramienta digital diseñada para capturar y monitorear el engagement estudiantil en aulas educativas. Con el objetivo de implementar una solución tecnológica que mejore la interacción y participación estudiantil, se llevó a cabo una investigación exhaustiva para establecer un fundamentos teóricos sobre el engagement estudiantil, explorando la integración de tecnologías educativas interactivas y la importancia de una comunicación efectiva en tiempo real. A través del desarrollo de la aplicación "MoTE", se definieron interacciones clave que permiten a los estudiantes expresar sus niveles de engagement y retroalimentar a los docentes de manera instantánea, enfocándose en una interfaz intuitiva que facilita este proceso. La evaluación de la usabilidad y la experiencia del usuario, realizada mediante encuestas, confirmó la eficacia de la herramienta en proporcionar un medio accesible y efectivo para el monitoreo del engagement estudiantil, ofreciendo a los educadores datos valiosos para adaptar sus métodos de enseñanza. Este estudio contribuye significativamente al campo de la tecnología educativa, demostrando cómo el diseño basado en la interactividad y el feedback en tiempo real puede optimizar la experiencia educativa tanto para estudiantes como para docentes.

Palabras clave: compromiso estudiantil, tecnología educativa, retroalimentación en tiempo real, usabilidad, interacción estudiante-docente.



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

The thesis "MoTE - Real-Time Interactive Application for Monitoring Student Engagement in the Classroom" addresses the creation and evaluation of an innovative digital tool designed to capture and analyze student engagement in educational classrooms. Aiming to implement a technological solution that enhances student interaction and participation, exhaustive research was conducted to establish a theoretical framework on student engagement, exploring the integration of interactive educational technologies and the importance of effective real-time communication. Through the development of the "MoTE" application, key interactions were defined that allow students to express their levels of engagement and provide instant feedback to teachers, focusing on an intuitive interface that facilitates this process. The usability and user experience evaluation, conducted through surveys, confirmed the tool's effectiveness in providing an accessible and effective means for monitoring student engagement, offering educators valuable data to adapt their teaching methods. This study significantly contributes to the field of educational technology, demonstrating how design based on interactivity and real-time feedback can optimize the educational experience for both students and teachers.

Keywords: student engagement, educational technology, real-time feedback, usability, student-teacher interaction.



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Resumen.....	2
Abstract.....	3
Índice de contenido.....	4
Índice de figuras.....	6
Índice de tablas.....	9
Agradecimientos.....	10
Dedicatoria.....	12
1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Panorama general y justificación.....	14
1.2. Objetivos generales y específicos.....	17
1.3. Metodología del trabajo.....	18
1.4. Estructura de la tesis.....	19
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	20
2.1. Introducción.....	20
2.2. Definición del engagement estudiantil.....	21
2.3. Dimensiones del engagement estudiantil.....	22
2.4. Teorías del engagement estudiantil.....	23
2.4.1. Modelo de participación.....	23
2.4.2. Modelo de participación e identificación.....	24
2.4.3. Modelo Auto-Sistemático de Desarrollo Motivacional.....	24
2.4.4. Teoría del Flujo.....	25
2.4.5. Modelo Multidimensional.....	26
2.5. Indicadores de las dimensiones del engagement.....	26
2.6. Conclusiones.....	27
3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	29
3.1. Introducción.....	29
3.2. Herramientas y técnicas existentes para monitorear el engagement estudiantil.....	29
3.2.1. Los Autoreportes.....	30
3.2.2. Entrevistas.....	30
3.2.3. Observaciones.....	31
3.2.4. Medidas De Tiempo Real.....	31
3.3. Uso de aplicaciones informáticas para medir el engagement estudiantil.....	32
3.4. Conclusiones.....	37
4. DISEÑO DE LA HERRAMIENTA PARA MONITOREAR EL ENGAGEMENT EN UN AULA DE CLASE.....	38
4.1. Introducción.....	38
4.2. Objetivos de la aplicación.....	38
4.3. Diseño y Refinamiento del Prototipo de MoTE.....	39
4.5.1. Diseño de la interfaz de usuario.....	40
4.5.2. Refinamiento del Prototipo.....	41
4.5.3. Principios aplicados en el refinamiento e iteraciones del prototipo.....	43

4.4. Requisitos funcionales.....	46
4.5. Requisitos no funcionales.....	52
4.6. Diseño de la arquitectura de la aplicación y tecnologías utilizadas.....	52
4.6.1. Tecnologías utilizadas.....	52
4.6.2. Arquitectura de Sistemas de la Aplicación.....	54
4.6.3. Clean Architecture en el Backend de la Aplicación MoTE.....	61
4.7. Interfaz de usuario el estudiante.....	63
4.8. Dashboard del docente.....	70
4.9. Conclusiones.....	75
5. CASO DE ESTUDIO DEL APLICATIVO PARA MONITOREAR EL ENGAGEMENT.....	77
5.1. Introducción y contextualización.....	77
5.2. Metodología.....	77
5.3. Implementación.....	80
5.4. Resultados y análisis de la evaluación.....	81
5.4.1. UEQ.....	81
5.4.2. SUS.....	84
5.4.3. Feedback Cualitativo de los Estudiantes.....	87
5.5. Discusión.....	87
5.6. Interacciones de los usuarios con la aplicación.....	88
5.7. Conclusiones y Recomendaciones.....	92
6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTURO.....	94
6.1. Conclusiones.....	94
6.2. Reflexiones y Limitaciones del Estudio.....	97
6.3. Líneas de trabajos futuros.....	98
Referencias.....	101
Anexos.....	110

Índice de figuras

Figura 1. Design Based Research. Fuente: Autoría propia	19
Figura 2. Aplicación ClassMoto pantalla del estudiante y del docente. Fuente: (Bonner et al., 2022)	33
Figura 3. Aplicación SEAT pantalla de la clase y del estudiante. Fuente: (Aslan et al., 2019)	34
Figura 4. Vista de la cámara y de la pantalla de resultados de ViewSonic. Fuente: (ViewSonic, 2023)	34
Figura 5. Puntuación del engagement del estudiante. Fuente: (Uçar & Özdemir, 2022)	35
Figura 6. Pantallas en figma del prototipo propuesto. Fuente: Autoría propia	40
Figura 7. Una de las varias interacciones que se realizaron en el diseño en el software figma. Fuente: Autoría propia	41
Figura 8. Prototipo rudimentario de la interfaz del docente. Fuente: Autoría propia	42
Figura 9. Pantallas después de aplicar las retroalimentaciones y recomendaciones de los docentes y estudiantes. Fuente: Autoría propia	43
Figura 10. Pantallas del prototipo refinadas después de varias intervenciones. Fuente: Autoría propia	45
Figura 11. Pantallas del docente después de varias iteraciones. Fuente: Autoría propia	46
Figura 12. Botones para el engagement conductual. Fuente: Autoría propia	48
Figura 13. Botones para el engagement cognitivo. Fuente: Autoría propia	49
Figura 14. Escala de Likert. Fuente: Autoría propia	49
Figura 15. Botones para componente afectivo. Fuente: Autoría propia	50
Figura 16. Botón para componente afectivo. Fuente: Autoría propia	51
Figura 17. Marcas de las tecnologías de frontend aplicadas en la elaboración de MoTE. Fuente: (Angular, 2024; MDN Web Docs, 2024)	52
Figura 18. Marca de Node js. Fuente: (Node.Js, 2024)	53
Figura 19. Marca de Mongo. Fuente: (MongoDB, 2024)	53
Figura 20. Marca de PWA. Fuente: (Apps web progresivas, 2024)	53
Figura 21. Marca JWT. Fuente: (JWT.IO, 2024)	53
Figura 22. Marca de socketIO. Fuente: (Socket.IO, 2024)	54

Figura 23. Diagrama de contexto de la aplicación. Fuente: Autoría propia	54
Figura 24. Diagrama de contenedores del sistema MoTE. Fuente: Autoría propia	56
Figura 25. Diagrama de componente del container Web Application. Fuente: Autoría propia	58
Figura 26. Diagrama de componente del container API Application. Fuente: Autoría propia	60
Figura 27. Estructura de Clean Architecture. Fuente: (Martin, 2018)	61
Figura 28. Pantalla de ingreso a la sala. Fuente: Autoría propia	64
Figura 29. Pantalla principal de la aplicación del estudiante. Fuente: Autoría propia	65
Figura 30. Pantalla de dudas. Fuente: Autoría propia	66
Figura 31. Pantalla de badges con el premio oculto. Fuente: Autoría propia	67
Figura 32. Pantalla de badges con el premio explícito. Fuente: Autoría propia	67
Figura 33. Pantalla de encuestas con pregunta de tipo Likert. Fuente: Autoría propia	68
Figura 34. Pantalla de encuestas con pregunta de tipo Likert. Fuente: Autoría propia	69
Figura 35. Pantalla para selección de emociones. Fuente: Autoría propia	70
Figura 36. Pantalla principal del dashboard. Fuente: Autoría propia	70
Figura 37. Pantalla principal del dashboard. Fuente: Autoría propia	71
Figura 38. Pantalla de encuestas del dashboard. Fuente: Autoría propia	71
Figura 39. Pantalla de creación de salas del dashboard. Fuente: Autoría propia	72
Figura 40. Pantalla de creación de salas con la sala creada. Fuente: Autoría propia	72
Figura 41. Pantalla de dudas y comentarios del dashboard. Fuente: Autoría propia	73
Figura 42. Pantalla que refleja frecuencia de interacciones de los estudiantes. Fuente: Autoría propia	74
Figura 43. Pantalla que refleja el resultado de las encuestas. Fuente: Autoría propia	74
Figura 44. MoTE siendo usado en el taller de Plan Institucional de Transformación Digital de la Universidad de Cuenca. Fuente: (Universidad de	77

Cuenca | LinkedIn, 2023)

Figura 45. Pruebas en producción de la aplicación. Estudiante utilizando MoTE desde su computador en la clase presencial de inglés. Fuente: Autoría propia	78
Figura 46. Escala y referencia de codificación. Fuente: Autoría propia	80
Figura 47. Gráfico de barras de las medias aritméticas por categoría grupo 1. Fuente: Autoría propia	81
Figura 48. Gráfico de barras de las medias aritméticas por categoría grupo 2. Fuente: Autoría propia	82
Figura 49. Gráfico de barras de las medias aritméticas por categoría grupo 3. Fuente: Autoría propia	83
Figura 50. Frecuencia de interacciones clase 1 presencial. Fuente: Autoría propia	89
Figura 51. Frecuencia de interacciones clase 2 presencial. Fuente: Autoría propia	89
Figura 52. Frecuencia de interacciones clase 2 virtual. Fuente: Autoría propia	90
Figura 53. Frecuencias de interacciones de las tres clases. Fuente: Autoría propia	90

Índice de tablas

Tabla 1. Indicadores del engagement estudiantil más utilizados. Fuente: (Bond et al., 2020)	27
Tabla 2. Indicadores del engagement seleccionados. Fuente: (Bond et al., 2020).	27
Tabla 3. Tabla resumen. Fuente: Autoría propia	36
Tabla 4. Cantidad de estudiantes por facultad que evaluaron la aplicación. Fuente: Autoría Propia.	80
Tabla 5. Media y desviación estándar del grupo 1. Fuente: Autoría Propia.	81
Tabla 6. Media y desviación estándar del grupo 2. Fuente: Autoría propia.	82
Tabla 7. Media y desviación estándar del grupo 3. Fuente: Autoría propia.	83
Tabla 8. Media aritmética SUS del grupo 1. Fuente: Autoría propia.	84
Tabla 9. Media aritmética SUS del grupo 2. Fuente: Autoría propia	84
Tabla 10. Media aritmética SUS del grupo 3. Fuente: Autoría propia	85
Tabla 11. Frecuencias totales y porcentaje de uso. Fuente: Autoría propia	90

Agradecimientos

El proceso de edificación de una persona se construye con gente extraordinaria. Empezar un camino así requiere de muchas manos y difícilmente cabrían todos sus nombres en este espacio, sin embargo, este no se hubiese forjado sin el apoyo de mi madre y de mis entrañables hermanos.

Además, una historia así no puede transcurrir sin el apoyo de amigos y docentes (Jorge Maldonado, Felipe Mendieta..., etc.), personajes de este rompecabezas, de incalculable valor.

Es cierto que no se sabe a ciencia cierta el fin de una historia, pero, de todos modos, hoy finaliza una y comienzan otras.

Carlos Muñoz

Agradecimientos

El impacto de un buen docente en la vida de una estudiante es para siempre:

A Jorge Maldonado, quién con su manera de enseñar y compartir el conocimiento, contagia su pasión por la educación.

A Otto Parra, quién gentilmente aceptó recibirnos para aportar con consejos en elaboración de este proyecto.

A Magali Mejía, a quien considero no solo una destacada docente, sino también una gran persona, con quién colaboré durante mi representación estudiantil en donde las ideas para esta tesis comenzaron a germinar.

A Fernanda Granda, docente de carisma y paciencia infinita. Con quién colaboré como ayudante de cátedra, lo que me permitió comprender de manera más cercana el rol de un docente con los estudiantes, aspecto fundamental para esta tesis.

A Villie Morocho, docente que transforma las ideas en proyectos, su apoyo y confianza fueron fundamentales para mi crecimiento profesional.

A mi compañero de tesis, Carlos Muñoz, un pensador excepcional, persona serena a la que admiro por su determinación y persistencia.

Felipe Mendieta

Dedicatoria

Dedicado a mi familia, mis padres Felipe y Yolanda, y mis hermanas Doménica, Daniela y Paula, quienes son mi fuente inagotable de amor.

A mis abuelos Edison y Zoila, quienes me han acompañado durante mi travesía universitaria.

A mis entrañables amigos:

Beatriz Flores, portadora de sonrisas y palabras amables.

Fernando Tigre, quién me impulsó a superar mis límites.

Alex Pinos, persona de valores inquebrantables.

Javier Michay, de gran corazón y pasión por el código.

Cristian Marín, de carisma único y alegría.

Veronica Viloría, mi gran confidente.

Para ustedes, gracias por ser parte esencial de este viaje, una de las mejores etapas de mi vida.

Felipe Mendieta

Dedicatoria

A mi familia, hermanos, amigos y docentes. Sus enseñanzas y valores transmitidos abren un capítulo nuevo lleno de desafíos, pero también de grandes oportunidades.

Carlos Muñoz

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Panorama general y justificación

La presencia de la tecnología digital en la educación superior se ha vuelto fundamental, afectando a todos los aspectos de la experiencia del estudiante. Su ingreso en las aulas, requiere de nuevas estrategias: no se puede pretender que solo la tecnología sea el motor impulsor y esperar un avance educativo sin su articulación en el aula. Así, su ingreso debe servir de apoyo al docente para acercarse más a sus estudiantes. Un facilitador, como una herramienta, que permita generar estudiantes más comprometidos afectivamente y cognitivamente. Una mirada como esta requiere un encuentro con estas tres partes: tecnología, alumno y docente. En consecuencia, su uso adecuado puede por tanto mitigar una preocupación central de los educadores: La ausencia de un aprendizaje activo y la falta de engagement estudiantil (Bond et al., 2020).

El aprendizaje activo se extiende más allá de las técnicas tradicionales, involucra activamente al estudiante en su proceso de aprendizaje. El estudiante aporta y dedica tiempo en actividades que requieren participación, discusión y aplicación de los conceptos impartidos. Este enfoque no solo facilita un proceso de asimilación significativa, sino que también demanda un esfuerzo significativo por parte de los estudiantes. Por esta razón, las instituciones de educación superior deben diseñar actividades coherentes y proporcionar condiciones propicias para facilitar un aprendizaje efectivo. Por lo tanto, deben llevar a cabo actividades para mejorar sus prácticas y políticas con el objetivo de fomentar el aprendizaje de los estudiantes (Kuh et al., 2014) y centrar su enfoque en identificar las acciones que la promueven así como en comprender en mayor medida como la participación y el compromiso estudiantil afectan al proceso de aprendizaje.

Según (Ma et al., 2015), el compromiso estudiantil o student engagement (en inglés - en adelante en esta tesis) ejerce una influencia considerable tanto en los resultados de aprendizaje como en el desarrollo cognitivo de los estudiantes. (Finn & Zimmer, 2012) señalan que el nivel de engagement es un predictor importante de la deserción escolar, en la instrucción tanto a nivel de secundaria como en la educación superior. Además, cuando los estudiantes tienen un nivel alto de engagement y se sienten empoderados dentro de su entorno de aprendizaje, es más probable que canalicen esa energía hacia su proceso de aprendizaje activo. Y esto a su vez conduce a una serie de resultados a corto y largo plazo que refuerzan aún más los beneficios del engagement estudiantil (Bond et al., 2020).

Dentro de su estructura, es importante que los profesores universitarios sean conscientes de sus beneficios al apoyo a la autonomía en el aula. Son muchos los estudiantes beneficiados cuando perciben que los profesores les brindan apoyo a su autonomía. Esto, a su vez, promueve un mayor engagement en el aula a lo largo del tiempo, lo cual tiene un impacto en el rendimiento de los estudiantes de universidad (Van Rooij et al., 2017).

Con base en esta evidencia, el rol del docente es crítico en la implementación y desarrollo de programas de intervención para guiar a los estudiantes a una participación activa y lograr resultados positivos (mayor engagement en el aula). La participación activa suele conducir a una mejora de las habilidades comunicativas, incluida la capacidad de expresar pensamientos e ideas con claridad durante los debates en clase. Esto contribuye a que los diálogos entre profesores y alumnos sean más eficaces (Grove, 2019).

Una participación activa en clase fomenta estas relaciones positivas entre profesores y alumnos. Cuando los alumnos participan activamente y muestran interés por la materia, se crea un vínculo más solidario y comunicativo entre ellos (Roorda et al., 2011). Además, se genera la creación de experiencias interesantes, la promoción de estrategias de aprendizaje autorregulado, el estímulo de la curiosidad, la búsqueda de contenidos académicos atractivos y comprensibles, el diseño de tareas divertidas y desafiantes. Estas acciones se pueden implementar en el aula y pueden mejorar el ajuste académico y reducir el riesgo de abandono en los primeros años de universidad (Van Rooij et al., 2017).

Es especialmente importante que los profesores presten atención a los beneficios emocionales del apoyo a la autonomía de los estudiantes en el aula. Los estudiantes que satisfacen sus necesidades de autonomía: experimentan emociones más positivas en el aula, están interesados y entusiasmados, tienen mayor energía y vitalidad durante las tareas. El rol del profesor aquí es fundamental para desencadenar emociones positivas y un ambiente donde los estudiantes se sientan seguros de expresar sus emociones. En consecuencia y como resultado de estas interacciones: los estudiantes se esforzarán por completar las tareas, prestarán más atención al profesor, utilizarán estrategias de aprendizaje más elaboradas y se sentirán libres para expresar sus preferencias y necesidades en el aula (Núñez & León, 2019).

Además, cuando los alumnos quieren aprender, están más dispuestos a hacer lo necesario para hacerlo: Prestan atención en clase, toman apuntes durante una conferencia, estudian cuando llegan a casa y controlan su propio progreso y hacen preguntas cuando no

entienden. Muchos docentes descubren que si un alumno está muy motivado, la mayoría de los problemas comunes de la enseñanza y el aprendizaje desaparecen (Barkley, 2010).

Un alumno motivado genera un espacio que puede ser aprovechado por el docente para fomentar una relación más cordial y empática. Un canal de comunicación que los mantenga en sintonía con los objetivos planteados para la clase y que a la vez provee al profesor de los siguientes beneficios:

- Mejora de la eficacia docente: se genera un feedback inmediato durante la clase que permite a los profesores evaluar la eficacia de sus métodos de enseñanza y realizar ajustes en tiempo real para satisfacer las necesidades de aprendizaje de los alumnos (Hattie & Timperley, 2007)
- Identificación de las lagunas de aprendizaje: Un alumno motivado es partícipe de una retroalimentación oportuna que ayuda a los profesores a identificar las áreas en las que los alumnos tienen dificultades, lo que permite una intervención y un apoyo rápidos para abordar las lagunas de aprendizaje (Shute, 2008)
- Fomentar el engagement de los estudiantes: Cuando los estudiantes ven que sus comentarios se valoran y se tienen en cuenta, puede aumentar su engagement y participación en el aula (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).

Llegados a este punto y tomando en cuenta lo anteriormente dicho, conviene hacer notar que el engagement estudiantil es de suma importancia en el contexto educativo. Su influencia en el rendimiento académico, aprendizaje y el desarrollo integral de los estudiantes es primordial. Al mismo tiempo, el uso de la tecnología y de las analíticas de aprendizajes en las sesiones de clase, representan una gran oportunidad para registrar estos datos y obtener información sobre el engagement estudiantil en un contexto universitario. Así, los educadores y las instituciones pueden diseñar estrategias y prácticas pedagógicas que fomenten la participación activa, la conexión emocional y el engagement de los estudiantes, creando un entorno propicio para el aprendizaje y el desarrollo óptimo de cada estudiante.

La obtención oportuna de información sobre el engagement estudiantil es vital para los docentes y de implicaciones significativas para instituciones educativas. Es una oportunidad para el desarrollo y mejora del plan de estudios, poniendo de relieve qué partes de un curso son más atractivas, eficaces y cuáles podrían necesitar una revisión. Además, comprender

cómo se implican los estudiantes con las diferentes estrategias de enseñanza puede dar pistas para mejorar su enfoque (Lei et al., 2018).

Con todas estas precisiones: el objetivo principal de esta tesis es abordar los desafíos inicialmente descritos mediante el desarrollo de una aplicación interactiva en tiempo real web para obtener información del engagement de los estudiantes en una sesión de clase. Para esto se utilizará una metodología de investigación DBR (Design-Based Research) para la organización y planificación de este estudio. Asimismo, los resultados de esta tesis ayudarán a impulsar los procesos de innovación y transformación educativa.

1.2. Objetivos generales y específicos

Título: MoTE - Aplicación Interactiva en Tiempo Real para el Monitoreo del Engagement Estudiantil en el Aula.

Objetivo General

- Implementar una Aplicación Interactiva en Tiempo Real para el Monitoreo del Engagement Estudiantil en el Aula.

Objetivos Específicos

- Explorar estudios académicos y artículos científicos para establecer un marco teórico sólido sobre el engagement estudiantil, la implementación de tecnologías educativas interactivas en el aula y la importancia de la retroalimentación y comunicación en tiempo real.
- Definir interacciones clave dentro de la aplicación que faciliten la recolección de datos acerca del engagement estudiantil en sus diversas dimensiones.
- Crear una herramienta digital que permita a los estudiantes expresar datos acerca de su engagement y experiencia educativa, proporcionando feedback instantáneo al docente, y enfocándose en una interfaz intuitiva y accesible.
- Realizar evaluaciones de usabilidad y experiencia de usuario de la aplicación, empleando encuestas, para asegurar que la herramienta sea intuitiva, eficaz y satisfaga las necesidades de los estudiantes.

1.3. Metodología del trabajo

En esta investigación, se empleará la metodología Design-Based Research (DBR en adelante) o Investigación Basada en Diseño. Esta metodología se ha utilizado de manera amplia en el campo de la educación para abordar problemas complejos y mejorar la práctica educativa mediante la iteración entre el diseño de intervenciones y la investigación empírica (Barab & Squire, 2004; F. Wang & Hannafin, 2005).

La DBR se basa en la premisa de que el diseño y la implementación de intervenciones educativas deben estar estrechamente vinculados a la investigación para lograr una comprensión más profunda y contextualizada del fenómeno estudiado. En lugar de seguir un enfoque puramente experimental o teórico, la DBR busca una integración estrecha entre la teoría y la práctica, lo que permite generar conocimientos y soluciones aplicables, efectivas en contextos educativos reales (Anderson & Shattuck, 2012).

El proceso de la DBR consta de varias etapas iterativas, que incluyen la identificación de un problema o una necesidad educativa, el diseño de una intervención basada en teorías o modelos existentes, la implementación de la intervención en un entorno real, la recopilación y el análisis de datos, y la refinación del diseño y la intervención en función de los hallazgos y las lecciones aprendidas (Plomp & Nieveen, 2013).

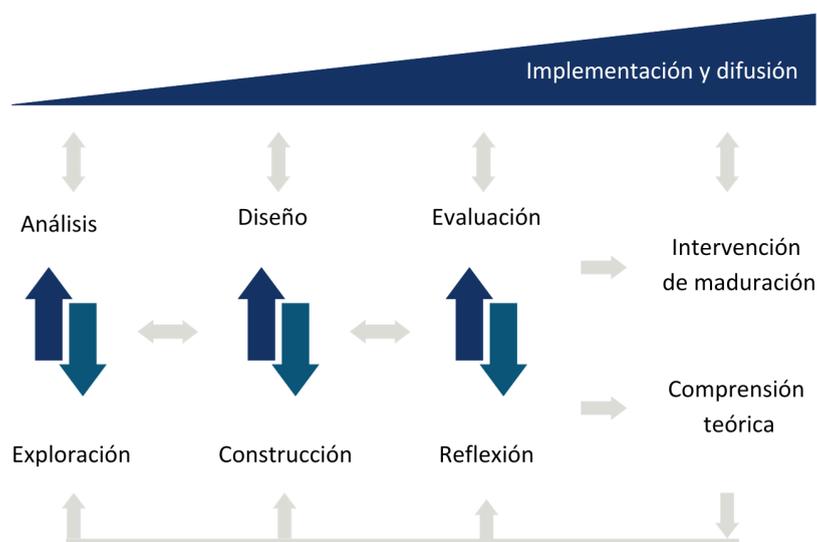


Figura 1. Design Based Research. Fuente: Autoría propia

Al adoptar la metodología DBR, se busca desarrollar y evaluar una aplicación interactiva web que monitoree las diferentes componentes del engagement estudiantil en tiempo real en un aula de clase. Esta metodología permitirá una comprensión más profunda sobre cómo desarrollar esta aplicación interactiva y cómo mejorar su diseño y funcionalidad en iteraciones sucesivas.

1.4. Estructura de la tesis

Con el objetivo de abordar de manera integral el desarrollo de una aplicación web para monitorear el engagement estudiantil y proporcionar un dashboard con información oportuna sobre este tópico. La presente tesis se estructura de la siguiente manera:

En el Capítulo 2: se presentan los fundamentos teóricos relacionados con el engagement estudiantil. Se exploran las definiciones clave, las dimensiones del engagement estudiantil, así como las teorías, modelos e indicadores utilizados para su monitoreo.

En el Capítulo 3: se realiza una revisión de los trabajos relacionados que abarca investigaciones previas sobre el engagement estudiantil. Se examinan estudios relevantes que han investigado la relación entre el engagement estudiantil y variables como el rendimiento académico, la satisfacción estudiantil y el bienestar psicológico.

El Capítulo 4: se centra en el diseño, prototipado y desarrollo de la aplicación web para monitorear el engagement estudiantil. Se definen los requisitos y funcionalidades necesarias, y se describe el proceso de prototipado y diseño de la interfaz de usuario. Asimismo, se abordan aspectos técnicos relacionados con la arquitectura y tecnologías utilizadas en el desarrollo de la aplicación.

En el Capítulo 5: se lleva a cabo la evaluación y validación de la aplicación. Se describe la metodología utilizada para evaluar la usabilidad y experiencia de usuario de la aplicación, se presentan los resultados obtenidos y se analizan los datos recopilados acerca de las interacciones en la aplicación. También se destacan las iteraciones y mejoras realizadas en el diseño y desarrollo de la aplicación en base a los resultados obtenidos.

Finalmente, en el Capítulo 6 se presentan las conclusiones del estudio. Se recapitulan los objetivos alcanzados, se destacan las contribuciones de la tesis y se discuten las limitaciones identificadas durante el desarrollo del trabajo. Además, se ofrecen

recomendaciones para futuras investigaciones en el área del engagement estudiantil y las aplicaciones interactivas.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Introducción

En el ámbito educativo contemporáneo, el concepto de engagement estudiantil ha emergido como un foco central de interés debido a su directa relación con el éxito académico y el bienestar estudiantil. Este interés no solo es académico, sino que también responde a preocupaciones prácticas relacionadas con la retención estudiantil, la calidad de la experiencia educativa y los resultados del aprendizaje. Sin embargo, a pesar de su reconocida importancia, el engagement estudiantil es un concepto que se presta a múltiples interpretaciones, reflejando la diversidad de enfoques y perspectivas en la literatura educativa.

La complejidad inherente a la definición del engagement estudiantil presenta tanto un desafío como una oportunidad para los investigadores y educadores. Autores como (Kahu, 2013; Solomonides et al., 2013) destacan la falta de un acuerdo unánime sobre una definición que satisfaga a todas las partes interesadas, lo cual subraya la importancia de establecer un marco claro y específico para cada proyecto de investigación. Esta pluralidad de definiciones, como las aportadas por (Barkley, 2010; Fredricks et al., 2004; Zapata et al., 2018), enriquece el entendimiento del fenómeno, pero también exige un enfoque cuidadoso para su estudio y aplicación.

Este capítulo tiene como objetivo explorar y desglosar las diferentes definiciones y dimensiones del engagement estudiantil, cada una con sus propios indicadores y características, revisando las teorías y modelos que proporcionan un marco para su comprensión y medición. Se examinará la literatura relevante para identificar y analizar las distintas formas en que se ha definido y medido el engagement, poniendo especial énfasis en las dimensiones cognitiva, emocional, conductual, y cómo estas interactúan entre sí. Además, se discutirá la relación entre el engagement y conceptos relacionados, como la motivación. El propósito es establecer un entendimiento robusto del engagement estudiantil, abarcando sus dimensiones, indicadores y teorías subyacentes, para fundamentar efectivamente las investigaciones y análisis presentados en esta tesis.

2.2. Definición del engagement estudiantil

No existe un acuerdo de una definición del engagement estudiantil que satisfaga a todas las partes interesadas (Solomonides et al., 2013), y no se puede esperar que un proyecto examine cada subestructura del engagement de los estudiantes (Kahu, 2013). Por lo tanto, es importante que cada proyecto de investigación comience con una definición clara de su propia comprensión (Boekaerts, 2016).

Varios investigadores han ofrecido definiciones diferentes del engagement estudiantil. Entre estas está la definición de (Fredricks et al., 2004) menciona que el engagement suele referirse al nivel de implicación y esfuerzo de los estudiantes en el aprendizaje. (Zapata et al., 2018) describe al engagement estudiantil como la participación de los estudiantes en las actividades de enseñanza. (Barkley, 2010) propone la definición de engagement estudiantil en el contexto de una clase de universidad como un resultado que se vive de manera continua y surge de la interacción dinámica entre la motivación y el aprendizaje activo.

Es necesario mencionar que existe cierta confusión en relación a si los términos "engagement" y "motivación" pueden o deben ser utilizados de manera intercambiable (Reschly & Christenson, 2012), especialmente cuando se emplean por parte de responsables políticos e instituciones (J. Eccles & Wang, 2012). La interpretación predominante en la literatura sostiene que la motivación es un factor precursor del engagement, y se refiere a la intención y la fuerza interna que no es directamente observable, pero que proporciona la energía necesaria para el comportamiento (Lim, 2004; Reeve, 2012; Reschly & Christenson, 2012). Así, el engagement estudiantil se manifiesta como la energía y el esfuerzo en acción, siendo observable (Appleton et al., 2008; J. Eccles & Wang, 2012; Kuh, 2009) (Appleton et al., 2008) y evidenciada a través de una serie de indicadores o métricas.

La definición de engagement estudiantil es amplia y abarca tanto los aspectos cognitivos, emocionales y conductuales, con un enfoque en la atención, participación y motivación de los estudiantes. Para esta tesis, el engagement estudiantil se define de la siguiente manera: es el nivel de energía y esfuerzo que los estudiantes dedican en su entorno de aprendizaje (Bond et al., 2020). Se señala que el engagement puede ser identificado a través de diversos indicadores cognitivos, conductuales, o afectivos a lo largo de un continuo y que el nivel de engagement está determinado por una serie de factores externos e internos

estructurales, incluyendo la interacción entre las relaciones personales, las actividades educativas y el contexto educativo.

2.3. Dimensiones del engagement estudiantil

Existe un debate continuo en la literatura sobre el número de dimensiones o de componentes del engagement estudiantil. En estos diferentes enfoques se aprecia la diversidad de dimensiones. Algunos investigadores, como (J. S. Eccles, 2016), defienden la existencia de tres componentes: afectivo o emocional, cognitivo y conductual, mientras que otros, como (Fredricks et al., 2016; Reeve, 2012), proponen la inclusión de componentes adicionales como: el engagement agéntico y el engagement social.

Hay, desde luego, diversidad de dimensiones. Sin embargo, existen tres dimensiones predominantes (Appleton et al., 2008; Fredricks et al., 2004) del engagement estudiantil que se han identificado en la literatura: cognitiva, afectiva y conductual. De acuerdo a (Appleton et al., 2008; Christenson et al., 2012; Fredricks et al., 2004; Kuh et al., 2014; Shuck & Wollard, 2010; M.-T. Wang et al., 2019) las dimensiones del engagement se describen de la siguiente manera:

La dimensión cognitiva del engagement se refiere a los procesos y actividades mentales relacionados con el aprendizaje y la comprensión. Esta descripción implica la participación activa de los estudiantes en la construcción de significado, el razonamiento crítico y la solución de problemas. Un estudiante comprometido cognitivamente muestra un alto nivel de atención y concentración en las tareas académicas, así como un deseo de adquirir nuevos conocimientos y habilidades.

La dimensión emocional del engagement, se centra en las respuestas emocionales y afectivas de los estudiantes hacia el entorno educativo (profesores, compañeros, estudios y la escuela). Implica sentimientos de conexión emocional, satisfacción, bienestar en relación con el aprendizaje y la experiencia académica. Los estudiantes comprometidos afectivamente muestran entusiasmo, interés y una actitud positiva hacia el proceso de aprendizaje. Entre los comportamientos se incluye la reacción positiva del estudiante hacia la instrucción del profesor, el aprendizaje y los compañeros, y puede observarse, por ejemplo, en la aceptación de la enseñanza y las expresiones de alegría e interés, o en la reacción negativa, la frustración y el aburrimiento. También se refiere a las reacciones afectivas de los alumnos en el aula, como el interés, el aburrimiento, la alegría, la tristeza y la ansiedad.

La dimensión conductual del engagement se refiere a las acciones y comportamientos observables de los estudiantes en el contexto educativo. Implica la participación activa en: las actividades de aprendizaje, la interacción con compañeros y profesores, y la asistencia regular a clases. Los estudiantes comprometidos comportamentalmente muestran un alto nivel de participación y dedicación en su proceso educativo. Se trata de un espectro de comportamientos observables que reflejan la disposición del alumno para participar activamente en el proceso de aprendizaje. Estos comportamientos pueden variar desde acciones positivas orientadas hacia el aprendizaje, como tomar notas o levantar la mano para responder preguntas, hasta conductas disruptivas que interrumpen el proceso de aprendizaje, como comportamientos perturbadores o la falta de seguimiento de las normas del aula. También forman parte de esta dimensión la participación en actividades extracurriculares siendo un ejemplo el atletismo o la representación estudiantil.

2.4. Teorías del engagement estudiantil

El engagement estudiantil surge con el objetivo de mejorar el aprendizaje de los estudiantes y entender cómo se relaciona con el abandono escolar y la finalización exitosa de sus estudios. El desarrollo de este campo de investigación se sumerge en encontrar las relaciones entre el engagement estudiantil, las tareas y actividades académicas. En los años posteriores se da un giro y se expande para entender los fundamentos del abandono escolar y de la finalización exitosa del camino académico (Reschly & Christenson, 2012). Posteriormente la visión de hoy multidimensional agrega distintos enfoques como la emoción, el comportamiento y la cognición, entre otros. Las siguientes teorías proporcionan marcos diversos para entender cómo y por qué los estudiantes se involucran en su educación. Cada una ofrece perspectivas útiles que pueden ser aplicadas en la investigación y práctica educativa, especialmente en la elaboración de una tesis enfocada en el engagement estudiantil.

2.4.1. Modelo de participación

(Wong & Liem, 2022) menciona que Gary Natriello fue de los primeros en dar una definición formal del concepto de "student engagement and disengagement". En su definición expresa lo siguiente: *"El engagement existe cuando los alumnos participan en las actividades ofrecidas como parte del programa escolar ... y el disengagement puede definirse como el grado en que los alumnos se abstienen de participar en las actividades ofrecidas como parte del programa escolar"*. En este enfoque su visión del engagement y disengagement son opuestos, además, cabe recalcar que la falta de engagement se manifiesta en forma de

absentismo (ausencias injustificadas), apatía (nivel de esfuerzo bajo) y delincuencia (hacer trampas, robar). Natriello sostuvo que diversos factores como: el origen de los alumnos, incluyendo la personalidad; el entorno de aprendizaje escolar y su política escolar, pueden influir en el engagement y repercutir en el rendimiento académico y comportamientos sociales de los alumnos (interrumpir las actividades de clase). La visión de Natriello del engagement de los alumnos es una variable puramente conductual consistente en la participación y la conducta en la escuela.

2.4.2. Modelo de participación e identificación

Finn (Beekhoven & Dekkers, 2005) introdujo este modelo teórico donde aborda variables importantes para el engagement estudiantil. Describe el proceso de identificación del alumno con la escuela. Finn distingue entre el componente conductual (participación) y emocionales (identificación) (Reschly & Christenson, 2012). La participación consiste en un comportamiento activo en el aula y en actividades académicas y no académicas. Además, subraya que el absentismo es una forma negativa de participación. La identificación consiste en el sentimiento de pertenencia de los estudiantes hacia la escuela, esto desencadena que se perciban a sí mismos como aceptados, apoyados y que reconozcan el valor de la educación.

El modelo de participación-identificación sugiere que la participación en actividades escolares y la identificación con la escuela se moldean mutuamente a lo largo del tiempo. La participación temprana del alumno en actividades relacionadas con la escuela y su identificación con la institución mejora los resultados académicos y la fortalece (Virtanen et al., 2021). Este modelo se alinea con la teoría de la autodeterminación, la cual propone que las personas pueden alcanzar un estado de autodeterminación al satisfacer sus necesidades de competencia, conexión y autonomía.

2.4.3. Modelo Auto-Sistemático de Desarrollo Motivacional

Este modelo examina el engagement estudiantil desde un punto de vista motivacional y se basa en la teoría de la autodeterminación. El SSMMMD por sus siglas en inglés afirma que el contexto de la escuela y de la clase determinan el nivel en el que se satisfacen las necesidades básicas psicológicas relacionadas con la competencia, autonomía y relación de los estudiantes.

2.4.4. Teoría del Flujo.

La "Teoría del Flujo" de Mihaly Csikszentmihalyi (1990) (Czikszentmihalyi, 1990), explora el concepto de experiencia humana óptima, a menudo denominada "flujo". El flujo es un estado mental caracterizado por una inmersión y concentración total en una actividad. La teoría del flujo proporciona un marco para entender cómo los estudiantes pueden llegar a absorber profundamente sus actividades de aprendizaje, lo que conduce a mejores experiencias y resultados de aprendizaje. Bajo esta mirada, la teoría del flujo ofrece un marco teórico de apoyo para engagement estudiantil con las siguientes ideas clave:

El flujo como estado de engagement: Un alumno que 'fluye' es un estudiante comprometido ("engage"). Este flujo se produce cuando el reto de la tarea se ajusta al nivel de habilidad de la persona. Cuando el desafío es demasiado bajo, las personas pueden aburrirse, y cuando es demasiado alto, pueden sentirse ansiosas (Czikszentmihalyi, 1990, p. 2). Lo anterior es particularmente interesante pues conocer la reacción emocional a las actividades planteadas por el docente lo ayudarán a diseñar, desarrollar y planificar mejor las actividades que se usarán en el aula.

Mayor motivación y rendimiento: La teoría del flujo aplicado al campo de la educación sugiere que estar en estado de flujo, el estudiante puede aumentar la motivación y los logros alcanzados. Para los estudiantes, esto significa que cuando participan en actividades de aprendizaje que inducen el flujo, es más probable que estén motivados, tengan un mejor rendimiento académico y alcancen niveles más altos de desarrollo personal y educativo. Así, las actividades creadas por los docentes deben plantear retos apropiados y proporcionar oportunidades para mejorar las habilidades (por ejemplo, proporcionando retroalimentación inmediata y enseñando gradualmente habilidades más complejas que se basan en habilidades previamente aprendidas) puede ser una de las formas más ideales de involucrar a los estudiantes (Shernoff et al., 2003).

Impacto en el aprendizaje: La teoría del flujo sugiere que el aprendizaje es más eficaz cuando los estudiantes se encuentran en estado de flujo. Esto sucede cuando existen objetivos próximos claros e información inmediata sobre los progresos realizados en clase. Ello se debe a que la experiencia de flujo está determinada tanto por la persona como por el entorno. Por eso, los estudiantes que están en este estado están profundamente comprometidos con sus estudios, es más probable que retengan la información, resuelvan problemas complejos y disfruten del proceso de aprendizaje (Nakamura & Csikszentmihalyi, 2009).

Crear fluidez en la educación: Los educadores pueden diseñar experiencias de aprendizaje que promuevan el flujo proponiendo tareas desafiantes que se ajusten a las capacidades de los estudiantes.

2.4.5. Modelo Multidimensional

Este modelo surge de la publicación hecha por (Fredricks et al., 2004) donde se reconoce al engagement estudiantil como un meta constructo, con tres componentes principales: cognitivo, afectivo, conductual. El modelo de tres componentes destaca que el engagement de los estudiantes es un constructo compuesto de diferentes dimensiones que supera la simple participación. Destaca la importancia no sólo de la implicación activa (engagement conductual), sino también de los aspectos emocionales y cognitivos del engagement. Esta teoría ha influido en el campo educativo sobre todo a la hora de orientar las prácticas educativas debido a que permite fomentar un engagement holístico y significativo de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Este modelo ha sido adoptado por muchos trabajos de investigación y será el modelo elegido para esta tesis.

2.5. Indicadores de las dimensiones del engagement

Existen diferentes indicadores desde esta perspectiva multidimensional del compromiso estudiantil. Estos abren un espacio de retroalimentación importante para el maestro en su proceso de enseñanza y brindan una oportunidad para explorar diferentes maneras de enseñar. Dentro de la literatura científica es posible evidenciar diferentes indicadores que se han usado (Reschly et al., 2020), a continuación se muestran en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. *Indicadores del engagement estudiantil más utilizados. Fuente: (Bond et al., 2020)*

Nro	Conductual	Afectivo	Cognitivo
1	Participación/interacción/ implicación	Interacciones positivas con compañeros/profesores	Aprender de los compañeros
2	Logros	Disfrute Motivación	Autorregulación
3	Confianza	Interés	Aprendizaje profundo
4	Asumir la responsabilidad	Entusiasmo	Pensamiento crítico
5	Hábitos de estudio	Sentimiento de conexión Satisfacción Emoción	Concentración en la tarea

Nota: Los datos de esta tabla están basados en (Bond et al., 2020).

Los indicadores varían en el número de ítems por cada componente y según las fuentes consultadas. Sin embargo, en esta revisión sistemática de (Bond et al., 2020), se presenta un ranking de los cinco indicadores más utilizados (ver Tabla 1). Finalmente, para el desarrollo de esta tesis se utilizarán de base los siguientes indicadores:

Tabla 2. *Indicadores del engagement seleccionados. Fuente: (Bond et al., 2020).*

Componente	Indicador	Variables
Conductual	Participación en clase	Comentarios y dudas en clase
Cognitivo	Autorregulación hacia objetivos, metacognición, aprendizaje profundo	Responder encuestas, entender o no entender un tema
Afectivo	Pertenencia, conexión percibida en la escuela con profesores y compañeros, interés, placer	El estado emocional del estudiante a lo largo de la clase

La selección de los indicadores para monitorear y reflejar las dimensiones del engagement estudiantil en este estudio se basa en un proceso iterativo y reflexivo, guiado por la metodología DBR y en una revisión exhaustiva de la literatura. Este enfoque metodológico, descrito por (McKenney & Reeves, 2019), permite identificar, adaptar y refinar los indicadores a través de ciclos de diseño, implementación, análisis y rediseño, asegurando su alineación con las necesidades educativas y los objetivos de investigación.

En la sección cuatro se detalla los indicadores extras que serán utilizados en la aplicación y cómo serán monitoreados.

2.6. Conclusiones

A lo largo de este capítulo, hemos explorado en profundidad las diversas facetas del engagement estudiantil, un concepto de gran relevancia en la investigación educativa contemporánea. Hemos examinado las distintas definiciones y dimensiones que conforman este fenómeno, destacando la complejidad y la riqueza de su conceptualización. Desde las perspectivas variadas de los autores, hemos visto cómo el compromiso estudiantil se despliega en dimensiones cognitivas, emocionales, conductuales, cada una aportando una comprensión única y valiosa para el análisis del comportamiento estudiantil en el ámbito educativo.

La revisión de las teorías y modelos relacionados con el compromiso estudiantil ha proporcionado un marco robusto para entender este concepto. Hemos discutido cómo la teoría del flujo de Csikszentmihalyi, el modelo de participación de Natriello, entre otros, contribuyen a una comprensión más profunda de cómo y por qué los estudiantes se involucran en su educación. Estas teorías no solo enriquecen nuestro entendimiento teórico, sino que también ofrecen implicaciones prácticas para mejorar la calidad de la experiencia educativa.

Este capítulo ha sentado las bases teóricas necesarias para el desarrollo de esta tesis, proporcionando un entendimiento claro y detallado del compromiso estudiantil. Este entendimiento es fundamental para abordar de manera efectiva el propósito de esta investigación, que busca identificar las estrategias para monitorear el compromiso estudiantil en un entorno educativo.

3. TRABAJOS RELACIONADOS

3.1. Introducción

En el tercer capítulo de esta tesis, nos adentramos en el análisis de las herramientas y técnicas existentes para monitorear el compromiso estudiantil, un aspecto crucial para comprender y mejorar la experiencia educativa. El monitoreo del compromiso estudiantil ha sido un desafío persistente en el ámbito educativo, debido a la naturaleza multifacética y dinámica de sus componentes. A pesar de estos desafíos, la innovación y la investigación en este campo han llevado al desarrollo de una variedad de herramientas y técnicas, cada una con sus ventajas y limitaciones únicas.

En este capítulo, se explora los métodos más utilizados en la investigación y práctica educativa para registrar el compromiso estudiantil. Estos incluyen auto reportes, entrevistas, observaciones y medidas en tiempo real. Al analizar cada uno de estos métodos, no solo se identifican sus características y aplicaciones, sino que también se evalúan críticamente sus ventajas y desventajas. Esta revisión nos permitirá entender cómo estos métodos han contribuido a la comprensión del compromiso estudiantil y cómo pueden ser aplicados o mejorados en investigaciones futuras.

Además, este capítulo incluirá un análisis detallado de las aplicaciones web diseñadas para medir el compromiso estudiantil en contextos educativos. Estudiaremos casos de investigación que han empleado tecnologías innovadoras, como el análisis multimodal, el seguimiento ocular y el reconocimiento facial, para obtener insights más profundos sobre el compromiso de los estudiantes en tiempo real. Estos estudios no sólo ilustran el estado actual de la tecnología en este campo, sino que también señalan direcciones futuras para la investigación y la práctica educativa.

Al final de este capítulo, habremos construido una comprensión integral de las herramientas y técnicas actuales para monitorear y medir el compromiso estudiantil, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el aula. Este análisis contribuirá significativamente a nuestro entendimiento del engagement estudiantil, un componente clave para mejorar la calidad de la educación y el éxito académico de los estudiantes.

3.2. Herramientas y técnicas existentes para monitorear el engagement estudiantil

Monitorear el engagement estudiantil ha significado un gran desafío debido a la variabilidad de sus componentes. Sin embargo, esto no ha impedido que se desarrollen distintas

herramientas y técnicas para medir su impacto en la clase y en los estudiantes. Los investigadores han utilizado diferentes herramientas para analizar el engagement estudiantil, tales como auto reportes, entrevistas, observaciones y medidas de tiempo real. A continuación, se detallan las opciones más usadas, además de sus ventajas y desventajas.

3.2.1. Los Autoreportes

El auto reporte es un método de recopilación de datos en el que los participantes proporcionan información sobre sí mismos. El propósito de esta herramienta es recopilar información para uso en las áreas del aprendizaje (Darr, 2012). Son ampliamente utilizadas y a pesar de que los investigadores tienen concepciones similares del engagement, existe una considerable variabilidad en el contenido de los ítems utilizados en estos instrumentos y esto ha complicado la tarea de contrastar los hallazgos de distintas investigaciones. Con esta herramienta los estudiantes responden preguntas acerca de su involucramiento e interés en tareas y actividades académicas, usualmente se usan con la escala de likert para los indicadores del engagement (Hofkens & Ruzek, 2019). Una de las ventajas es que permite recoger datos sobre las percepciones subjetivas de los alumnos; además, son útiles para evaluar el engagement emocional y cognitivo, que no son directamente observables (Fredricks & McColskey, 2012). Son fáciles de ejecutar pero la desventaja es que consumen mucho tiempo y los estudiantes pueden no responder honestamente bajo algunas condiciones (por ejemplo, cuando no hay anonimato). Además, no reflejan su comportamiento actual. Las encuestas asumen que el engagement puede ser medido fuera del contexto donde ocurre, además de asumir que el encuestado pueda hacer evaluaciones precisas de su engagement promedio.

3.2.2. Entrevistas

Permite obtener información más a fondo sobre las razones de la variabilidad en los niveles de engagement. Además, ayudan a conocer el 'por qué', algo muy importante debido a que permite entender por qué algunos estudiantes se comprometen y otros comienzan a retirarse de la escuela. Una de las ventajas es que proporcionan información detallada sobre sus experiencias y ofrecen la oportunidad de comprender qué factores relacionados con el engagement estudiantil son relevantes y qué influencia tienen en su engagement estudiantil. Además, los estudiantes pueden describir sus experiencias en sus propias palabras (Hofkens & Ruzek, 2019). Sin embargo, no está exenta de sesgos, lo que significa que el entrevistador debe tener experiencia para que las respuestas tengan la calidad

esperada (Fredricks & McColskey, 2012, p. 767). Otra desventaja es que las entrevistas no pueden integrarse en el desarrollo de la jornada institucional.

3.2.3. Observaciones

Esta técnica es muy útil para observar la conducta del individuo o grupo. Ayuda a obtener información acerca de algunos indicadores del engagement conductual, tanto positivos como negativos. De los indicadores positivos del engagement conductual tenemos: preguntar y contestar preguntas, participación en clase, y de los indicadores negativos la conducta (Rimm-Kaufman et al., 2009). A nivel individual, permite evaluar el comportamiento en la tarea encomendada, conocida como engagement académico (el engagement académico se refiere a un conjunto de conductas académicas como leer en voz alta, escribir, responder preguntas, participar en las tareas del aula y hablar sobre temas académicos). El observador registra si una categoría de comportamiento predeterminada está presente o ausente en el individuo durante un intervalo de tiempo específico. La desventaja surge debido a que puede consumir mucho tiempo la preparación y aplicación de este instrumento. También existen preocupaciones acerca del observador, ya que si no cuenta con el entrenamiento adecuado, la información recolectada puede no ser fiable y confiable. Finalmente, proporciona información limitada sobre la calidad del esfuerzo, la participación o el pensamiento (Fredricks et al., 2004).

3.2.4. Medidas De Tiempo Real

Proveen información sobre las fluctuaciones del engagement estudiantil. Una de las ventajas de las medidas en tiempo real es su enfoque en indicadores discretos y objetivos. Un ejemplo concreto son los archivos de registro (Log Files). Su utilidad para registrar información acerca del comportamiento online de los estudiantes con las distintas actividades que se dan en la clase ha permitido medir el engagement conductual y cognitivo (Azevedo et al., 2010). Otro ejemplo, es el seguimiento ocular (eye tracking) permite saber a qué parte de la página miran y el tiempo que dedican a mirar los objetos (Miller, 2015). También existen otros estudios en los que se intenta medir el engagement estudiantil mediante sensores para capturar las respuestas fisiológicas de las personas, como los latidos del corazón y la presión de la sangre durante distintas actividades, etc. Sin embargo, también tienen la desventaja de la interpretación de los datos y de cómo esta información se puede traducir en mejoras pedagógicas para el docente o la institución educativa (Gao et al., 2020).

3.3. Uso de aplicaciones informáticas para medir el engagement estudiantil

En esta sección, se presenta un análisis de los estudios más relevantes relacionados con el uso de aplicaciones informáticas para medir el engagement estudiantil en un contexto educativo. Los estudios seleccionados abordan diversas metodologías y enfoques para medir el engagement estudiantil utilizando diferentes tecnologías, lo que permite obtener una visión completa del estado actual de la investigación en este campo.

Un estudio realizado por (Bonner et al., 2022) examinó una aplicación web diseñada para medir el engagement de los alumnos en un entorno universitario. Los resultados mostraron que la aplicación web proporciona una forma efectiva de recopilar datos en tiempo real del engagement social, afectivo y cognitivo de los alumnos, los resultados son inmediatamente visibles para el profesor. La aplicación permite iniciar sesión a los profesores en donde se crean cursos y añaden a sus estudiantes, a los que se les proporciona un código PIN que les permite iniciar sesión en sus dispositivos. Durante la clase, los profesores pueden enviar un cuestionario de 3 preguntas en cualquier momento de la clase, cada una correspondiente a cada dimensión del engagement. De esta manera obtiene retroalimentación del estado de engagement de los estudiantes que se refleja en un panel donde los profesores pueden observar de un vistazo el nivel general de engagement de la clase y cada estudiante. Esto permitió a los investigadores y educadores obtener una visión más detallada y en tiempo real de la participación de los estudiantes. También se pone de flote las limitaciones de la aplicación, con recomendaciones para el desarrollo futuro de la medición del engagement.

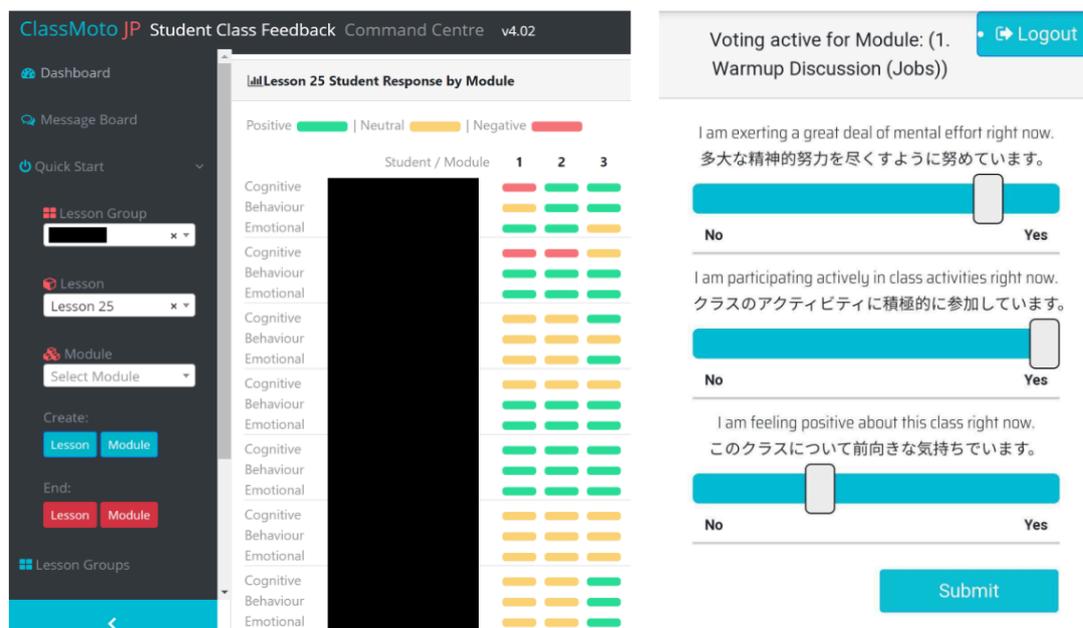


Figura 2. Aplicación ClassMoto pantalla del estudiante y del docente. Fuente: (Bonner et al., 2022)

Otro estudio relevante fue llevado a cabo por (Aslan et al., 2019), quienes desarrollaron y evaluaron una tecnología multimodal (canal visual, auditivo o táctil) de análisis de engagement estudiantil en tiempo real. La aplicación recolecta información de las expresiones y apariencias de los estudiantes mediante: la cámara integrada en los computadores del aula, datos de la plataforma que usaban los estudiantes para esa clase, registros de URL desde el navegador, un video general de toda la clase, audio desde los micrófonos integrados de los computadores. Los datos recolectados una vez procesados se reflejaban en un dashboard que ayudaba a los profesores a proporcionar apoyo personalizado en el momento que los estudiantes tengan un falta de engagement. Los resultados muestran que la tecnología tuvo un impacto significativo en las prácticas del profesor en el aula (es decir, un mayor andamiaje para los estudiantes) y en el engagement de los estudiantes (es decir, menos aburrimiento).



Figura 3. Aplicación SEAT pantalla de la clase y del estudiante. Fuente: (Aslan et al., 2019)

En esta misma línea de investigación se encuentra Sens (ViewSonic, 2023), un solución que se encuentra disponible en el mercado. Sens permite recolectar analíticas en tiempo real de los componentes conductual, afectivo del estudiante. Mide el engagement en el momento a través de una cámara, permitiendo así la recopilación de datos. Sens recolecta métricas ambientales y de grado de atención. A continuación describimos brevemente su funcionamiento. Sens utiliza una serie de sensores para procesar datos sobre el entorno y los estados emocionales de los estudiantes para optimizar el engagement, evitar la frustración y mejorar la experiencia de aprendizaje en general. Los profesores pueden observar los datos recopilados en un dashboard lo que permite tomar decisiones estratégicas para responder a las necesidades de los estudiantes. Además, el profesor en una sesión de clase puede identificar rápidamente qué materiales y qué lecciones han funcionado.



Figura 4. Vista de la cámara y de la pantalla de resultados de ViewSonic. Fuente: (ViewSonic, 2023)

Otra investigación llevada a cabo por (Uçar & Özdemir, 2022) propone el monitoreo de los estudiantes en un aula o delante del ordenador con una cámara en tiempo real. La cámara permite el reconocimiento de sus caras, sus poses de cabeza y puntúa su distracción en función de las poses de la cabeza y relaciones de aspecto ocular. La distracción en este estudio está asociada con la atención de los alumnos con mirar al profesor o a la cámara en la dirección correcta. Finalmente los resultados demuestran que el éxito del reconocimiento facial y de las poses de la cabeza para determinar si un alumno tiene engagement, se debe a las pruebas realizadas sobre modelos de aprendizaje automático desarrollados.

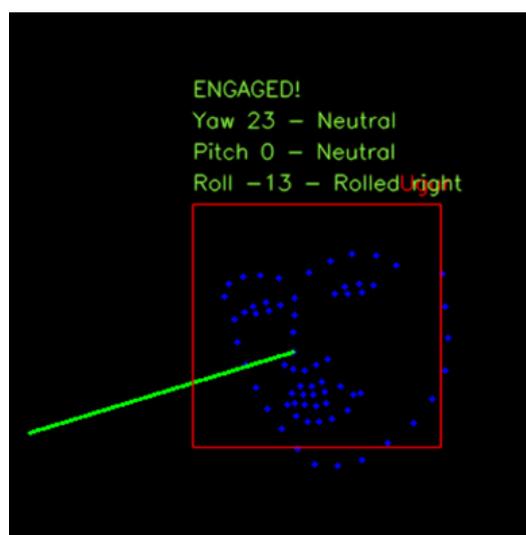


Figura 5. Puntuación del engagement del estudiante. Fuente: (Uçar & Özdemir, 2022)

En resumen, los estudios previos han demostrado la eficacia y utilidad de las aplicaciones informáticas en el monitoreo y medición del engagement estudiantil. Estas herramientas han proporcionado a los investigadores y educadores una forma más accesible y precisa de recopilar datos sobre la participación de los estudiantes, permitiendo un mejor entendimiento y seguimiento del engagement en entornos educativos.

Tabla 3. *Tabla resumen. Fuente: Autoría propia*

Estudio	Metodología	Tecnologías Utilizadas	Resultados Principales
Bonner et al., 2022	Aplicación web para medir el engagement estudiantil en el entorno universitario.	Cuestionarios durante la clase, engagement social, afectivo y cognitivo.	Efectividad en recopilar datos en tiempo real, visibilidad inmediata para profesores, limitaciones identificadas con recomendaciones para desarrollo futuro.
Aslan et al., 2019	Tecnología multimodal de análisis de engagement estudiantil en tiempo real.	Cámara integrada, datos de plataformas, registros de URL, video y audio.	Impacto significativo en las prácticas del profesor, menos aburrimiento en estudiantes, soporte personalizado en tiempo real.
ViewSonic, 2023	Solución Sens para recolección de datos conductuales y afectivos en tiempo real.	Sensores ambientales, cámara métricas para de atención, dashboard.	Recopilación de datos en tiempo real, toma de decisiones estratégicas para profesores, mejora de la experiencia de aprendizaje.
Uçar & Özdemir, 2022	Monitoreo con cámara para reconocimiento facial y poses de cabeza en tiempo real.	Reconocimiento facial, poses de cabeza, puntuación de distracción.	Éxito en el reconocimiento facial y poses de cabeza, asociación de distracción con atención del estudiante.
Resumen General	Aplicaciones tecnológicas multimodales soluciones mercado web, y de	Cuestionarios, análisis visual, auditivo y táctil, cámaras, sensores.	Eficacia y utilidad demostradas en la medición del engagement estudiantil, proporcionando datos accesibles y precisos para entender y seguir el engagement en entornos educativos.

3.4. Conclusiones

En este capítulo nos hemos encontrado con diferentes trabajos relacionados con el monitoreo del engagement estudiantil, hemos logrado una comprensión detallada de las diversas herramientas y técnicas utilizadas en el ámbito educativo. Desde los auto reportes hasta las innovadoras aplicaciones informáticas, cada método revela una faceta única del engagement, proporcionando valiosos insights sobre cómo los estudiantes interactúan y se involucran con su entorno de aprendizaje.

Los auto reportes y las entrevistas, con su enfoque en las percepciones subjetivas y experiencias detalladas de los estudiantes, han demostrado ser instrumentos valiosos para capturar los componentes emocionales y cognitivos del engagement. A pesar de sus limitaciones en términos de objetividad y potencial sesgo, estos métodos ofrecen una ventana a la experiencia interna de los estudiantes, esencial para comprender su interés con el aprendizaje.

Por otro lado, las observaciones y las medidas en tiempo real proporcionan un enfoque diferente y cuantitativo para evaluar el engagement estudiantil. Las técnicas como el seguimiento ocular y el análisis de interacciones en línea ofrecen datos precisos y detallados sobre el comportamiento de los estudiantes, aunque a veces carecen de la profundidad contextual que ofrecen los métodos subjetivos.

Las aplicaciones informáticas, que representan un enfoque tecnológicamente avanzado, han mostrado una gran promesa en la medición en tiempo real del engagement estudiantil. Los estudios revisados en este capítulo han destacado la eficacia de estas herramientas en proporcionar retroalimentación instantánea y detallada a educadores y estudiantes, aunque también han subrayado la necesidad de un equilibrio cuidadoso entre la recolección, la privacidad de los datos y la interpretación pedagógica.

4. DISEÑO DE LA HERRAMIENTA PARA MONITOREAR EL ENGAGEMENT EN UN AULA DE CLASE

4.1. Introducción

En este capítulo, se aborda el diseño y la implementación de la aplicación MoTE (inspirado en las iniciales del título **MoniToreo del Engagement Estudiantil**), diseñada para monitorear el engagement estudiantil en el aula. Este proceso se ha guiado por la metodología DBR, que enfatiza un enfoque iterativo y colaborativo en el diseño de intervenciones educativas (Barab & Squire, 2004). La aplicación MoTE se presenta como una solución tecnológica innovadora que busca transformar la interacción en el aula, alineando su diseño y funcionalidad con las necesidades y expectativas actuales del entorno educativo.

El objetivo de este capítulo es detallar el proceso de diseño y desarrollo de la herramienta MoTE, desde la concepción inicial hasta su iteración final. Se examinará cómo la aplicación fue diseñada y cómo se descubrieron los requisitos funcionales y no funcionales, asegurando que se adecue tanto a los usuarios como al propósito educativo. Este desarrollo también se inspira en la metodología Lean Startup de (Ries, 2011), que aboga por un desarrollo de producto ágil y adaptativo, y en los principios de usabilidad y diseño centrado en el usuario, tal como lo describe (Nielsen, 1993). La aplicación busca no solo ser una herramienta para recoger datos sobre el engagement estudiantil, sino también un medio para mejorar la dinámica educativa a través de una comunicación efectiva y feedback en tiempo real.

En las páginas que siguen, se ilustra cómo MoTE fue diseñado y refinado para satisfacer los requisitos específicos del entorno educativo y cómo los principios de DBR se aplicaron para asegurar que el producto final fuera tanto práctico como innovador. Este enfoque iterativo y basado en la evidencia es esencial en el campo del desarrollo de tecnología educativa, **permitiendo la creación de soluciones que no sólo son técnicamente viables, sino que también son pedagógicamente valiosas.**

4.2. Objetivos de la aplicación

Monitorear el engagement estudiantil: El principal objetivo de MoTE es recoger datos sobre el engagement estudiantil en el contexto educativo. Según (Fredricks et al., 2004), el engagement estudiantil es un constructo multidimensional que incluye aspectos emocionales, conductuales y cognitivos. MoTE permite a los estudiantes llenar encuestas y seleccionar opciones que reflejan su grado de engagement con el proceso de aprendizaje, abarcando estas tres dimensiones fundamentales.

Proporcionar un dashboard con visualización de datos: Con el fin de ofrecer a los docentes una herramienta para acceder y visualizar los datos del engagement estudiantil recopilados, MoTE incluye un dashboard informativo. Este dashboard presenta distintos parámetros y gráficos que representan las interacciones de los estudiantes, siguiendo la línea de lo propuesto por (Wen & Wang, 2020), quienes resaltan la importancia de visualizar datos educativos de manera clara y accesible para mejorar la toma de decisiones pedagógicas.

Facilitar la interacción entre estudiantes y profesores: MoTE está diseñada para permitir una comunicación bidireccional eficaz entre estudiantes y profesores. Esto refleja la investigación de (Bovill et al., 2011), que destaca la importancia de la participación activa de los estudiantes en su proceso educativo. A través de MoTE, los estudiantes pueden expresar sus inquietudes, dudas y comentarios, mientras que los profesores pueden ofrecer recompensas y apoyo para aumentar el engagement y la satisfacción en el proceso de aprendizaje.

Garantizar la usabilidad y accesibilidad: Un objetivo fundamental es que MoTE sea intuitiva y accesible para todos los usuarios. (Nielsen, 1993) enfatiza la importancia de la usabilidad en el éxito de las herramientas digitales, esto también es válido en contextos educativos donde los usuarios pueden tener diferentes niveles de competencia tecnológica. La aplicación ha sido diseñada para ser fácil de usar y accesible, garantizando una experiencia de usuario positiva.

Estos objetivos definen claramente el propósito y la dirección del desarrollo de MoTE, asegurando que cada característica y funcionalidad de la aplicación contribuya efectivamente al engagement estudiantil y mejore la experiencia educativa general.

4.3. Diseño y Refinamiento del Prototipo de MoTE

El desarrollo del prototipo de la aplicación MoTE se inspiró en la metodología Lean Startup de (Ries, 2011), enfocándose en la creación rápida de versiones del producto para testear el producto en el mercado y adaptarse rápidamente a las necesidades del usuario. Utilizando la herramienta de diseño Figma, el prototipo inicial buscó responder a las necesidades identificadas en las aulas universitarias. Esto se realizó con el fin de obtener retroalimentación temprana e iterar el diseño de la aplicación alineándose así también con la metodología DBR.

La aplicación se compone de dos módulos principales: las interfaces para estudiantes y las interfaces para docentes:

- **Interfaz para estudiantes:** La interfaz para estudiantes está destinada a capturar datos acerca del engagement estudiantil en tiempo real durante las actividades académicas.
- **Interfaz para docentes:** La interfaz para docentes proporciona una vista más amplia de los datos recopilados de los estudiantes y permite una supervisión efectiva del engagement en el aula.

4.5.1. Diseño de la interfaz de usuario

Las primeras pantallas del prototipo, fueron diseñadas utilizando el método de Diseño por Analogía. Esta práctica, basada en las recomendaciones de (Jia et al., 2018) implica adoptar características de diseño exitosas de aplicaciones establecidas.

Interfaz del estudiante: Basándose en los fundamentos teóricos se plantearon funcionalidades iniciales como encuestas y comentarios en tiempo real. Aplicando Diseño por Analogía se utilizaron características de Kahoot (*Kahoot! | Learning Games | Make Learning Awesome!*, 2024) para el login y Socrative Student (*Socrative*, 2024) para las encuestas.

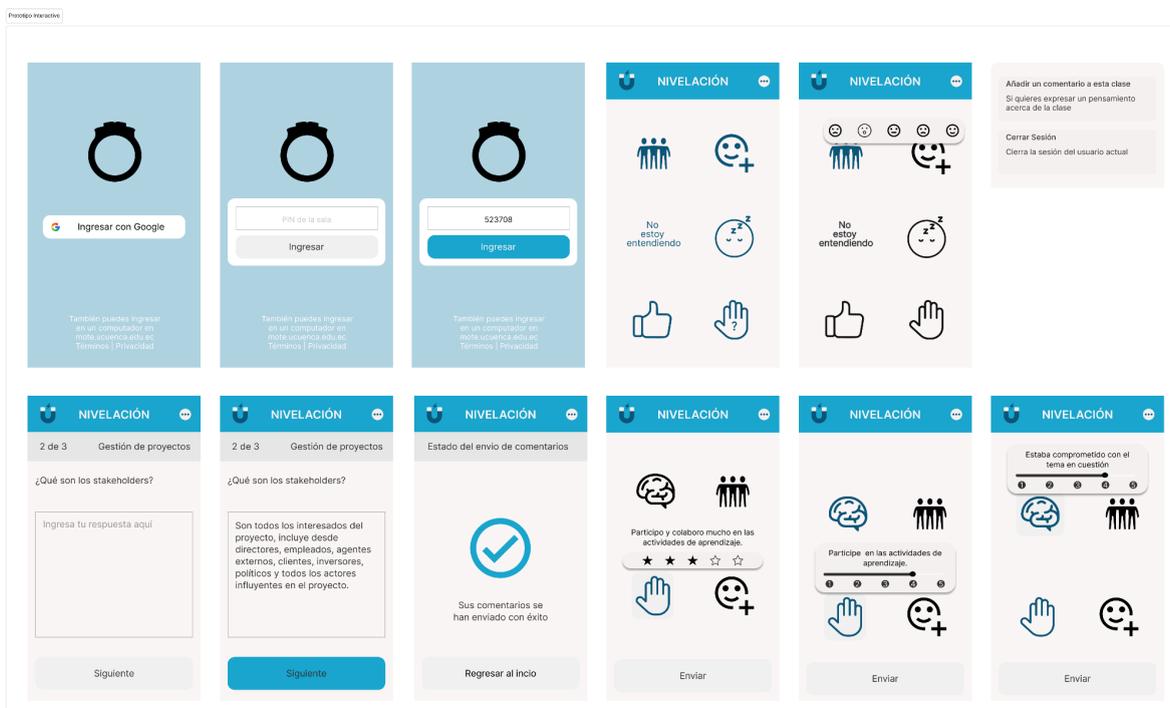


Figura 6. Pantallas en figma del prototipo propuesto. Fuente: Autoría propia

Explicación del prototipo: Las primeras tres pantallas reflejan cómo el usuario ingresa a la aplicación, primero iniciando sesión por google con su cuenta universitaria. Las siguientes dos pantallas reflejan la pantalla principal de la aplicación, mostrando opciones que el estudiante puede seleccionar mientras recibe la clase. La última pantalla se muestra cuando se hace clic en los tres puntos del encabezado de la pantalla principal. Las 3 pantallas de la esquina inferior izquierda muestran cómo los estudiantes podrían responder mensajes emergentes respecto a la clase. Las siguientes pantallas son encuestas que podrían ser enviadas por el docente para que sean respondidas por los estudiantes.

4.5.2. Refinamiento del Prototipo

Una vez terminado el primer prototipo interactivo en figma se recibió retroalimentación temprana de parte del director de la tesis, además también se preguntó a varios estudiantes y docentes su percepción sobre las primeras pantallas. En base a esto se añadieron nuevas características y se reestructuraron algunas pantallas, nuevamente teniendo modificaciones en el diseño y funcionalidades de la aplicación, alineándose así con DBS.

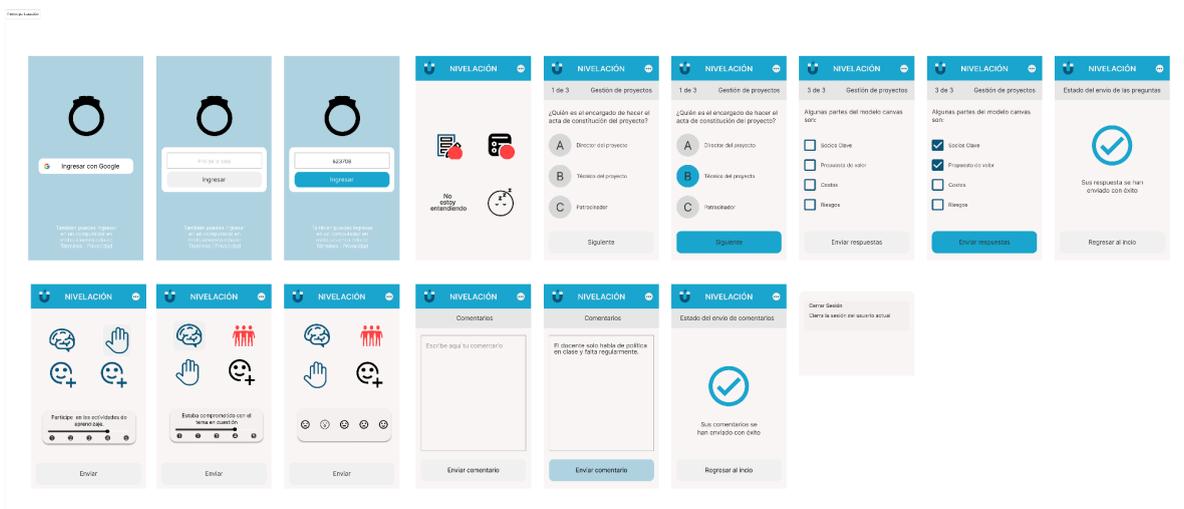


Figura 7. Una de las varias interacciones que se realizaron en el diseño en el software figma. Fuente: Autoría propia

Iteración: Se modificó la pantalla principal, se agregaron encuestas de opción única y opción múltiple se incorporó conocimiento relacionado a la nueva teoría que se leyó respecto al engagement y las retroalimentaciones recibidas por parte de los estudiantes, docentes y director de tesis. También se modificaron las pantallas de encuestas interactivas (3 pantallas desde la esquina inferior izquierda) y se añadió una opción para que los estudiantes puedan comentar en clase. Este proceso se repitió varias veces, siguiendo la

metodología previamente planteada y recomendaciones leídas en el libro de (Ries, 2011) obteniendo así varios prototipos interactivos, nuevas funcionalidades y mejoras en el diseño.

Interfaz del docente

Se inició con un prototipo básico, refinando progresivamente para descubrir funcionalidades clave.

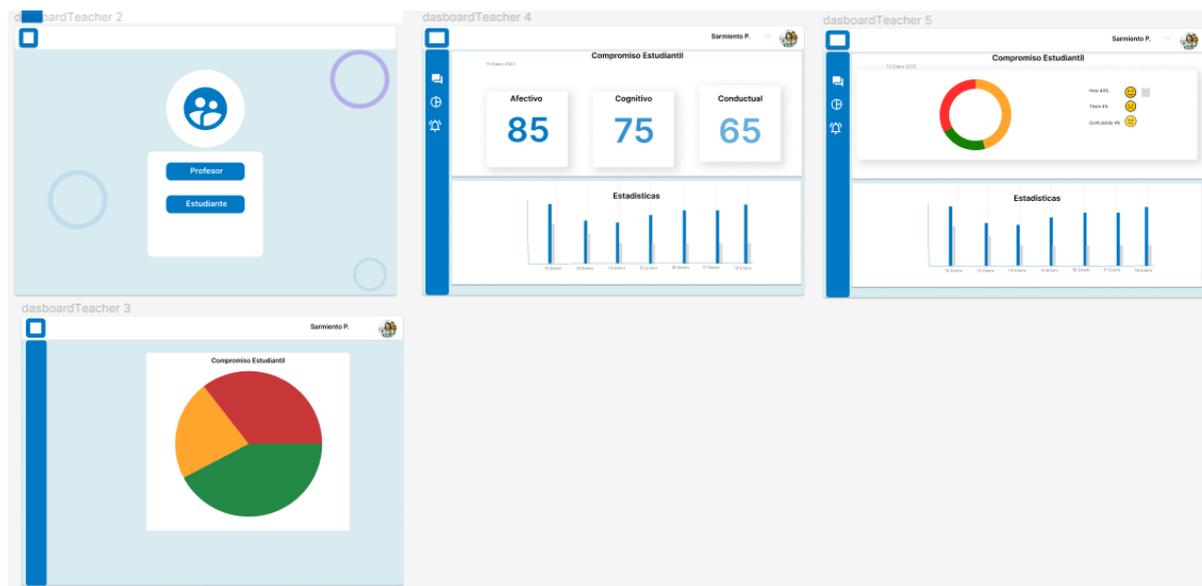


Figura 8. Prototipo rudimentario de la interfaz del docente. Fuente: Autoría propia

Explicación del prototipo: Se comenzó con un prototipo rudimentario exponiendo ideas y posibles funcionalidades, aplicando la misma metodología del estudiante se fueron descubriendo funcionalidades clave, se rediseñó el aspecto, se modificaron funcionalidades. Se usó Diseño por Analogía en el menú, inspirado en Socrative for Teachers.

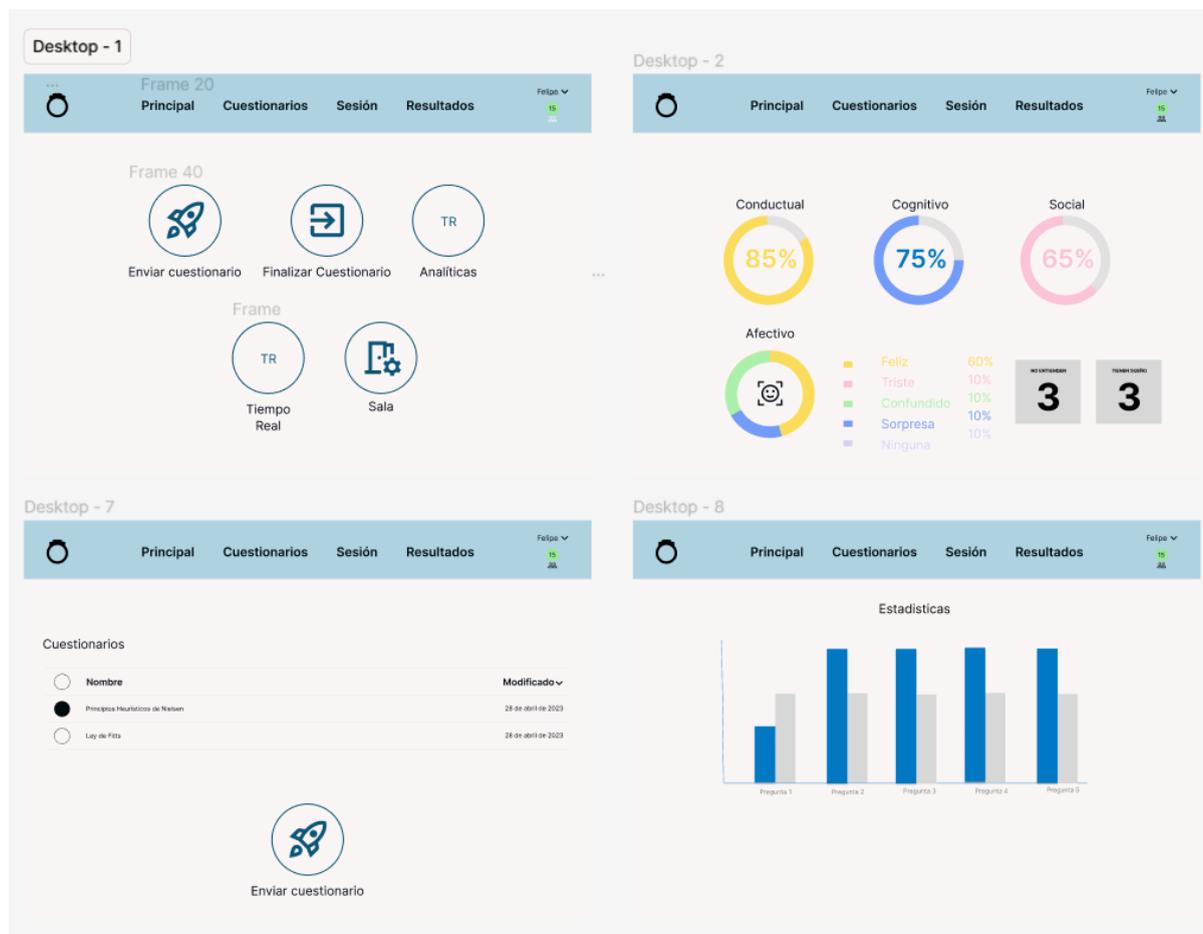


Figura 9. Pantallas después de aplicar las retroalimentaciones y recomendaciones de los docentes y estudiantes. Fuente: Autoría propia

Tras varias interacciones, el dashboard del docente se fue alineando con las necesidades de los estudiantes y profesores. Así mismo para cada pantalla se siguió un diseño iterativo y reflexivo (Barab & Squire, 2004). La teoría que se utilizó para incluir características dentro de las pantallas se menciona en la sección de Requisitos Funcionales más adelante.

4.5.3. Principios aplicados en el refinamiento e iteraciones del prototipo

Enfoque Lean en la Retroalimentación: Siguiendo el enfoque iterativo de Lean Startup, el prototipo fue refinado en respuesta a la retroalimentación continua de profesores y estudiantes, así como de expertos en educación. Este proceso iterativo también se terminó alineando con las prácticas recomendadas por (Boehm, 1988) en su modelo espiral de desarrollo de software.

Inclusión de Características Nuevas: Basándose en los comentarios de expertos en educación, se integró una característica de gamificación para incentivar el uso continuo de

la aplicación, reflejando la importancia de integrar elementos motivacionales en el diseño de interfaces (Sharp et al., 2007). La función implementada fue un badge que recompensa al estudiante por el uso de la aplicación.

Anonimato y Privacidad: Se aseguró el anonimato en la interacción estudiantil de la aplicación quitando el login con google al inicio de la aplicación del estudiante, considerando las preocupaciones de privacidad suscitados por los estudiantes, confirmando lo discutido por (Friedman et al., 2013).

Consultas con Expertos en Diseño: Se incorporaron recomendaciones de un experto en diseño para mejorar la estética y la accesibilidad de la interfaz, basándose en los principios universales de diseño de Lidwell, Holden y Butler (2003).

- **Simplicidad (Principio de la Simplicidad):** La interfaz de MoTE ha sido diseñada para ser clara y comprensible, evitando elementos innecesarios que podrían complicar la navegación o el uso. Se ha priorizado una presentación que facilite a los usuarios centrarse en las funciones más importantes.
- Las funcionalidades principales se pusieron en la pantalla de inicio al alcance de una pulsación o un clic.
- **Visibilidad (Principio de Visibilidad):** Todos los elementos importantes y las funcionalidades de la aplicación son fácilmente visibles y accesibles para los usuarios. Esto asegura que los estudiantes y profesores puedan encontrar rápidamente lo que necesitan.
- Se agregó texto a las funcionalidades en vez de sólo íconos como se planteaba inicialmente, por ejemplo en la función “comentarios”, en vez de sólo poner el ícono también se puso el texto “comentarios de la clase”.
- **Retroalimentación (Principio de Retroalimentación):** La aplicación proporciona retroalimentación inmediata y clara sobre las acciones de los usuarios.
- Por ejemplo, cuando un estudiante envía un comentario, recibe una confirmación visual de que su acción ha sido registrada. Otro caso implementado es cuando al terminar de enviar los comentarios o dudas se agregó una pantalla en donde indique que se enviaron satisfactoriamente los textos introducidos por los estudiantes. Además, en el inicio de sesión si el código era incorrecto también se incorporó un mensaje que indique que el código de inicio de sesión no es el adecuado.
- **Consistencia (Principio de Consistencia):** La interfaz mantiene una consistencia en el diseño, con elementos visuales y funcionales uniformes a lo largo de la

aplicación. Esto facilita la navegación y el uso intuitivo, ya que los usuarios pueden aplicar lo aprendido en una parte de la aplicación en otras áreas.

- Esto se aplicó armando un sistema de diseño basado en el diseño atómico, teniendo así botones reutilizables con el mismo estilo y coherencia en los títulos, espacios, y diseño en general.
- **Estética y Diseño Minimalista (Principio de Estética):** La aplicación combina una estética agradable con un diseño minimalista, evitando la sobrecarga visual y centrando la atención del usuario en el contenido y las funcionalidades esenciales.
- Se eligió una paleta de colores de baja sobrecarga visual, esto apoyado de la herramienta de Adobe (*Generador de paletas de colores | Adobe Color, 2024*), la cuál mediante su herramienta de accesibilidad nos brindó recomendaciones para aplicar cierto color al texto y al fondo de manera que se obtenga una proporción de contraste adecuada para el usuario. Por ejemplo el color de fondo de los botones y su texto obtienen una proporción de contraste de 11,09 / 1, siendo así legible y teniendo un contraste adecuado para el usuario.

La pantalla resultante de la aplicación del estudiante:

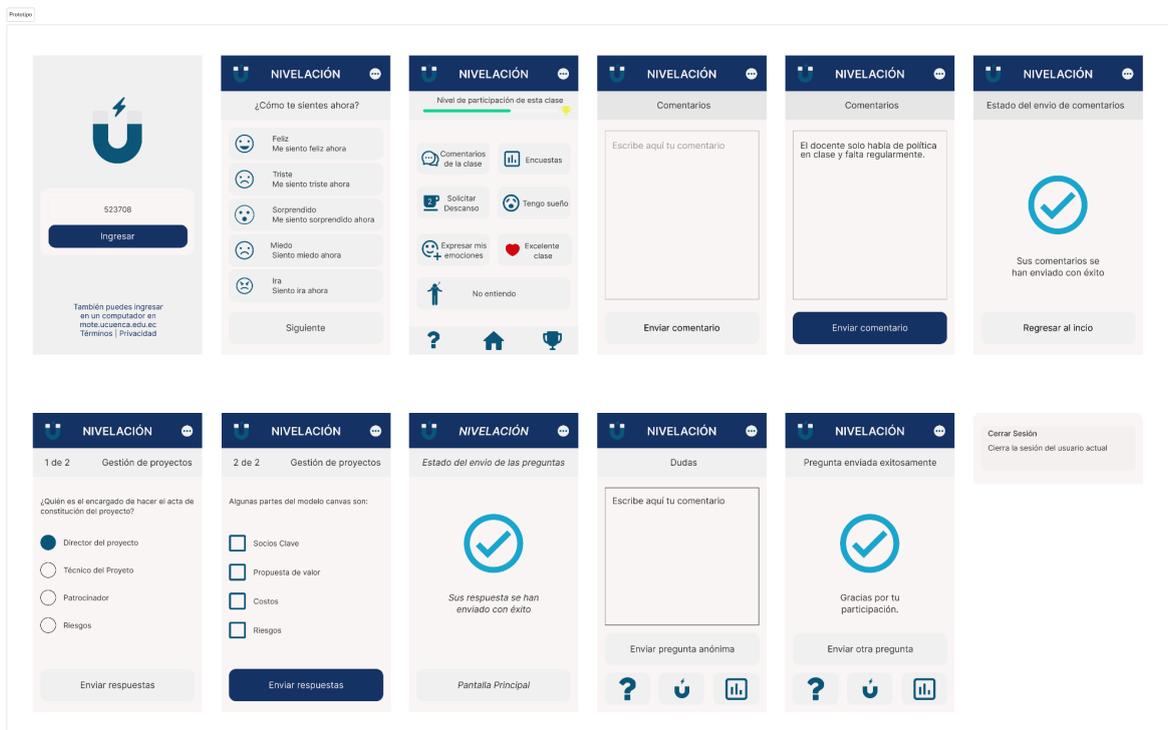


Figura 10. Pantallas del prototipo refinadas después de varias intervenciones. Fuente: Autoría propia

La pantalla resultante de la aplicación del docente:

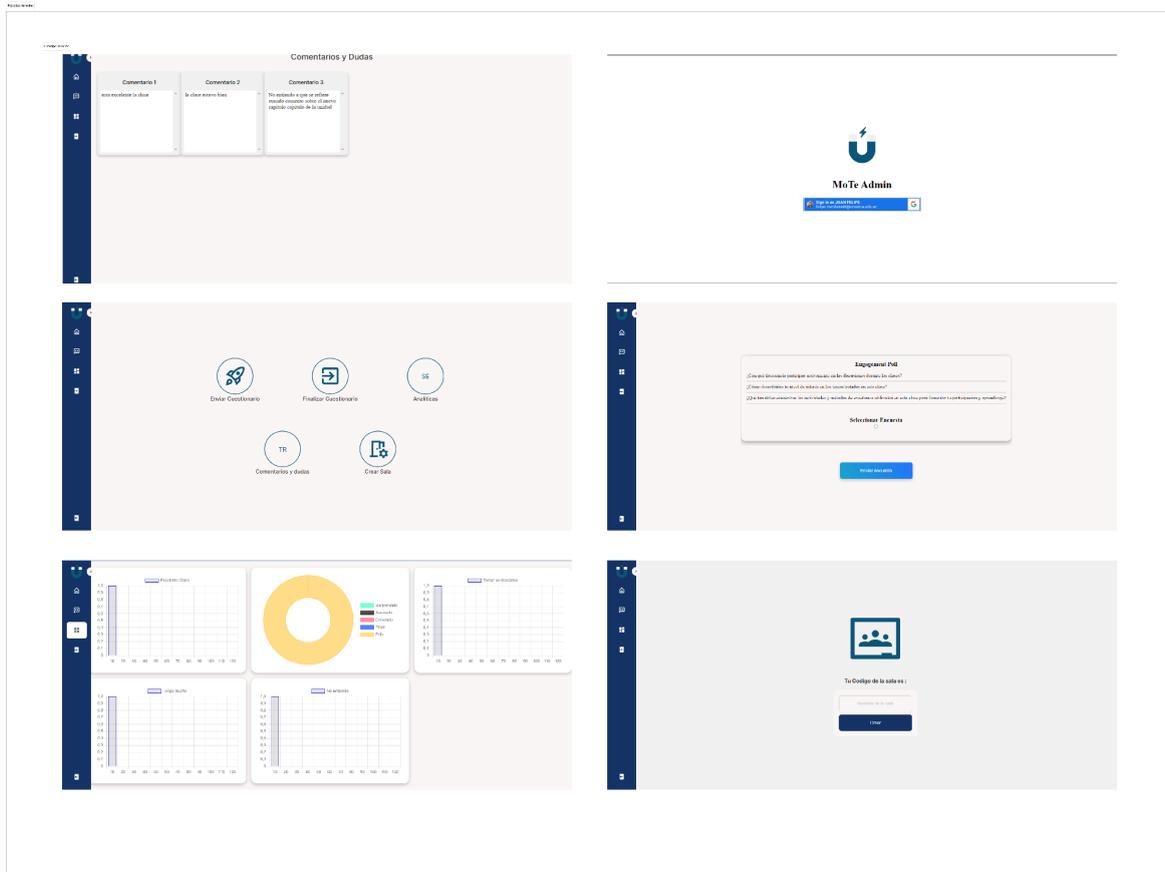


Figura 11. Pantallas del docente después de varias iteraciones. Fuente: Autoría propia

Las funcionalidades implementadas dentro de la aplicación se explican en detalle en la siguiente sección.

4.4. Requisitos funcionales

Los requisitos presentados en esta sección son informativos y de carácter guía para el desarrollo de la aplicación web. Si bien se han identificado los requisitos más relevantes y significativos para cumplir los objetivos de la aplicación, es importante tener en cuenta que esta lista no pretende ser exhaustiva ni sustituir estándares formales como el IEEE 830.

Los requisitos funcionales de la aplicación que fueron emergiendo en el **prototipado incremental**, la **inclusión de la teoría** y siguiendo la **metodología** planteada. Se plantearon los siguientes procesos y funcionalidades:

Proceso para diseñar las interacciones

Los emojis se han convertido en una manera muy popular de comunicar en ambientes en línea, aunque la investigación sobre el uso y la interpretación de emoticones y emojis sigue siendo incipiente, ya se ha demostrado que desambiguan la intención comunicativa de los mensajes, cumplen importantes funciones verbales y no verbales en la comunicación e incluso pueden proporcionar información sobre la personalidad del usuario. Además, con el prolífico uso de los emojis, especialmente para el caso de las emociones básicas (tristeza, alegría, etc.), están surgiendo interpretaciones compartidas sobre la emoción que representan (Kaye et al., 2017) .

Estos símbolos se han convertido en una expresión frecuente de emoción e intención comunicativa, y hasta el 92% de la población en línea los utiliza (Kaye et al., 2017, p. 1). Los emojis ofrecen una forma instantánea de expresar un estado de ánimo o un sentimiento sin tener que invertir tiempo buscando las palabras adecuadas para expresarlas (Downs & Gonzalez, 2022). Su uso en la comunicación en línea es amplio, e incluye el fortalecimiento del tono afectivo de un mensaje, suavizar el impacto de un mensaje negativo, mejorar el desacuerdo, y la construcción de la confianza interpersonal y la conexión (Moffitt et al., 2021). Dicho esto, podemos concluir que los emojis cumplen una función comunicativa y un instrumento para expresar emociones.

Se usarán estos símbolos (emojis) para crear cada una de las interacciones. Las interacciones se capturan mediante pulsaciones y posteriormente serán visualizadas al profesor mediante el dashboard. Se debe tener en cuenta que, las funcionalidades como: la encuesta, los comentarios y dudas, no se capturan con pulsaciones directas. En el caso de las encuestas se captura mediante preguntas y en el caso de los comentarios y dudas mediante cajas de texto.

Engagement conductual: Uno de los procedimientos que los profesores pueden seguir para involucrar mejor a los alumnos es mediante debates en clase o actividades en las que se empleen respuestas anónimas. Usar el método tradicional de respuesta de levantar la mano puede desencadenar que algunos estudiantes se muestren reacios a responder a una pregunta planteada en la clase y solo llegando a participar cuando los demás compañeros responden, o bien conformándose con la respuesta de la mayoría (Sun, 2014). Tomando en cuenta esto se crearán distintas opciones para obtener información de este componente en clase.

- **Participación:** Para monitorear este indicador se crearán dos opciones, el envío de comentarios y envío de dudas al docente. Las opciones serán representadas mediante dos botones.

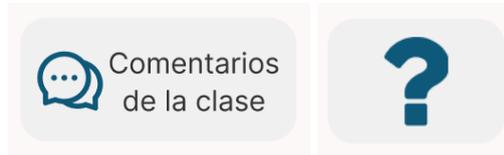


Figura 12. Botones para el engagement conductual. Fuente: Autoría propia

- Estas interacciones son una representación de lo que sería el levantar la mano en clase para comentar o pedir ayuda para aclarar dudas, pero con la diferencia que es anónima.

Requisitos funcionales resultantes:

- **Función de Comentarios Tiempo Real:** Implementar un sistema que permita a los estudiantes enviar comentarios y sugerencias sobre las clases en tiempo real.
- **Dimensión cubierta:** Conductual.
- **Explicación:** Permite a los estudiantes participar activamente en el proceso de aprendizaje, un aspecto clave del engagement conductual (Skinner & Pitzer, 2012).
- **Preguntas Anónimas:** Facilitar una función para que los estudiantes realicen preguntas de manera anónima, fomentando un ambiente de comunicación abierta.
- **Dimensión:** Cognitiva y Conductual
- **Explicación:** Esta función permite a los estudiantes aclarar dudas y profundizar su comprensión, lo que está directamente relacionado con el engagement cognitivo (Pintrich, 2003).

Engagement cognitivo: Obtener información sobre el componente cognitivo del compromiso estudiantil es un desafío debido a que no es fácilmente observable como el comportamiento. Sin embargo, una forma de abordar este desafío es emplear dispositivos electrónicos para proporcionar retroalimentación, en combinación con preguntas destinadas a extrapolar los niveles de compromiso cognitivo, conductual y emocional de los alumnos. Los estudios existentes que investigan los dispositivos de retroalimentación informaron los beneficios de una mayor participación general (Sun, 2014, p. 1). Siguiendo esta misma línea se desarrollan las siguientes opciones.

- **Pensamiento crítico (Metacognición):** Este componente será monitoreado mediante dos opciones, encuestas predefinidas y la opción de 'No entiendo'. Las encuestas serán enviadas a los alumnos de la clase para monitorear este componente. Ambas opciones son representadas mediante botones.



Figura 13. Botones para el engagement cognitivo. Fuente: Autoría propia

Detalles sobre la encuesta: Cada pregunta es de tipo likert, contiene tres preguntas, una por cada componente del engagement estudiantil. De acuerdo a (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014, p. 238) La escala de likert comúnmente tiene 5 puntos o escalas.



Figura 14. Escala de Likert. Fuente: Autoría propia

Dirección de las afirmaciones:

La dirección de las afirmaciones tienen una dirección: favorable o positiva. Si la afirmación es positiva significa que califica favorablemente al objeto de actitud; por lo tanto, cuanto más estén de acuerdo los participantes con la frase, más favorable será su actitud hacia ese objeto (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014, p. 240).

Las afirmaciones positivas se califican comúnmente de la siguiente manera:

- (5) Muy de acuerdo
- (4) De acuerdo
- (3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (1) Muy en desacuerdo

Puntuación:

Se puntúa la encuesta por componente (no habrá una puntuación general de engagement). La forma de obtener la puntuación está basada en (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014, p. 243). En la escala de Likert se calcula el promedio de las puntuaciones obtenidas en la escala utilizando la fórmula simple PT/NT . Aquí, PT representa la puntuación total en la escala y NT es el número de afirmaciones. Luego, esta puntuación se analiza en un continuo que va del 1 al 5

Todo este procedimiento facilita la obtención del engagement estudiantil en las sesiones de clase.

Requisitos funcionales resultantes:

- **Participación en Encuestas en Tiempo Real:** Habilitar el envío y respuesta de encuestas en tiempo real para fomentar la participación activa de los estudiantes.
- **Dimensión:** Cognitivo y Conductual.
- **Explicación:** Promueve la participación activa y la retroalimentación, elementos fundamentales del engagement conductual (Reeve, 2012).

- **Notificación de Dificultades de Comprensión:** Incorporar un botón o función que permita a los estudiantes indicar si no comprenden algún aspecto de la clase.
- **Dimensión:** Cognitiva.
- **Explicación:** Facilita la identificación de barreras en el aprendizaje, un aspecto crucial del engagement cognitivo (Zimmerman, 1990).

Engagement Afectivo: Para monitorear este indicador se crearán tres opciones, que permitirán monitorear los siguientes indicadores:.

- **Sueño:** Mediante el botón 'Tengo sueño' se captura el sueño.
- **Autocuidado:** El botón 'Solicitar descanso' está profundamente relacionado con el estado emocional y el bienestar del alumno.
- **Interés:** el botón 'Excelente clase' refleja directamente su respuesta emocional positiva y su actitud hacia la clase.

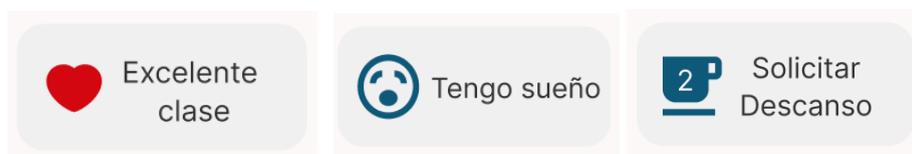


Figura 15. Botones para componente afectivo. Fuente: Autoría propia

Además, el registro del estado emocional del estudiante como la Alegría, Asustado, Tristeza, Miedo, Enfado, están a la disposición del estudiante mediante el siguiente botón.



Figura 16. Botón para componente afectivo. Fuente: Autoría propia

Requisitos funcionales resultantes:

- **Registro de Estados Emocionales:** La aplicación debe permitir que los estudiantes registren sus estados emocionales mediante una interfaz sencilla, con opciones predefinidas para expresar sus sentimientos. Las dimensiones utilizadas se basan en las emociones básicas propuestas por (Ekman, 1992).
- **Dimensión cubierta:** Emocional.
- **Explicación:** Esta funcionalidad aborda directamente el engagement emocional, que se refiere a cómo se sienten los estudiantes acerca de sus tareas, profesores y colegas (Fredricks et al., 2004).

- **Solicitud de Descansos:** Incluir una función que permita a los estudiantes solicitar descansos durante las clases con solo presionar un botón.
- **Dimensión Cubierta:** Emocional y Física.
- **Explicación:** Reconoce y responde a las necesidades emocionales y físicas de los estudiantes, contribuyendo a su bienestar general (Appleton et al., 2008).

- **Indicador de Somnolencia:** Proporcionar una opción para que los estudiantes informen si se sienten somnolientos o fatigados.
- **Dimensión Cubierta:** Conductual y Física.
- **Explicación:** Se centra en el bienestar físico de los estudiantes, que es un componente importante para mantener su engagement general (Connell & Wellborn, 1991).

Dashboard para Docentes: Desarrollar un dashboard que permita a los docentes visualizar en tiempo real la información recopilada sobre el engagement estudiantil, incluyendo estadísticas y tendencias.

Explicación: Proporciona a los docentes una visión del engagement emocional, conductual y cognitivo de los estudiantes, permitiéndoles ajustar sus estrategias de enseñanza para mejorar la participación y comprensión (Finn & Zimmer, 2012).

Estas fuentes proporcionan una base teórica y empírica sólida para comprender cómo cada funcionalidad de la aplicación se relaciona con diferentes dimensiones del engagement estudiantil.

4.5. Requisitos no funcionales

Rendimiento

- La aplicación debe manejar un volumen de usuarios del tamaño de un aula de clase de al menos 20 personas.

Seguridad

- Se establecerán permisos para asegurar que solo los usuarios de la universidad puedan acceder al dashboard.

Adaptabilidad y compatibilidad

- La interfaz de usuario de la aplicación deberá ser receptiva y accesible en varios dispositivos, incluidos teléfonos inteligentes, tabletas y ordenadores de sobremesa, para adaptarse a las diferentes formas en que los estudiantes podrían interactuar con la aplicación.

4.6. Diseño de la arquitectura de la aplicación y tecnologías utilizadas

4.6.1. Tecnologías utilizadas

Angular: Para el desarrollo del cliente - frontend, se utilizó el framework de Google, Angular, basado en html, css y typescript, que permitió construir la interfaz de usuario de manera modular, facilitando la reutilización de componentes y la actualización en tiempo real.



Figura 17. Marcas de las tecnologías de frontend aplicadas en la elaboración de MoTE.

Fuente: (Angular, 2024; MDN Web Docs, 2024)

Nodejs: Para el desarrollo del servidor- backend se utilizó nodejs, entorno de ejecución de código abierto basado en JavaScript.



Figura 18. Marca de Node js. Fuente: (*Node.Js*, 2024)

MongoDB: La base de datos NoSQL MongoDB se empleó para almacenar y gestionar los datos de los estudiantes y docentes, las encuestas y las interacciones de los estudiantes en tiempo real con la aplicación.



Figura 19. Marca de Mongo. Fuente: (*MongoDB*, 2024)

PWA: La aplicación se programó para ser Progressive Web App. Combina las ventajas de las aplicaciones nativas y las páginas web. Su capacidad de funcionar en múltiples plataformas, su disponibilidad offline y su rendimiento optimizado ofrecen una experiencia de usuario atractiva y accesible.



Figura 20. Marca de PWA. Fuente: (*Apps web progresivas*, 2024)

JWT: La aplicación implementa JSON Web Tokens para la autenticación de los docentes y de los estudiantes.



Figura 21. Marca JWT. Fuente: (*JWT.IO*, 2024)

SocketIO: La aplicación implementó la biblioteca Socket.IO para habilitar funciones en tiempo real. Esta herramienta de JavaScript facilita la comunicación bidireccional e instantánea entre los navegadores web y el servidor. De esta manera, el servidor puede enviar información a los usuarios de forma automática, sin necesidad de que ellos la soliciten, creando una experiencia fluida y dinámica.



Figura 22. Marca de socketIO. Fuente: (Socket.IO, 2024)

4.6.2. Arquitectura de Sistemas de la Aplicación

Para detallar la arquitectura de la aplicación se utilizará el modelo c4 (Brown, 2016). El modelo C4 fue creado por Simon Brown, y su descripción detallada puede encontrarse en su libro o en su sitio web (*The C4 model for visualising software architecture*, 2024). Este modelo propone describir la arquitectura en cuatro niveles del modelo: Contexto, Contenedores, Componentes y Código.

Nivel de Contexto: Describe el sistema en su totalidad y su interacción con los usuarios finales y otros sistemas.

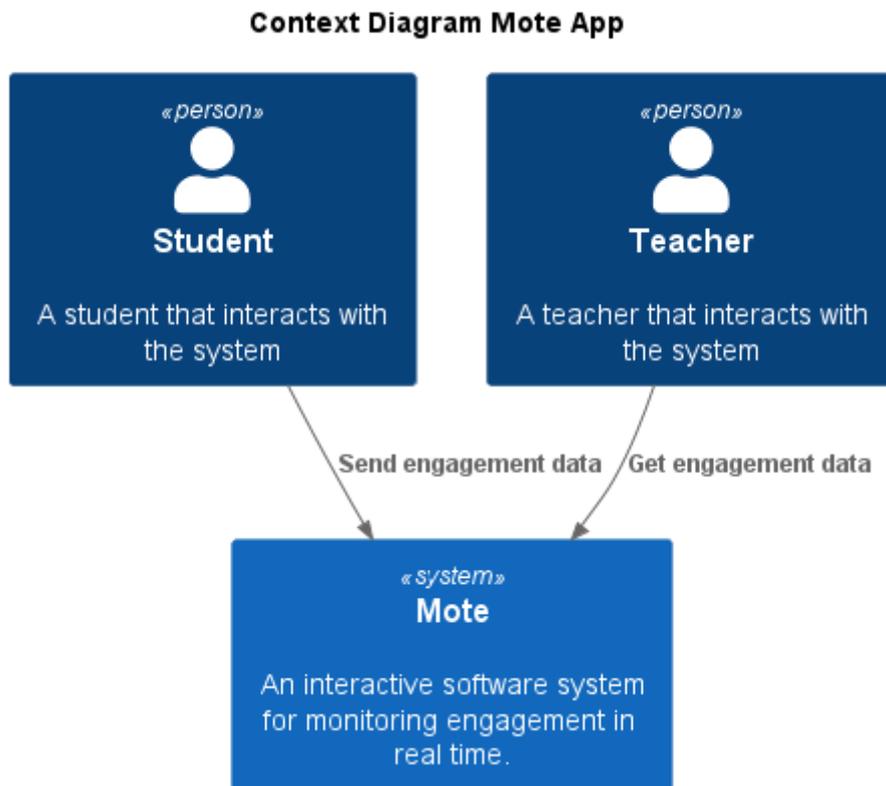


Figura 23. Diagrama de contexto de la aplicación. Fuente: Autoría propia

El Diagrama de Contexto de la Aplicación MoTE ilustra la interacción entre el sistema de software 'MoTE' y sus usuarios principales: estudiantes y profesores. En este diagrama, 'MoTE' se presenta como un sistema interactivo diseñado para monitorear el engagement

estudiantil en tiempo real. Los **estudiantes**, representados como un actor en el diagrama, interactúan con 'MoTE' enviando datos sobre su engagement a través de la plataforma. Estos pueden incluir su estado emocional, feedback sobre las clases y otras métricas relacionadas con su participación en el proceso educativo. Por otro lado, los **profesores**, también representados como un actor, utilizan 'MoTE' para recibir y analizar los datos de engagement proporcionados por los estudiantes. Esto les permite obtener una comprensión más profunda de la dinámica de la clase y adaptar sus métodos de enseñanza para mejorar la experiencia educativa.

Nivel de Contenedores: Detalla las aplicaciones, bases de datos principales del sistema y cómo interactúan entre sí.

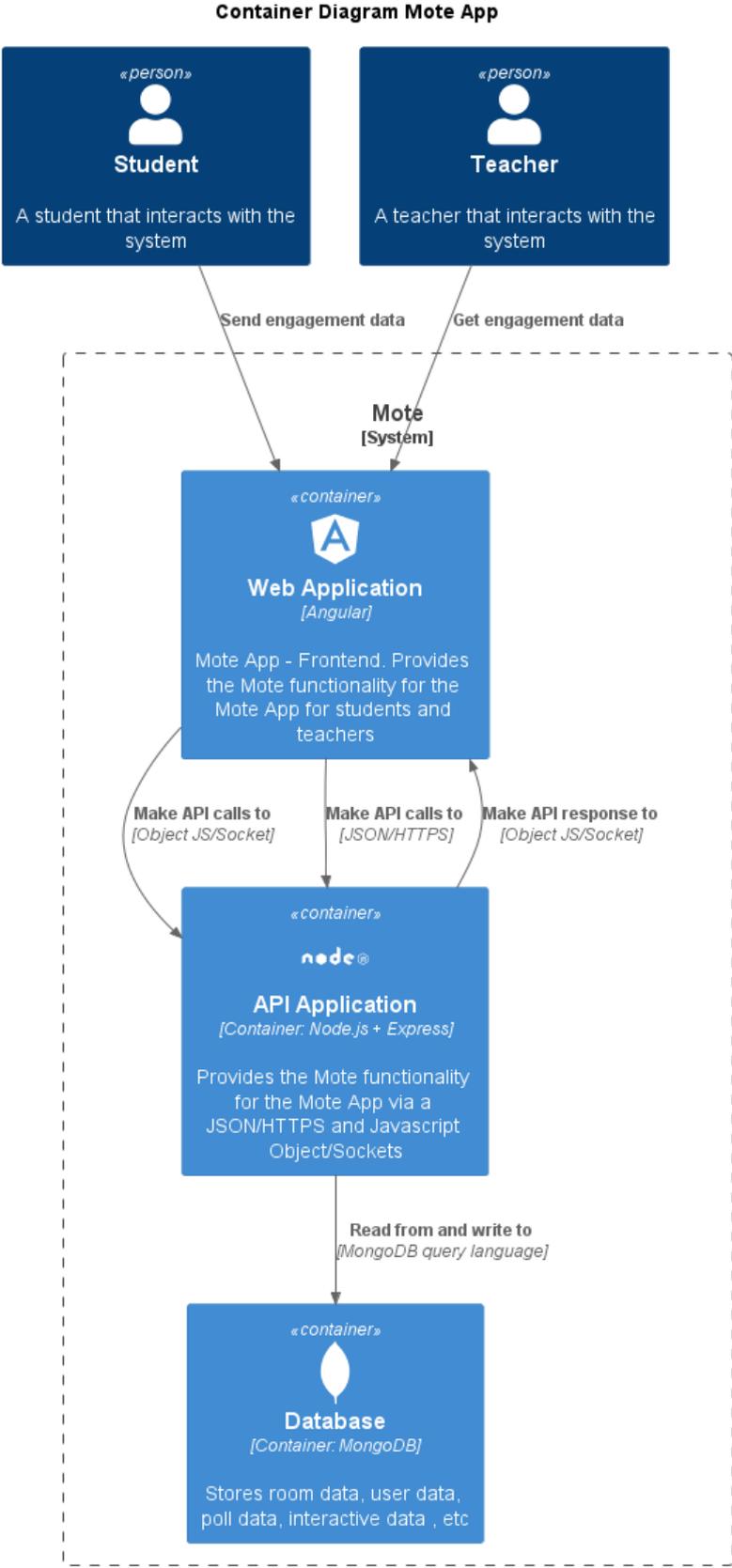


Figura 24. Diagrama de contenedores del sistema MoTE. Fuente: Autoría propia

Este Diagrama de contenedores ofrece una vista detallada de la arquitectura interna del sistema de software 'MoTE'. En este diagrama, el sistema se descompone en tres contenedores principales que representan los componentes clave de la aplicación:

Frontend (Web Application): Desarrollado con Angular, este contenedor representa la interfaz de usuario de 'MoTE', a través de la cual tanto estudiantes como profesores interactúan con la aplicación. Los estudiantes utilizan esta interfaz para enviar datos sobre su engagement, mientras que los profesores la utilizan para acceder y visualizar estos datos.

Backend (API Application): Implementado con Node.js y Express, este contenedor gestiona la lógica de negocios central de 'MoTE', procesando las llamadas de la API desde el frontend. Utiliza tanto JSON/HTTPS como Objects/Socket para la comunicación, asegurando la transferencia eficiente y en tiempo real de los datos de engagement.

Base de Datos (Database): Este contenedor almacena todos los datos relevantes para la aplicación, incluyendo información de las salas, datos de los usuarios, datos de encuestas y otros datos interactivos. La base de datos MongoDB es elegida por su flexibilidad y capacidad de manejar grandes volúmenes de datos no estructurados.

Nivel de Componentes: Describe los componentes dentro de cada contenedor

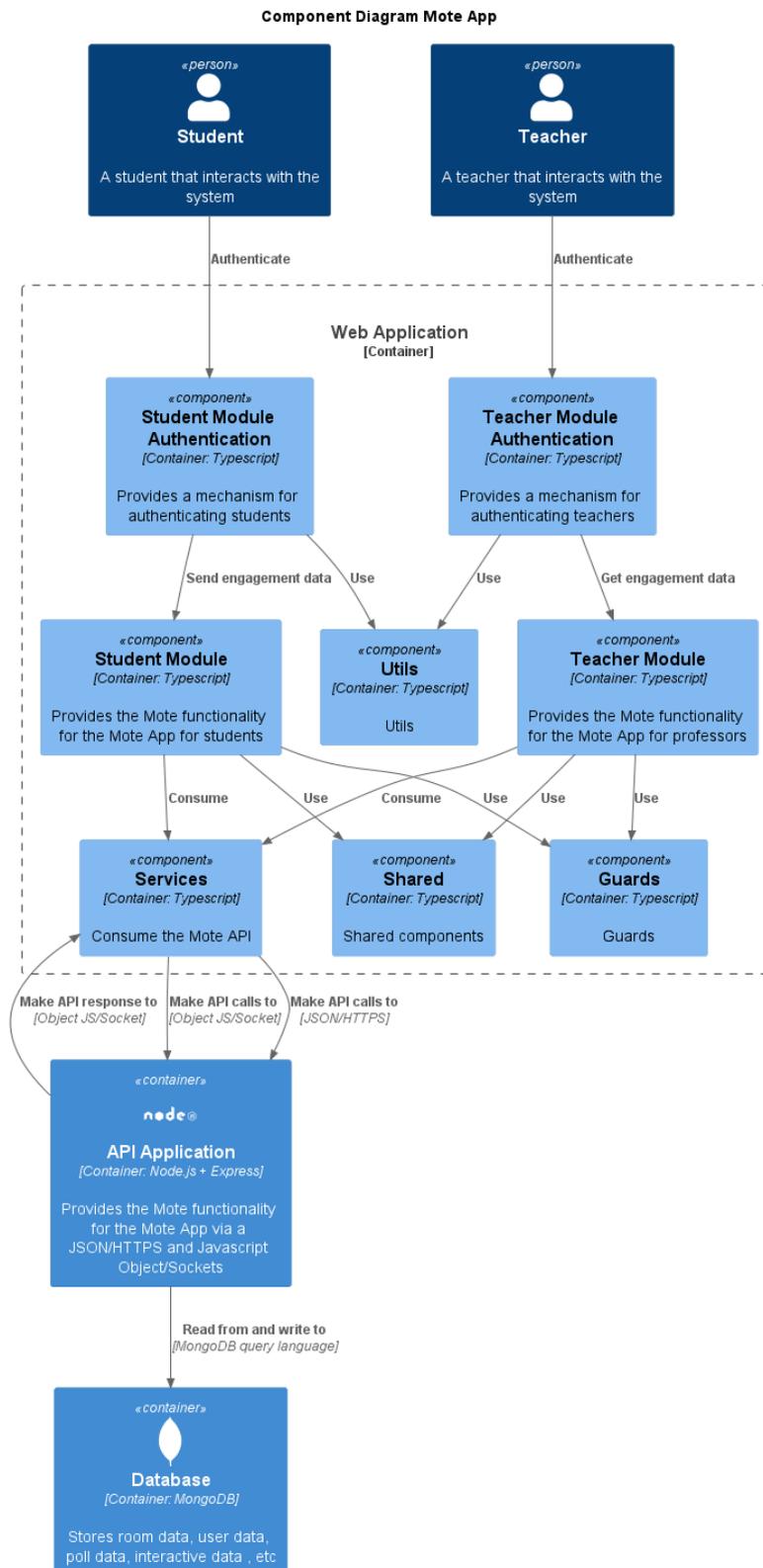


Figura 25. Diagrama de componente del container Web Application. Fuente: Autoría propia

El Diagrama de Componentes detalla la estructura interna del contenedor de la aplicación web desarrollada con Angular. Este contenedor está compuesto por varios componentes clave que trabajan juntos para proporcionar una experiencia de usuario interactiva y segura tanto para estudiantes como para profesores.

- **Módulos Estudiantil y Docente:** Estos dos componentes, 'Módulo Estudiantil' y 'Módulo Docente', implementados en TypeScript, se encargan de proporcionar funcionalidades específicas para los estudiantes y los profesores, respectivamente. Permiten a los usuarios interactuar con las distintas características de 'MoTE', como enviar y recibir datos.
- **Autenticación de Estudiantes y Docentes:** Los componentes 'Módulo de Autenticación Estudiantil' y 'Módulo de Autenticación Docente' gestionan la verificación y seguridad de las credenciales de los usuarios, asegurando un acceso seguro y autorizado a la aplicación.
- **Servicios:** El componente 'Servicios', también en TypeScript, se encarga de consumir la API proporcionada por el backend de 'MoTE'. Realiza llamadas API tanto a través de Object JS/Socket como de JSON/HTTPS para la comunicación y transferencia de datos.
- **Componentes Compartidos y Utilidades:** Los componentes 'Compartidos' y 'Utilidades' ofrecen funcionalidades y herramientas reutilizables a lo largo de la aplicación, como componentes de interfaz de usuario genéricos y funciones auxiliares.
- **Guards:** Los Guards son responsables de controlar el acceso a diferentes partes de la aplicación, asegurando que solo los usuarios autenticados y autorizados puedan acceder a ciertas funcionalidades.

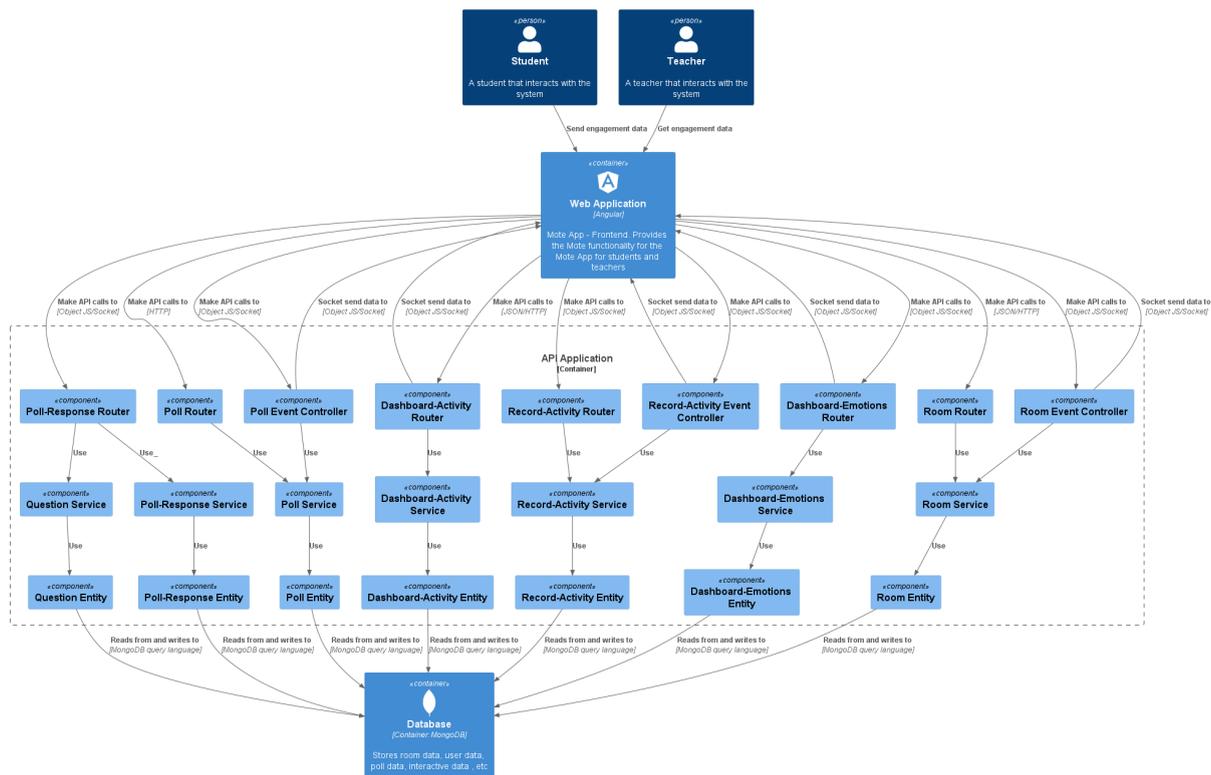


Figura 26. Diagrama de componente del container API Application. Fuente: Autoría propia

Dentro del contenedor API Application, se encuentran varios componentes clave:

- **Routers:** Como 'Dashboard-Activity Router', 'Poll Router', 'Record-Activity Router' y otros, que dirigen las solicitudes entrantes a los servicios apropiados.
- **Servicios:** Incluyen 'Dashboard-Activity Service', 'Poll Service', 'Record-Activity Service' y más, que contienen la lógica de negocios y se comunican con las entidades de la base de datos.
- **Controladores de Eventos:** Tales como 'Poll Event Controller' y 'Record-Activity Event Controller', que manejan eventos en tiempo real y la lógica asociada con los sockets de la aplicación.
- **Entidades:** Representan la estructura de datos y se utilizan para interactuar con la base de datos MongoDB. Incluyen 'Dashboard-Activity Entity', 'Poll Entity', 'Room Entity', etc.

Nivel de Código: Se enfoca en la estructura de clases y funciones a un nivel más detallado. La estructura de clases y funciones a nivel detallado no se especificarán por su variabilidad y extensión. Sin embargo, se puede evidenciar este nivel directamente en el repositorio de GitHub de la aplicación.

4.6.3. Clean Architecture en el Backend de la Aplicación MoTE

Descripción: Clean Architecture, propuesta por Robert C. Martin, se enfoca en separar las preocupaciones en capas concéntricas para mantener el código organizado, flexible y mantenible (Martin, 2018).

Importancia y Ventajas: Esta arquitectura mejora la escalabilidad, mantenibilidad y capacidad de prueba del software (Martin, 2018).

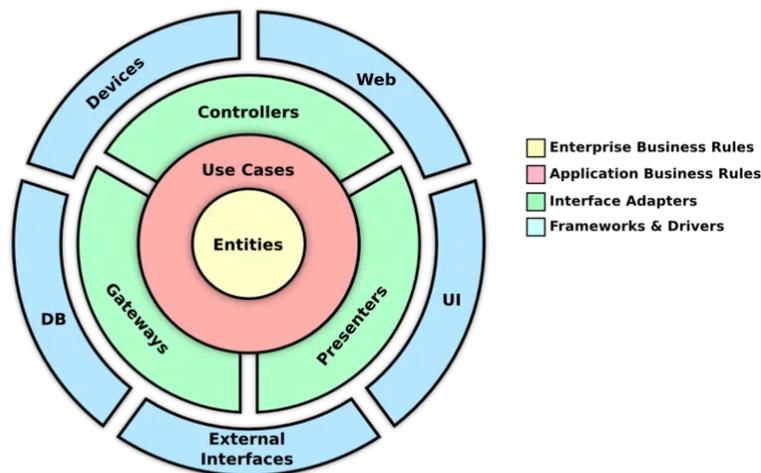


Figura 27. Estructura de Clean Architecture. Fuente: (Martin, 2018)

En el desarrollo del backend de la aplicación MoTE, se adoptó la metodología de Clean Architecture para estructurar el sistema de manera que promoviera la separabilidad de las preocupaciones, la mantenibilidad y la flexibilidad. A continuación, se detalla cómo se alinearon los componentes del proyecto con las capas propuestas por Robert C. Martin en su enfoque de Clean Architecture:

Frameworks, Web: Frontend Angular

- **Controllers:** Routes, events controllers
 - **Use Cases:** Services
 - **Entities:** Entities

Frameworks (Frameworks & Web): La base de la aplicación MoTE se sitúa en esta capa externa, donde se implementó el Frontend utilizando Angular. Esta capa interactúa directamente con los usuarios (estudiantes y profesores) y se encarga de presentar la información y capturar las interacciones del usuario. Representados por el contenedor de Web Application en el modelo C4.

Controladores (Controllers): Dentro del backend, los controladores actúan como intermediarios. En esta capa se ubican los routers, middlewares y controladores de sockets. Estos elementos sirven como puente entre las solicitudes de usuario del frontend y la lógica de negocio implementada en las capas internas, manejando las entradas y salidas del sistema. Incluyen los 'Routers' y 'Event controllers' en el modelo C4 reflejado en el diagrama de componente del container API Application.

Casos de Uso (Use Cases): Los servicios en MoTE representan esta capa de casos de uso. Aquí se implementa la lógica de negocio específica de la aplicación, procesando los datos y ejecutando operaciones requeridas por los usuarios. Esta capa es crucial para mantener las reglas de negocio independientes de las interfaces de usuario y los detalles de la base de datos. Corresponden a los archivos 'services' en el modelo C4, esto se refleja en el diagrama de componentes del container API Application.

Entidades (Entities): En el núcleo de la arquitectura, las entidades encapsulan los conceptos críticos del negocio de MoTE y sus reglas. Las entidades en MoTE incluyen modelos de datos como datos de usuario, información de encuestas y métricas de engagement. Se relacionan con los archivos 'entities' en el modelo C4, esto se refleja en el diagrama de componente del container API Application, representando los objetos de negocio.

Esta estructuración siguiendo Clean Architecture permitió un desarrollo y mantenimiento eficientes de la aplicación MoTE. Al separar claramente las preocupaciones en diferentes capas, se facilitó la evolución y expansión del sistema, permitiendo cambios en una parte del sistema (como la interfaz de usuario o la base de datos) sin afectar significativamente a las demás. Además, esta separación de capas ha resultado en una mayor facilidad para realizar pruebas y depuración del sistema, ya que cada capa puede ser probada independientemente.

Beneficios Observados en MoTE

- **Mantenibilidad Mejorada:** La clara separación de responsabilidades facilitada por Clean Architecture ha permitido realizar cambios y actualizaciones en la aplicación de manera más rápida y segura. La modularidad del código y la desacoplamiento de las capas han simplificado la tarea de actualizar y mejorar partes específicas del sistema sin afectar otras áreas
- **Escalabilidad:** La arquitectura escalable ha permitido que la aplicación se adapte fácilmente a un número creciente de usuarios y a una carga de trabajo más intensa, manteniendo un rendimiento óptimo y una gestión eficaz de los recursos.
- **Facilidad en Pruebas y Depuración:** Cada capa de la aplicación puede ser probada de manera independiente, lo que facilita la detección y corrección de errores. Esto ha resultado en un software más robusto y confiable.
- **Flexibilidad en el Desarrollo:** La arquitectura ha permitido al equipo de desarrollo introducir nuevas tecnologías y enfoques sin reestructurar todo el sistema, asegurando así que la aplicación se mantenga actualizada con las últimas tendencias y mejores prácticas en desarrollo de software.

En conclusión, la adopción de Clean Architecture en el desarrollo del backend de la aplicación MoTE ha demostrado ser una decisión estratégica acertada. La estructura y organización proporcionadas por esta metodología no solo han mejorado la calidad del código y la eficiencia del proceso de desarrollo, sino que también han garantizado que la aplicación sea escalable, mantenible y flexible.

Estas características son esenciales para un sistema que requiere adaptarse y evolucionar constantemente para satisfacer las cambiantes necesidades de los estudiantes y profesores en el dinámico entorno educativo. A través de la implementación de Clean Architecture, MoTE busca posicionarse como una herramienta valiosa y sostenible en el campo del monitoreo del engagement estudiantil, destacando la importancia de una sólida arquitectura de software en el desarrollo de aplicaciones educativas efectivas.

4.7. Interfaz de usuario el estudiante

Pantalla de Ingreso del Estudiante: El estudiante puede ingresar a una sala con un código de sala previamente creado y enviado por el docente.



Figura 28. Pantalla de ingreso a la sala. Fuente: Autoría propia

Pantalla principal: La interfaz principal contiene varias opciones claramente definidas:

- **Barra de nivel de participación:** Barra que se llena conforme el estudiante va interactuando con cualquier opción de la aplicación.
- **Comentarios en clase:** Redirige a la pantalla de comentarios.
- **Encuestas:** Redirige a la pantalla de encuestas.
- **Solicitar un descanso:** Permite al usuario solicitar un descanso con solo presionar un botón.
- **Tengo sueño:** Como su nombre indica permite al estudiante expresar si tiene sueño.
- **Excelente clase:** Permite al estudiante expresar si se siente conforme con la clase.
- **Expresar mis emociones:** Redirige al estudiante a una pantalla para expresar su estado emocional.
- **Signo de Interrogación esquina inferior izquierda:** Lleva al estudiante a la pantalla de dudas.
- **Ícono central en forma de casa:** Permite al estudiante regresar a la interfaz principal.
- **Trofeo:** Redirige a la pantalla de badges.



Figura 29. Pantalla principal de la aplicación del estudiante. Fuente: Autoría propia

Pantalla de dudas y comentarios: La pantalla de dudas y comentarios permiten al estudiante enviar dudas y comentarios acerca de la clase, el estilo de estas pantallas es el mismo a diferencia del título de la pantalla, a continuación se presenta la pantalla de dudas.

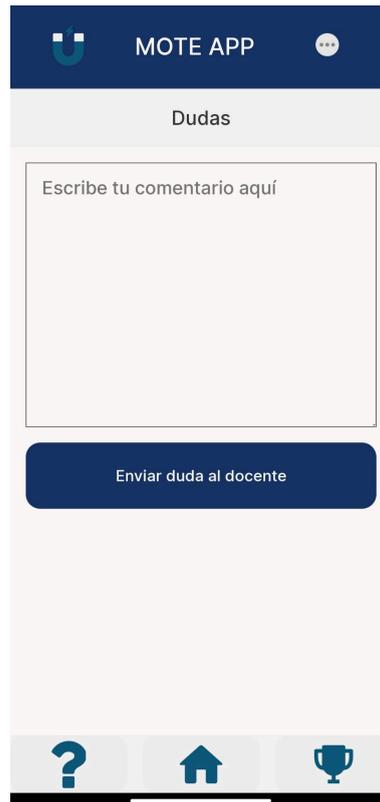


Figura 30. Pantalla de dudas. Fuente: Autoría propia

Pantalla de Badges - Solicitar recompensa:

- **Progreso (Reclamar mi premio):** Esta característica tiene como objetivo informar a los estudiantes sobre su avance y participación en la aplicación. Funciona como un indicador de progreso, donde la interacción constante y activa del estudiante con la aplicación se traduce en un avance gradual hacia un premio. La idea es fomentar un uso más frecuente y comprometido con la plataforma, convirtiendo la participación en una experiencia más atractiva y gratificante. A medida que los estudiantes interactúan más con la aplicación, avanzan en su barra de progreso, acercándose cada vez más a la posibilidad de reclamar una recompensa.
- En este aspecto de la interfaz, una vez que los estudiantes alcanzan el nivel máximo en su barra de nivel de participación, se les presenta la oportunidad de reclamar una recompensa. En la pantalla de 'Badges', se mostrarán las recompensas disponibles, permitiendo al profesor seleccionar y otorgar una recompensa apropiada en reconocimiento al uso de la aplicación por parte del estudiante. Este sistema de recompensas motiva una participación continua y efectiva en el proceso de aprendizaje.

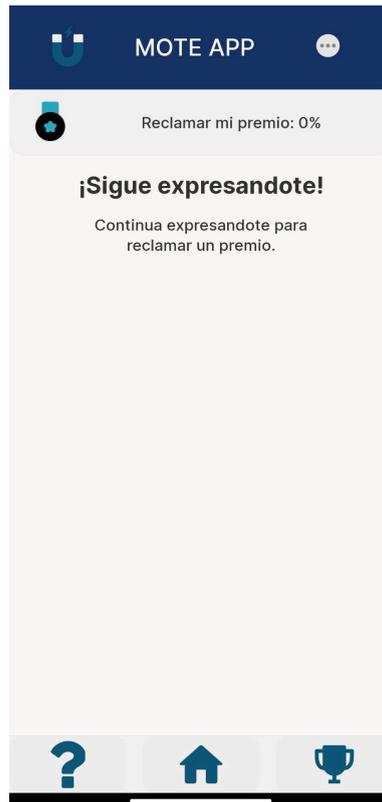
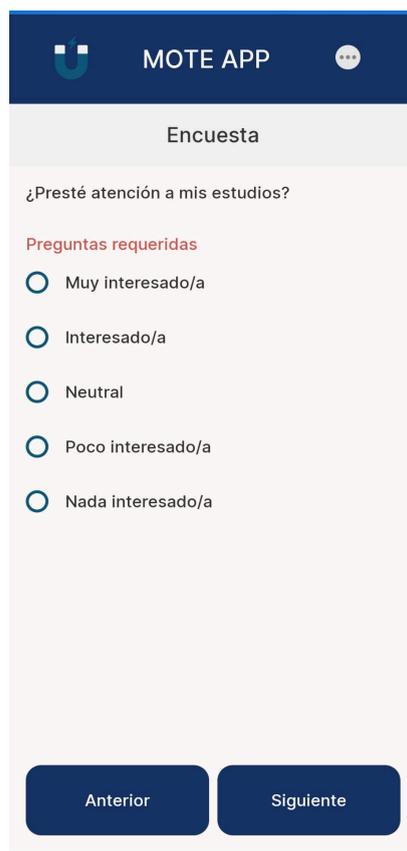


Figura 31. Pantalla de badges con el premio oculto. Fuente: Autoría propia



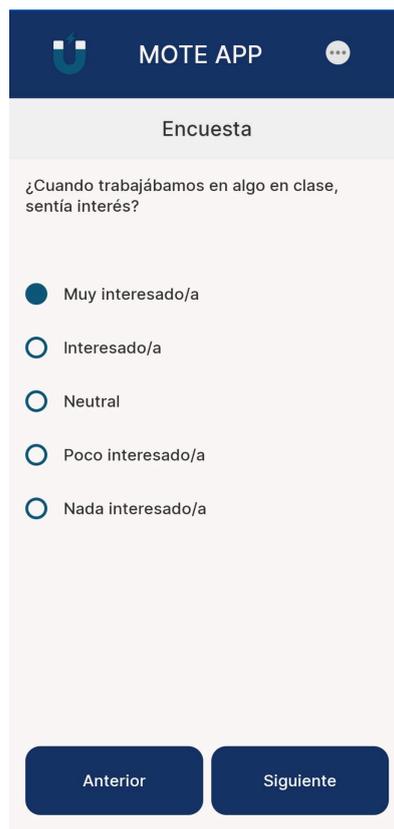
Figura 32. Pantalla de badges con el premio explícito. Fuente: Autoría propia

Interfaz encuestas: el objetivo es que el estudiante pueda recibir preguntas predefinidas que serán enviadas por el docente para recolectar información sobre la clase y engagement estudiantil. Las preguntas que se utilizaron fueron obtenidas de dos trabajos previos relacionados al tema de tesis, el primer conjunto de preguntas fueron extraídas de (Lo & Hew, 2021, p. 16) y el segundo de (Hoi & Le Hang, 2021, p. 13). Para más detalle de las preguntas ver los anexos.



The screenshot displays the MOTE APP interface for a survey. At the top, there is a dark blue header with the app's logo, the text "MOTE APP", and a menu icon. Below the header, the title "Encuesta" is centered. The main content area contains the question "¿Presté atención a mis estudios?". Underneath, the text "Preguntas requeridas" is shown in red. A list of five radio button options follows: "Muy interesado/a", "Interesado/a", "Neutral", "Poco interesado/a", and "Nada interesado/a". At the bottom of the screen, there are two dark blue buttons labeled "Anterior" and "Siguiente".

Figura 33. Pantalla de encuestas con pregunta de tipo Likert. Fuente: Autoría propia



The image shows a mobile application interface for a survey. At the top, there is a dark blue header with the UCUENCA logo on the left, the text "MOTE APP" in the center, and a menu icon on the right. Below the header, the word "Encuesta" is centered. The main content area contains the question: "¿Cuando trabajábamos en algo en clase, sentía interés?". Below the question are five radio button options: "Muy interesado/a", "Interesado/a", "Neutral", "Poco interesado/a", and "Nada interesado/a". At the bottom of the screen, there are two dark blue buttons labeled "Anterior" and "Siguiete".

Figura 34. Pantalla de encuestas con pregunta de tipo Likert. Fuente: Autoría propia

Pantalla de emociones: El objetivo es dotar al docente de la información sobre las emociones de sus estudiantes durante la clase.



Figura 35. Pantalla para selección de emociones. Fuente: Autoría propia

4.8. Dashboard del docente

Pantalla de ingreso: Permite al docente ingresar a la aplicación con su cuenta de correo electrónico, posteriormente podrá ingresar a la pantalla principal.

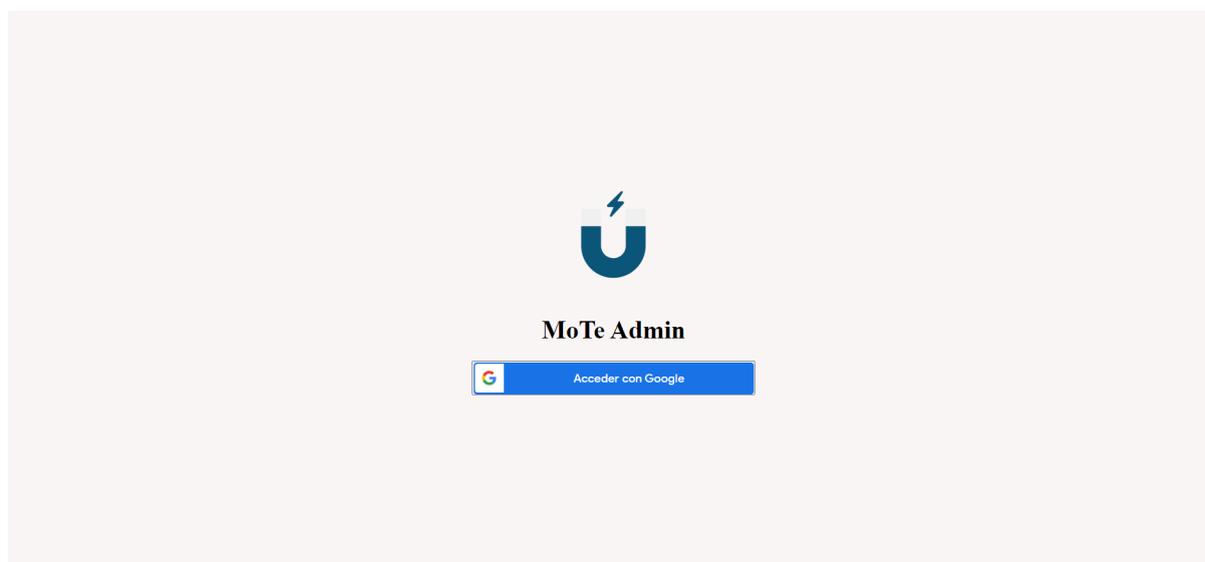


Figura 36. Pantalla principal del dashboard. Fuente: Autoría propia

Pantalla principal: Permite al docente elegir las opciones disponibles dentro de la aplicación, cada una de ellas redirige a una pantalla diferente, excepto la opción finalizar cuestionario que es la que permite que los estudiantes ya no tengan acceso a la encuesta.

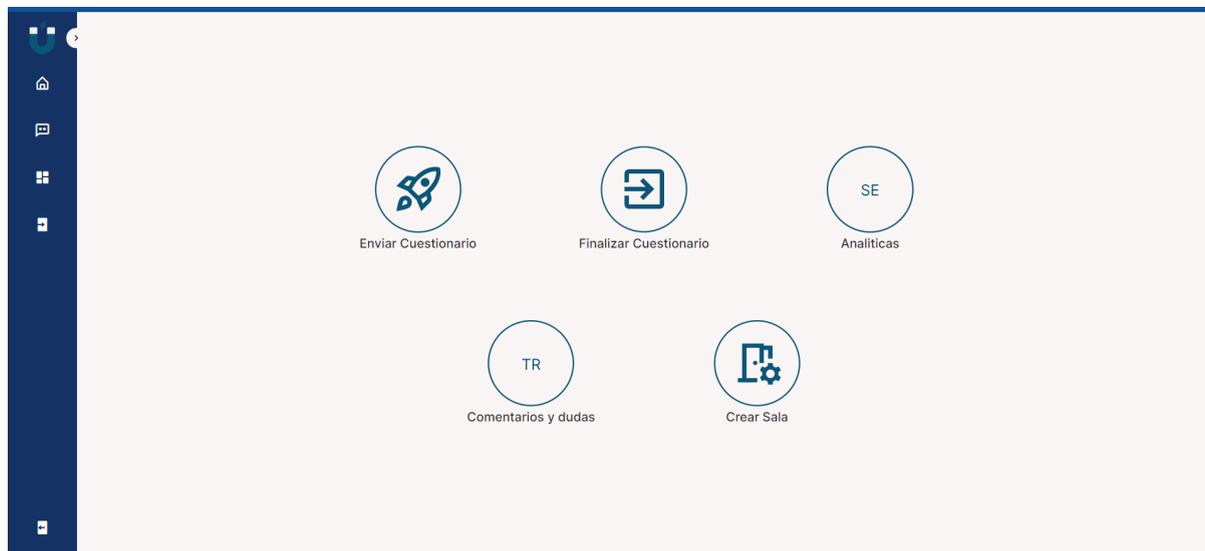


Figura 37. Pantalla principal del dashboard. Fuente: Autoría propia

Pantalla de encuestas: Permite al docente elegir una encuesta predeterminada para enviar a los estudiantes.

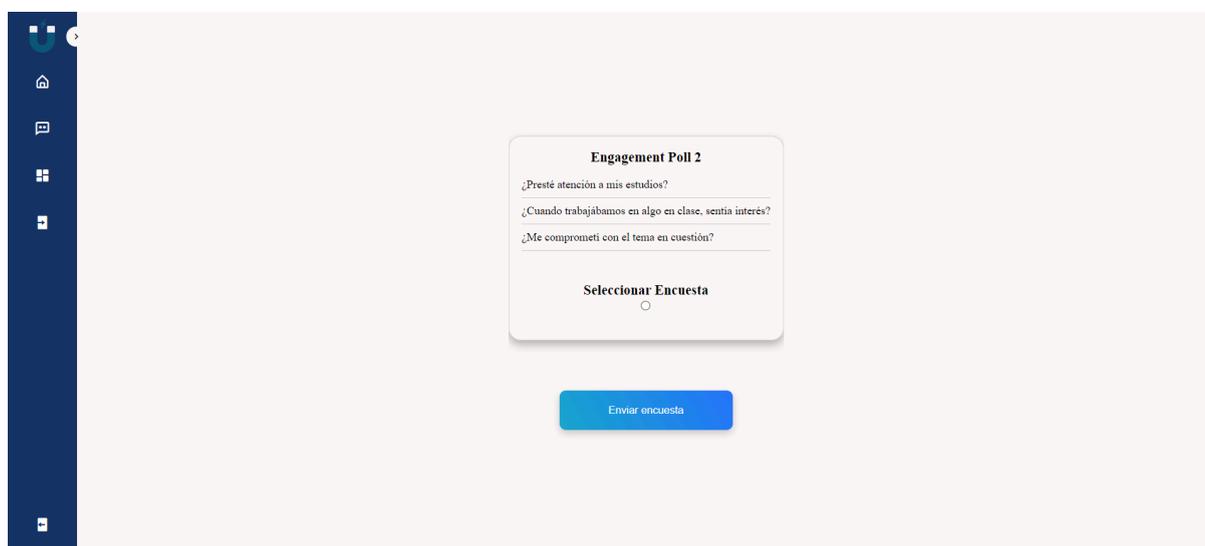


Figura 38. Pantalla de encuestas del dashboard. Fuente: Autoría propia

Pantalla de salas: Permite al docente crear una sala para que los estudiantes se puedan conectar, posteriormente la aplicación mostrará un código que pertenece a la sala creada.

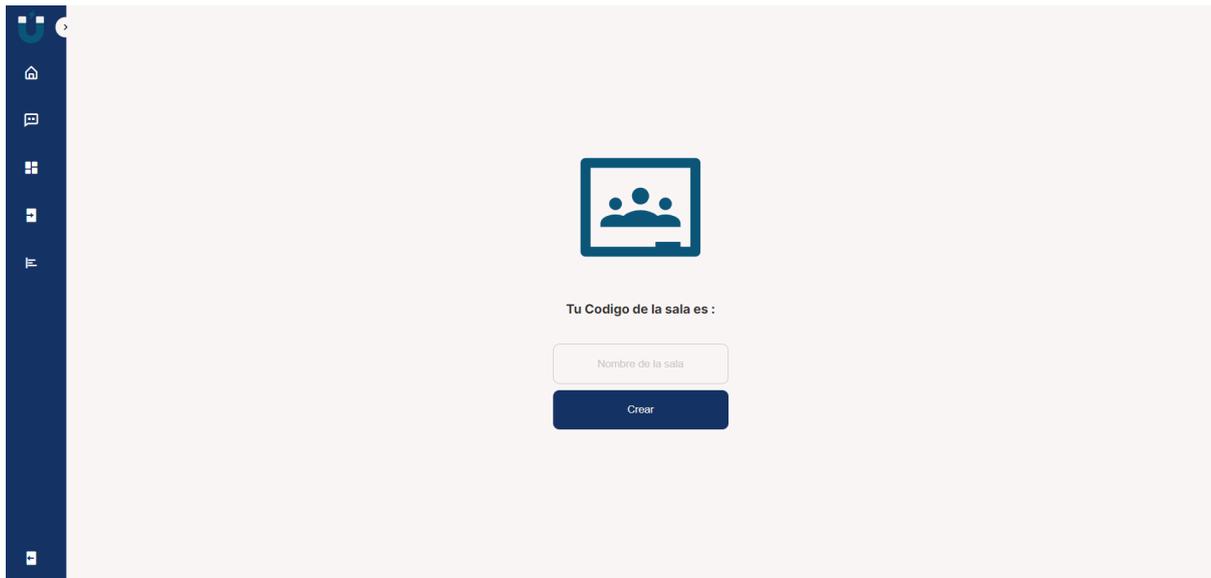


Figura 39. Pantalla de creación de salas del dashboard. Fuente: Autoría propia

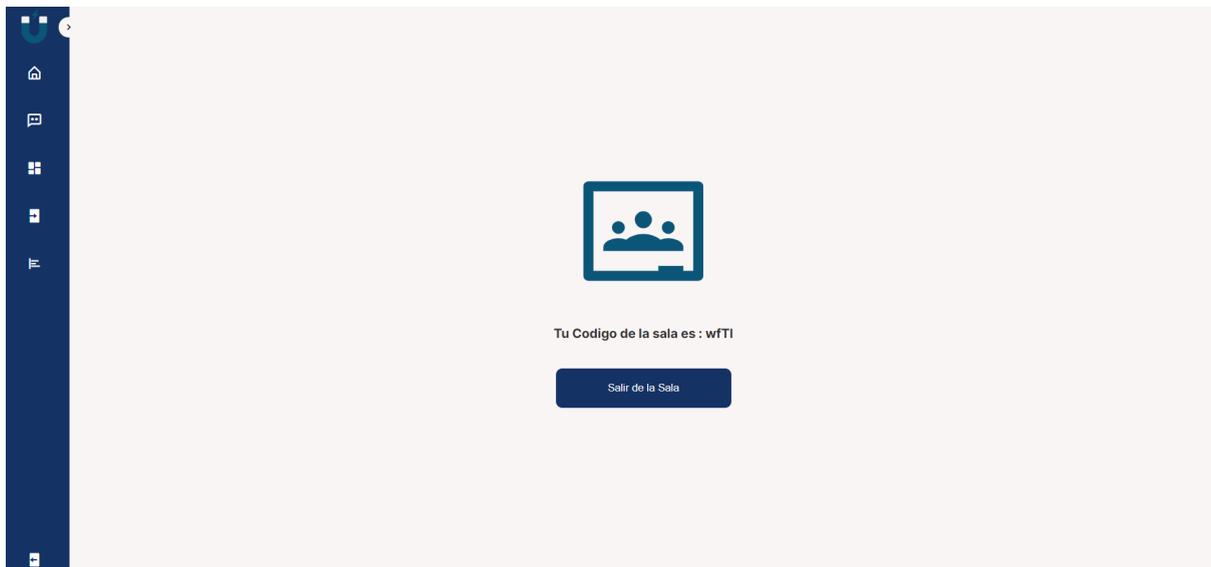


Figura 40. Pantalla de creación de salas con la sala creada. Fuente: Autoría propia

Comentarios y dudas: Refleja en tiempo real los comentarios y dudas de los estudiantes.

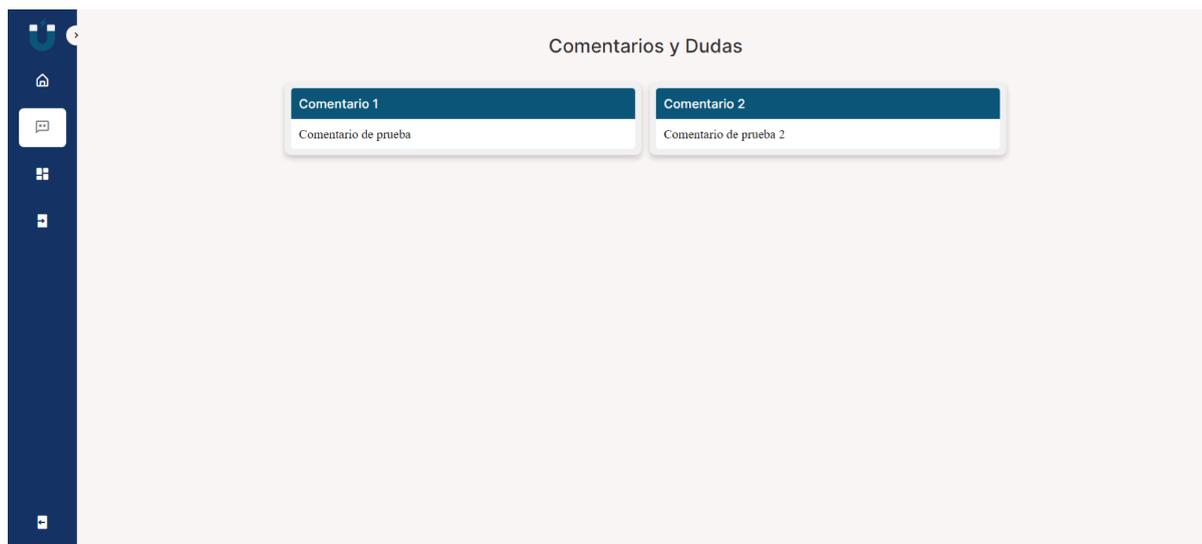


Figura 41. Pantalla de dudas y comentarios del dashboard. Fuente: Autoría propia

Dashboard de resultados: El Dashboard de Resultados proporciona una visualización detallada y organizada de las interacciones de los estudiantes con la aplicación. Este dashboard se caracteriza por presentar la información a través de gráficos que reflejan las actividades de los estudiantes, con las siguientes particularidades:

1. **Intervalos de tiempo:** Cada gráfico en el dashboard está organizado en intervalos de 10 minutos. Esto permite una representación temporal clara y concisa de la interacción estudiantil a lo largo de la clase o sesión.
2. **Contabilización única de interacciones repetidas:** En caso de que un estudiante realice la misma acción varias veces en un intervalo de 10 minutos, el dashboard contabilizará y mostrará esta acción solo una vez para ese intervalo. Por ejemplo, si un estudiante indica que tiene sueño 20 veces en los primeros 10 minutos de la clase, el dashboard refleja solo una interacción de 'tener sueño' para ese estudiante en el intervalo correspondiente de 1 a 10 minutos.
3. **Aplicación del mismo criterio para emociones:** Esta misma lógica se aplica a las interacciones relacionadas con las emociones. Si un estudiante selecciona la misma emoción múltiples veces dentro de un intervalo de 10 minutos, como pulsar que está feliz 30 veces, el dashboard solo refleja un cambio por esa emoción en ese intervalo. En el siguiente intervalo de 10 minutos, cualquier nueva indicación de la misma emoción se contará nuevamente como una sola interacción.

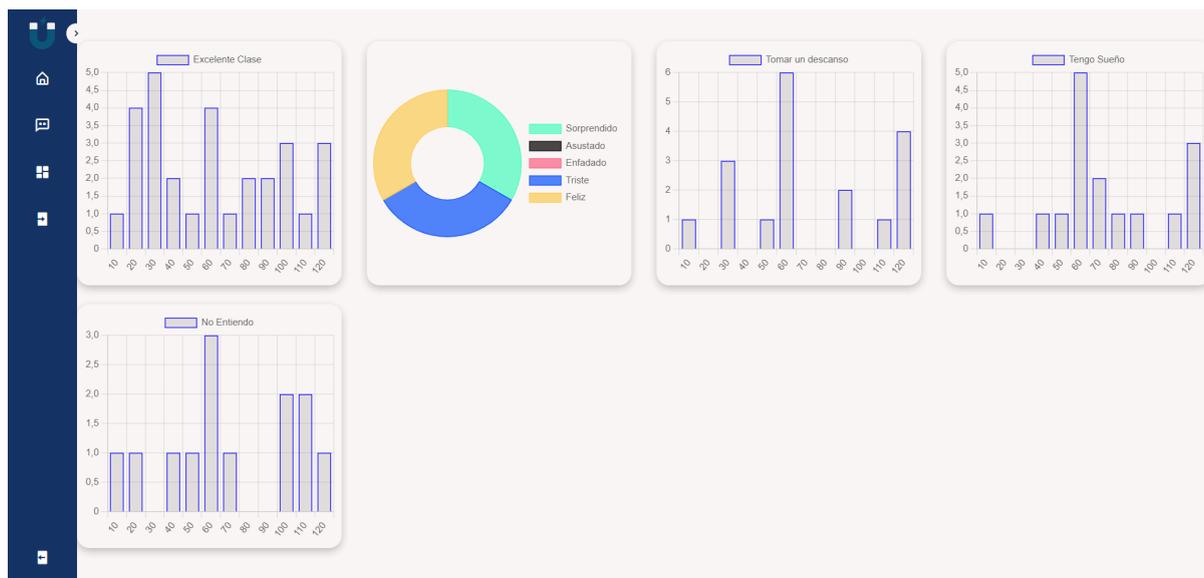


Figura 42. Pantalla que refleja frecuencia de interacciones de los estudiantes. Fuente: Autoría propia

Dashboard de encuestas: El Dashboard de encuestas provee una visualización sobre las respuestas contestadas por los estudiantes. Cada encuesta tiene tres preguntas; una por cada componente afectivo, cognitivo, conductual. Este dashboard se caracteriza por presentar la información a través de gráficos que reflejan el nivel de engagement por cada componente:



Figura 43. Pantalla que refleja el resultado de las encuestas. Fuente: Autoría propia
Este enfoque de diseño en el Dashboard de Resultados busca proporcionar una visión clara y no saturada de la participación de los estudiantes, evitando la duplicación de datos y garantizando que la información presentada sea tanto representativa como fácil de interpretar.

4.9. Conclusiones

En este capítulo, hemos delineado el proceso de diseño y desarrollo de MoTE, una aplicación innovadora para monitorear el engagement estudiantil. A través de un enfoque iterativo y basado en la retroalimentación, MoTE ha sido meticulosamente diseñada para abordar las necesidades específicas tanto de estudiantes como de profesores en el contexto educativo.

La aplicación se ha desarrollado con objetivos claros: monitorear el engagement estudiantil cubriendo sus dimensiones emocionales, conductuales y cognitivas, proporcionar un dashboard intuitivo para la visualización de datos, facilitar una comunicación eficiente entre estudiantes y docentes, y garantizar una alta usabilidad y accesibilidad. Estos objetivos se han alcanzado a través de la implementación de una serie de funciones clave, como el registro de estados emocionales, la función de comentarios en tiempo real, y la posibilidad de que los estudiantes soliciten descansos o indiquen somnolencia, entre otros.

Los requisitos funcionales y no funcionales de MoTE han sido cuidadosamente considerados y definidos, asegurando que la aplicación no solo sea efectiva en su propósito, sino también eficiente, segura y adaptable. El uso de tecnologías como Angular, Node.js, MongoDB, PWA, JWT y Socket.IO ha permitido crear una aplicación robusta y versátil, capaz de funcionar en diversos dispositivos y contextos.

El diseño de la arquitectura de MoTE, siguiendo el modelo C4 y la Clean Architecture, ha sido fundamental para crear una aplicación con una estructura clara, escalable y fácil de mantener. Este enfoque ha permitido un desarrollo eficiente y adaptable, facilitando la incorporación de nuevas características y la evolución de la aplicación según las necesidades emergentes.

En resumen, MoTE representa un avance significativo en el monitoreo del engagement estudiantil. Su diseño reflexivo, basado en la retroalimentación y las necesidades reales de los usuarios, junto con su sólida arquitectura y el uso de tecnologías avanzadas, la posicionan como una herramienta valiosa en el ámbito educativo. MoTE no solo facilita la recopilación de datos sobre el engagement estudiantil, sino que también proporciona insights cruciales para mejorar la experiencia educativa, reflejando un acuerdo con la mejora continua y la adaptación a las cambiantes dinámicas del entorno educativo.

5. CASO DE ESTUDIO DEL APLICATIVO PARA MONITOREAR EL ENGAGEMENT

5.1. Introducción y contextualización

En el contexto educativo actual, marcado por una creciente incorporación de tecnologías digitales en el aula, la necesidad de herramientas que fomenten la participación activa y el engagement estudiantil nunca ha sido más crítica. El aplicativo MoTE, diseñado para recolectar información valiosa de los estudiantes en tiempo real, emerge como una solución innovadora dirigida a enriquecer la experiencia educativa. A través de sus diversas funcionalidades, que permiten a los estudiantes registrar su estado emocional, solicitar pausas, indicar somnolencia, expresar dificultades, participar en encuestas en tiempo real y plantear preguntas y comentarios de manera anónima, MoTE busca abordar distintas dimensiones del engagement estudiantil, tales como el engagement emocional, comportamental y cognitivo.

La relevancia de este caso de estudio radica en su contribución al entendimiento de cómo las aplicaciones interactivas pueden influir en la experiencia educativa. En la era digital actual, la tecnología juega un papel crucial en la educación, y herramientas como MoTE son fundamentales para facilitar un aprendizaje más interactivo y comprometido. Sin embargo, para que estas herramientas sean efectivas, deben ser diseñadas teniendo en cuenta la usabilidad y la experiencia del usuario, asegurando que sean accesibles, intuitivas y alineadas con las necesidades de su público objetivo.

Los hallazgos de este estudio proporcionarán insights valiosos para el desarrollo futuro de MoTE y otras herramientas educativas digitales, con el objetivo final de mejorar la calidad y efectividad de la educación en la era digital.

5.2. Metodología

La aplicación MoTE fue utilizada por 283 personas, incluyendo estudiantes universitarios y autoridades académicas, en distintos escenarios, tanto en eventos públicos como en aulas de clase. Los usuarios representan a una variedad de facultades y especialidades, con énfasis en estudiantes universitarios de diversos niveles y áreas de estudio.



Figura 44. MoTE siendo usado en el taller de Plan Institucional de Transformación Digital de la Universidad de Cuenca. Fuente: (Universidad de Cuenca | LinkedIn, 2023)

Para la evaluación de usabilidad y experiencia de usuario, de todas las personas solo se evaluó la aplicación con los estudiantes por temas de planificación, accesibilidad y tiempo, se realizaron pruebas en tres aulas de la Universidad de Cuenca, tanto en modalidades presenciales como virtuales.

Se seleccionaron 2 aulas presenciales y 1 virtual para realizar las pruebas, con un total de 58 estudiantes participando activamente. La selección de estos grupos se realizó con el objetivo de abarcar un espectro amplio de experiencias y contextos de aprendizaje, permitiendo así evaluar la aplicabilidad y la efectividad del aplicativo MoTE en distintos entornos educativos. Los participantes fueron seleccionados de manera voluntaria, asegurando una muestra representativa de la diversidad estudiantil en términos de disciplinas académicas, niveles de estudio y familiaridad con tecnologías digitales.



Figura 45. Pruebas en producción de la aplicación. Estudiante utilizando MoTE desde su computador en la clase presencial de inglés. Fuente: Autoría propia

Proceso de Evaluación: Las pruebas de usabilidad y experiencia de usuario se llevaron a cabo entre el 3 de noviembre de 2023 y el 9 de enero de 2024.

Participación y Retroalimentación: Aunque no todos los usuarios de la aplicación realizaron evaluaciones de experiencia de usuario y usabilidad, a los participantes de las sesiones de prueba se les recomendó encarecidamente completar las encuestas pertinentes.

Para evaluar de manera exhaustiva la usabilidad y la experiencia de usuario del aplicativo MoTE, se emplearon dos técnicas de evaluación reconocidas en el ámbito de la interacción humano-computadora: el cuestionario de System Usability Scale (SUS) y el User Experience Questionnaire (UEQ).

System Usability Scale (SUS): Este cuestionario proporciona una herramienta confiable para medir la usabilidad de sistemas y aplicaciones. Consiste en una escala de 10 ítems con cinco opciones de respuesta que varían desde "Totalmente de acuerdo" hasta "Totalmente en desacuerdo", permitiendo calcular un puntaje global de usabilidad. Las preguntas que se utilizaron se encuentran en los anexos adjuntos de este documento.

User Experience Questionnaire (UEQ): El UEQ, es una herramienta ampliamente utilizada para evaluar la experiencia de usuario, permite evaluar la atracción, transparencia, eficiencia, controlabilidad, estimulación y novedad de un producto, cubriendo una amplia gama de aspectos de la experiencia de usuario, desde la estética hasta la eficiencia.

Tanto el cuestionario UEQ como la herramienta de análisis se obtuvieron de (Juric et al., 2022). Las preguntas que se utilizaron se encuentran en los anexos adjuntos de este documento.

Proceso de Recolección de Datos

Uso Durante la Clase: Los estudiantes interactuaron con la aplicación MoTE a lo largo de toda la sesión de clase, proporcionándoles una experiencia completa y continua con la herramienta.

Llenado de Cuestionarios: Inmediatamente después de la clase, se pidió a los estudiantes que rellenaran ambos cuestionarios. Esta metodología aseguró que las respuestas estuvieran basadas en la experiencia más reciente y directa con la aplicación.

Además de los cuestionarios SUS y UEQ, se recopiló feedback cualitativo de los estudiantes mediante encuestas abiertas y sesiones de feedback en grupo. Esta información fue crucial para identificar áreas de mejora en la interfaz y funcionalidades del aplicativo. Se registraron sugerencias específicas relacionadas con la adición de nuevas emociones, mejoras en la organización de la interfaz y funcionalidades adicionales deseables. La implementación iterativa de mejoras en el aplicativo, basada en este feedback, permitió evaluar el impacto de estos cambios en la usabilidad y la experiencia de usuario a lo largo del tiempo.

Análisis de Datos

Los datos recogidos a través de los cuestionarios SUS y UEQ fueron analizados estadísticamente para determinar la media y la desviación estándar de las puntuaciones en cada categoría evaluada. Este análisis cuantitativo se complementa con un análisis cualitativo del feedback proporcionado por los estudiantes, lo que permitió una comprensión más profunda de la experiencia de usuario y las áreas de mejora del aplicativo MoTE.

5.3. Implementación

El estudio se realizó en un periodo de aproximadamente dos meses, con la participación de estudiantes en clases presenciales y virtuales. Al final de cada clase, se administraron los cuestionarios SUS y UEQ. La implementación se detalla a continuación:

Tabla 4. Cantidad de estudiantes por facultad que evaluaron la aplicación. Fuente: Autoría Propia.

Tipo de Clase	Facultad	Horario	Número de Estudiantes
Presencial	Ingeniería - Ciencia de Datos	9-11 am	13
Presencial	Varias - Clases de Inglés	1-2 pm	25
Virtual	Varias - Clases de Inglés	8-9 pm	20
Total:			58
Total de respuestas en cuestionarios de usabilidad y experiencia de usuario:			43

5.4. Resultados y análisis de la evaluación

5.4.1. UEQ

Codificación de la escala: Para cálculos estadísticos, el +3 representa el valor más positivo y el -3 el más negativo.

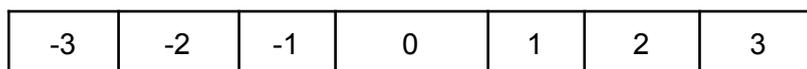
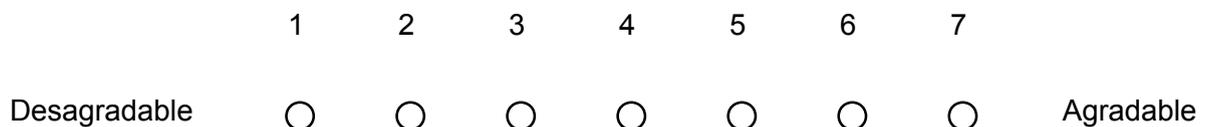


Figura 46. Escala y referencia de codificación. Fuente: Autoría propia

En la siguiente tabla (Ver Tabla 5) los valores > 0,8 representan una evaluación positiva y los valores < -0,8 representan una evaluación negativa, estos valores son recogidos de (Schrepp, 2023) (publicado en la página oficial del UEQ). Se analizaron los resultados de tres grupos diferentes:

Tabla 5. Media y desviación estándar del grupo 1. Fuente: Autoría Propia.

Categorías	Media	Desviación Estándar
Atracción	1.400	1.453
Transparencia	0.933	1.599
Eficacia	1.233	1.171
Controlabilidad	0.833	1.407
Estimulación	1.033	1.558
Novedad	1.217	0.828

Nota: Los datos de esta tabla están separados por categorías.

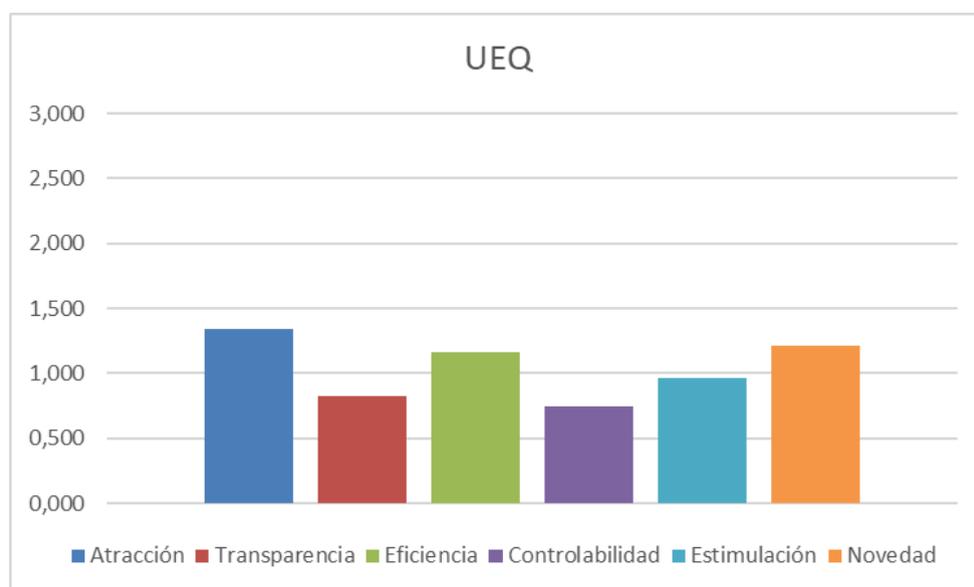


Figura 47. Gráfico de barras de las medias aritméticas por categoría grupo 1. Fuente: Autoría propia

Tabla 6. Media y desviación estándar del grupo 2. Fuente: Autoría propia.

Categorías	Media	Desviación Estándar
Atracción	1.614	1.123
Transparencia	1.592	1.217
Eficacia	1.474	1.371
Controlabilidad	1.066	0.873
Estimulación	1.066	1.600
Novedad	1.079	1.216

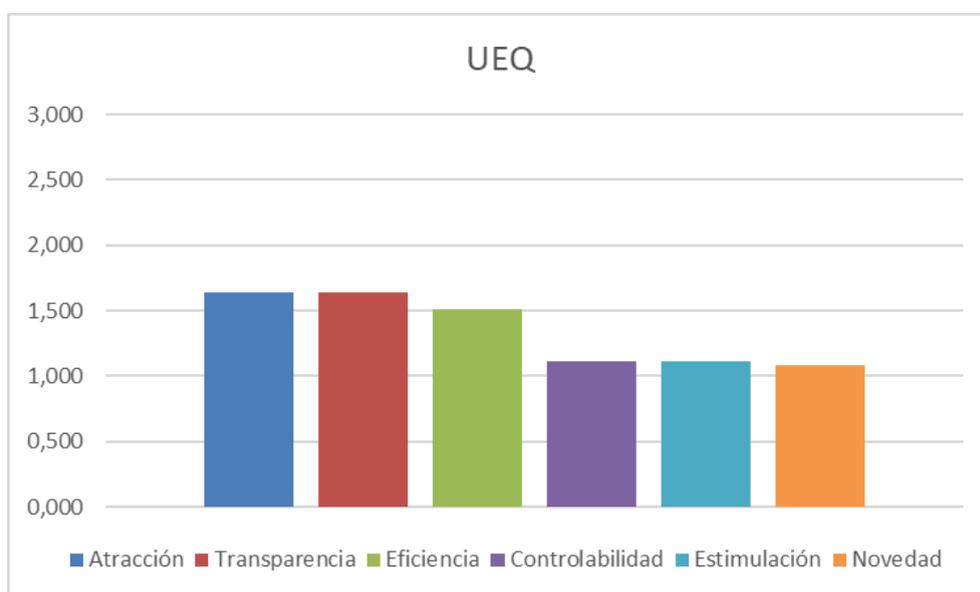


Figura 48. Gráfico de barras de las medias aritméticas por categoría grupo 2. Fuente: Autoría propia

Tabla 7. Media y desviación estándar del grupo 3. Fuente: Autoría propia.

Categorías	Media	Desviación Estándar
Estimulación	1.500	0.986
Novedad	1.625	0.710
Atracción	1.823	0.850
Controlabilidad	1.850	1.035
Eficiencia	2.00	1.369
Transparencia	2.550	0.725

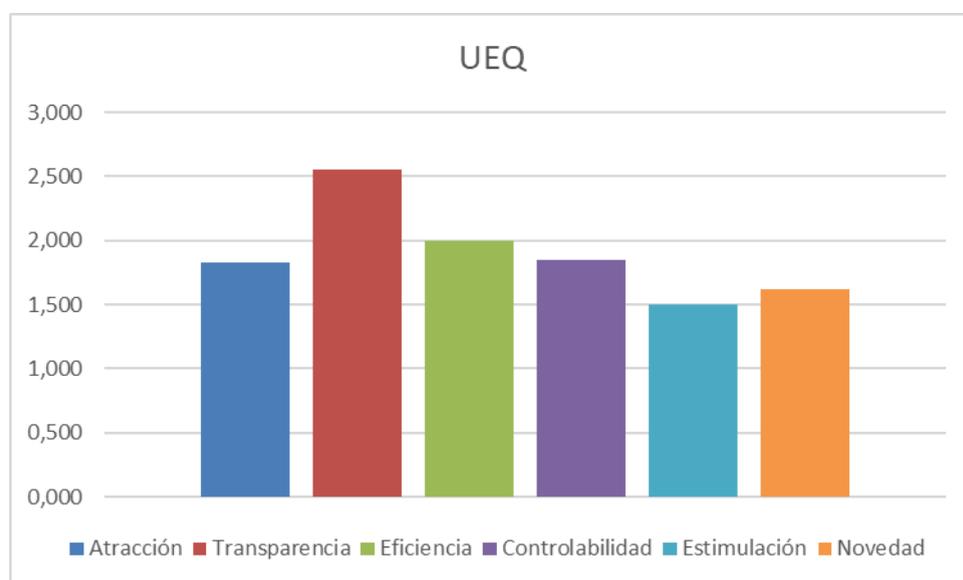


Figura 49. Gráfico de barras de las medias aritméticas por categoría grupo 3. Fuente: Autoría propia

Estos resultados indican diferencias en la percepción de la experiencia de usuario entre los grupos, destacando una tendencia hacia una experiencia más positiva en el aula virtual en comparación con las aulas presenciales, especialmente en categorías como transparencia y eficacia.

5.4.2. SUS

La puntuación SUS produce un valor único que refleja una medida global de la usabilidad del sistema. La contribución de cada elemento del cuestionario tiene cinco opciones que oscilan entre 0 y 4 (que van desde Muy de Acuerdo a Muy en Desacuerdo). Las puntuaciones del SUS se encuentran en un rango de 0 a 100.

Tabla 8. *Media aritmética SUS del grupo 1. Fuente: Autoría propia.*

Participante	Media
1	50
2	75
3	80
4	87,5
5	80
6	77,5
7	42,5
8	92,5
9	90
10	62,5
11	47,5
12	95
13	92,5

Promedio: 74,8

Los puntajes individuales variaron significativamente, con un rango que va desde 42.5 hasta 95, reflejando una percepción mixta de la usabilidad.

Tabla 9. *Media aritmética SUS del grupo 2. Fuente: Autoría propia*

Participante	Media
14	52,5
15	52,5
16	50
17	87,5
18	57,5
19	42,5
20	47,5
21	60

22	82,5
23	57,5
24	82,5
25	85
26	60
27	70
28	97,5
29	92,5
30	77,5
31	90
32	80
33	70

Promedio: 69,75

Los puntajes mostraron una amplia distribución, desde 42.5 hasta 97.5, indicando igualmente una percepción variada de la usabilidad entre los participantes.

Tabla 10. *Media aritmética SUS del grupo 3. Fuente: Autoría propia*

Participante	Media
34	100
35	100
36	92,5
37	92,5
38	92,5
39	97,5
40	90
41	82,5
42	42,5
43	52,5

Promedio: 84,25

Los puntajes fueron generalmente altos, con valores que oscilaron entre 42.5 y 100, sugiriendo una percepción más positiva de la usabilidad en el entorno virtual.

5.4.3. Feedback Cualitativo de los Estudiantes

El análisis cualitativo del feedback proporcionado por los estudiantes reveló varios aspectos clave para mejorar tanto la interfaz como las funcionalidades del aplicativo. Entre las sugerencias más destacadas se incluyen la adición de nuevas emociones para registrar estados más específicos como "cansado" o "aburrido", la necesidad de mejorar la organización de la interfaz y la inclusión de funcionalidades como un contador de tiempo para la clase. Algunos estudiantes también expresaron la necesidad de hacer la aplicación más visualmente atractiva y sugerencias para garantizar que el progreso de la barra de la aplicación no se pierda al recargar la página.

Esto nos permite saber que los estudiantes quieren comunicar al docente sus necesidades en cada una de las sesiones de clase. Por esta razón, el docente puede obtener observaciones valiosas sobre si las actividades que se plantean en clase promueven un clima que promueva el aprendizaje y la reflexión.

5.5. Discusión

Los resultados obtenidos de la aplicación de los cuestionarios System Usability Scale (SUS) y User Experience Questionnaire (UEQ), junto con el feedback cualitativo de los estudiantes, proporcionan una visión comprensiva de la usabilidad y la experiencia de usuario del aplicativo MoTE. Esta discusión se enfoca en considerar el impacto de las iteraciones de diseño basadas en el feedback de los estudiantes.

Interpretación de Resultados del UEQ y SUS

Los datos del UEQ revelan variaciones en la percepción de la experiencia de usuario entre los grupos participantes, con el grupo en el aula virtual reportando puntuaciones más altas en casi todas las categorías evaluadas. Esto sugiere que el aplicativo MoTE podría ser percibido como más útil y eficaz en entornos de aprendizaje virtual, posiblemente debido a una mayor dependencia de herramientas digitales para la interacción y el engagement en estos entornos. Estas diferencias también podrían reflejar la naturaleza de las interacciones en entornos presenciales o virtuales, donde la comunicación no verbal y las dinámicas de grupo en aulas físicas pueden influir en la percepción de la necesidad y utilidad de la aplicación.

Los resultados de SUS indican una variabilidad en la percepción de la usabilidad del aplicativo entre los estudiantes de los diferentes grupos. Mientras que algunos estudiantes valoraron altamente la usabilidad del aplicativo, otros expresaron dificultades, lo que sugiere áreas de mejora en la interfaz y en la experiencia de usuario. La variabilidad en estos puntajes subraya la importancia de considerar un amplio rango de experiencias de usuario en el proceso de diseño y mejora continua del aplicativo.

Es importante señalar que tras cada evaluación con distintos grupos de usuarios, se abordaron y corrigieron los errores señalados, tanto de manera verbal como por escrito por parte de los usuarios de la aplicación. Este proceso contribuyó significativamente al notable aumento en la experiencia de usuario y la usabilidad.

Feedback Cualitativo y Mejoras en la Interfaz

El feedback cualitativo proporcionado por los estudiantes es particularmente revelador, destacando la importancia de una interfaz intuitiva y funcionalidades que reflejen las necesidades y preferencias de los usuarios. Las sugerencias para añadir emociones adicionales y mejorar la organización de la interfaz resaltan la necesidad de una personalización más profunda y una navegación más clara. Además, la petición de características como un contador de tiempo de clase sugieren el deseo de los estudiantes de tener herramientas que apoyen su gestión del tiempo y organización durante las sesiones educativas.

Este feedback es invaluable para el desarrollo iterativo del aplicativo MoTE, donde cada ronda de mejoras puede ser guiada por las necesidades y experiencias reales de los estudiantes. La implementación de cambios basados en este feedback no solo puede mejorar la usabilidad y la experiencia de usuario, sino también reforzar el engagement y la participación estudiantil al hacer que los estudiantes se sientan escuchados y sus necesidades atendidas.

5.6. Interacciones de los usuarios con la aplicación

En el marco de nuestro objetivo general de implementar una aplicación interactiva en tiempo real para el monitoreo del engagement estudiantil en el aula, el análisis de las interacciones de los usuarios con MoTe es fundamental. Esta sección no solo destaca las funcionalidades más valoradas por los estudiantes en el caso de estudio sino que también identifica áreas potenciales de mejora para futuras iteraciones del aplicativo.

Este análisis no pretende ser exhaustivo, sino que busca sentar las bases para iteraciones futuras del aplicativo MoTe. Al identificar las funcionalidades más valoradas y aquellas que podrían requerir rediseño o mayor promoción, podemos iterar el diseño de MoTe de manera que se alinee aún más estrechamente con las necesidades educativas y emocionales de los estudiantes.

Recopilación de datos: La recopilación de datos se realizó mediante el registro automático del uso de las opciones en la aplicación dentro de una base de datos MongoDB. Este método permitió capturar datos precisos y detallados sobre cada interacción de los estudiantes con la aplicación, incluyendo la fecha, hora y naturaleza de cada acción. Los logs de la aplicación proporcionaron una rica fuente de datos en tiempo real, que refleja cómo los estudiantes interactúan con las diferentes funcionalidades ofrecidas.

Aclaración sobre el Análisis de Interacciones: Para el análisis de las interacciones, se identificó que los estudiantes podrían activar varias veces una misma opción en un corto lapso de tiempo (por ejemplo, seleccionar "Tengo sueño" 10 veces en unos pocos segundos). Para evitar la sobreestimación de estas interacciones repetitivas y obtener un reflejo más fidedigno de la participación estudiantil, se decidió analizar las frecuencias por minuto de los estudiantes. Es decir, en el lapso de un minuto, se contaron las interacciones no repetidas de un mismo estudiante, permitiendo así una evaluación más precisa del engagement con la aplicación. Este enfoque asegura que el análisis refleje de manera más acertada las interacciones significativas y evita la distorsión de los datos debido a entradas múltiples repetitivas.

Las interacciones específicas evaluadas incluyeron las opciones de "excelente clase", "tengo sueño", "no entiendo", "solicitar un descanso" y "comentarios acerca de la clase". Estas opciones fueron seleccionadas por su relevancia para capturar diferentes aspectos del engagement estudiantil y la retroalimentación sobre la experiencia educativa. Cada una de estas interacciones proporcionó insights valiosos sobre las preferencias, necesidades y comportamientos de los estudiantes en el aula.

Procedimiento del Análisis

Análisis Descriptivo: Se realizó un análisis descriptivo de los datos para determinar la frecuencia de cada tipo de interacción.

Visualización de Datos: Para facilitar la interpretación de los resultados, se emplearon técnicas de visualización de datos, como gráficos de barras y líneas, para ilustrar la distribución y tendencias de las interacciones de los estudiantes con la aplicación.

Resultados del Análisis

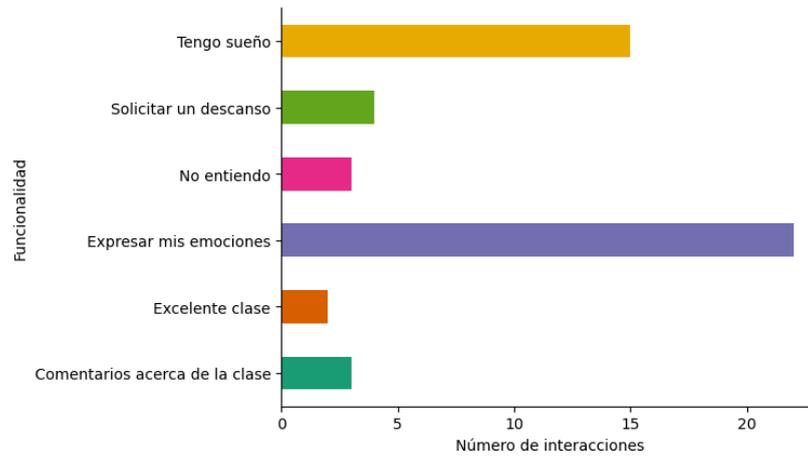


Figura 50. Frecuencia de interacciones clase 1 presencial. Fuente: Autoría propia

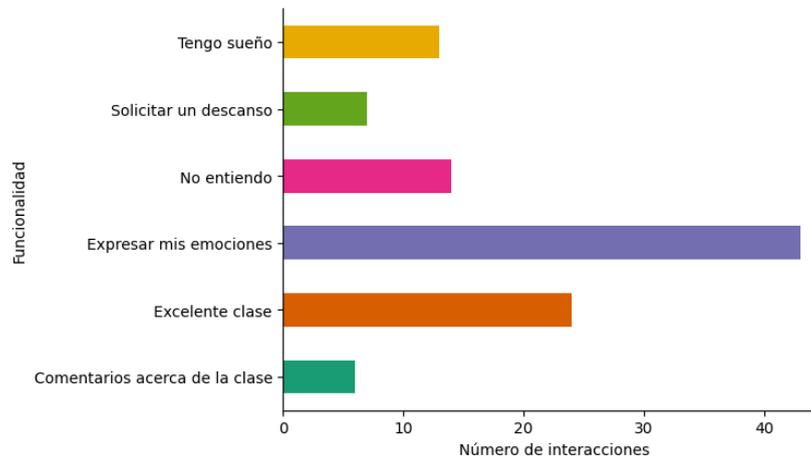


Figura 51. Frecuencia de interacciones clase 2 presencial. Fuente: Autoría propia

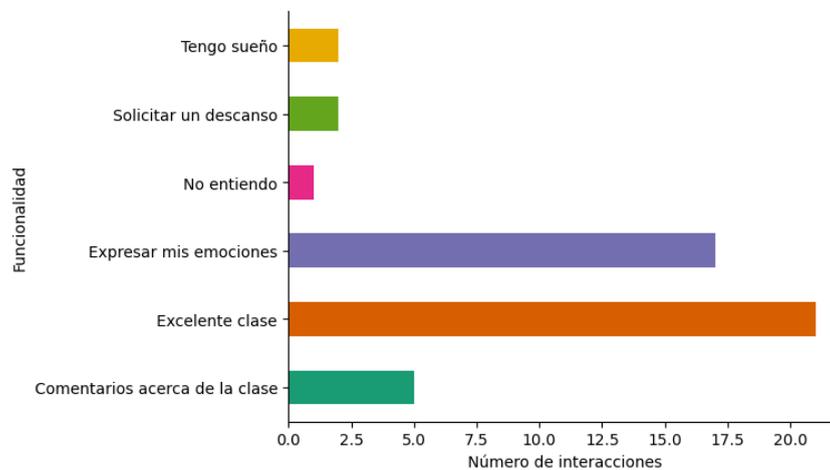


Figura 52. Frecuencia de interacciones clase 2 virtual. Fuente: Autoría propia

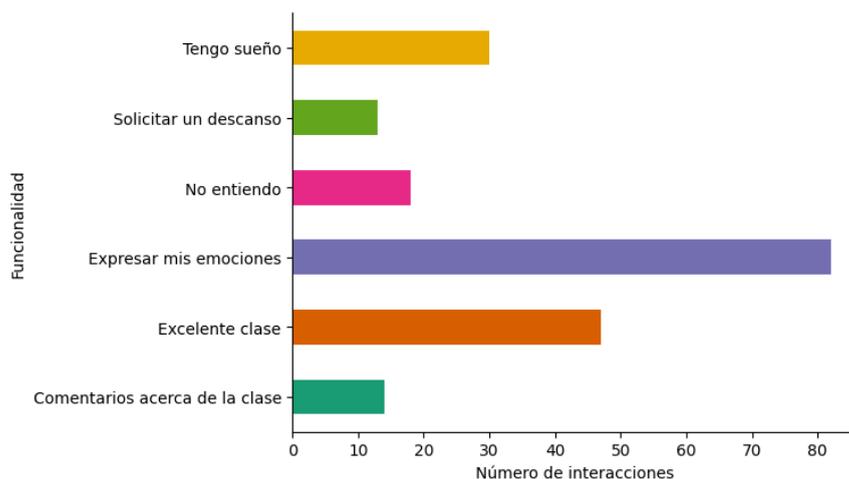


Figura 53. Frecuencias de interacciones de las tres clases. Fuente: Autoría propia

Tabla 11. Frecuencias totales y porcentaje de uso. Fuente: Autoría propia

Función de la aplicación	Frecuencia clase 1	Frecuencia clase 2	Frecuencia clase 3	Total de Frecuencias	% de uso
Expresar mis emociones	22	43	17	82	40.20
Excelente clase	2	24	21	47	23.04
Tengo sueño	15	13	2	30	14.71
No entiendo	3	14	1	18	8.82
Comentarios acerca de la clase	3	6	5	14	6.86
Solicitar un descanso	4	7	2	13	6.37
Total de interacciones	49	107	48	204	

La tabla proporcionada ofrece una visión detallada de cómo los estudiantes utilizan las diferentes funcionalidades de la aplicación MoTe en tres clases distintas, reflejando la frecuencia de uso y el porcentaje correspondiente a cada función. A partir de estos datos, es posible inferir preferencias de uso y detectar áreas de mejora potencial para la interfaz de la aplicación. A continuación, se discuten las implicaciones de estos hallazgos.

Expresar mis emociones: Esta función es la más utilizada, lo que indica una alta valoración por parte de los estudiantes para comunicar su estado emocional de manera anónima. Su alta frecuencia de uso sugiere que la aplicación satisface una necesidad importante de expresión personal en el aula.

Excelente clase: La segunda funcionalidad más popular permite a los estudiantes expresar su satisfacción con la clase, lo cual es un indicador positivo de engagement. La variación en su uso entre clases sugiere que puede estar influenciada por el contenido o la dinámica de la clase específica.

Tengo sueño, No entiendo, Comentarios acerca de la clase, Solicitar un descanso: Estas funcionalidades se utilizan con menos frecuencia, lo que podría indicar varias cosas, como una menor necesidad percibida de estas opciones, posibles barreras psicológicas para expresar vulnerabilidad o fatiga, una falta de visibilidad o accesibilidad en la interfaz de la aplicación. Este hallazgo subraya la necesidad de investigar más a fondo cómo la interfaz y la experiencia de usuario pueden optimizarse para fomentar una comunicación más abierta y honesta sobre las necesidades y dificultades de los estudiantes durante la clase.

5.7. Conclusiones y Recomendaciones

Este estudio ha explorado la usabilidad y la experiencia de usuario del aplicativo MoTE, una herramienta diseñada para monitorear el engagement y la participación estudiantil en entornos educativos. A través de la aplicación de cuestionarios estandarizados (SUS y UEQ) y la recopilación de feedback cualitativo de los estudiantes, se han obtenido insights valiosos sobre la percepción de la herramienta en diferentes contextos de aprendizaje.

Los resultados indican que, en general para el caso de estudio, el aplicativo MoTE es percibido positivamente por los estudiantes, especialmente en el entorno virtual, donde la experiencia de usuario y la usabilidad obtuvieron puntuaciones más altas. Sin embargo, la variabilidad en las puntuaciones del SUS y los comentarios de los estudiantes resaltan áreas específicas para la mejora, tales como la necesidad de una interfaz más intuitiva y la inclusión de funcionalidades adicionales que reflejen las necesidades y emociones de los estudiantes de manera más precisa.

El análisis de las interacciones de los estudiantes con la aplicación MoTe revela importantes insights sobre cómo se utilizan sus funcionalidades en contextos educativos reales. Al

centrarse en mejorar la interfaz y reubicar o destacar ciertas funcionalidades, se podría incentivar un uso más balanceado y efectivo de la aplicación.

La retroalimentación directa de los estudiantes ha sido importante para identificar estas áreas de mejora, demostrando la importancia de un enfoque de diseño centrado en el usuario. Este enfoque no solo contribuye a la creación de una herramienta más efectiva y atractiva, sino que también fomenta un mayor engagement estudiantil al hacer que los estudiantes se sientan valorados y escuchados.

En base a los hallazgos de este estudio, se ofrecen las siguientes recomendaciones para futuras iteraciones del aplicativo MoTE y para la investigación en tecnologías educativas en general:

Mejora Continua de la Interfaz y Funcionalidades: Se recomienda continuar refinando la interfaz de usuario del aplicativo MoTE para hacerla más intuitiva y fácil de usar. Además, es esencial incorporar nuevas emociones y funcionalidades de prueba, como un contador de tiempo para las sesiones de clase, basándose en el feedback de los estudiantes.

Evaluación Continua: Es crucial mantener un proceso de evaluación continua de la usabilidad y la experiencia de usuario, utilizando tanto métodos cuantitativos (como el SUS y UEQ) como cualitativos (feedback abierto de los estudiantes) para guiar las mejoras del aplicativo.

Investigación Futura: Futuras investigaciones deberían explorar el impacto a largo plazo del uso del aplicativo MoTE en el engagement y rendimiento estudiantil, así como su efectividad en diversos entornos educativos (presenciales, virtuales, híbridos) y disciplinas académicas.

Mejorar la Visibilidad de Funciones Menos Usadas: Considerando que las funciones menos usadas pueden ser cruciales para el bienestar y el aprendizaje efectivo de los estudiantes, es recomendable hacerlas más visibles en la interfaz. Por ejemplo, ubicar "Tengo sueño" y "No entiendo" en lugares más prominentes podría incentivar su uso.

Personalización de la Interfaz: Permitir a los estudiantes personalizar la interfaz para destacar las funcionalidades que consideran más importantes podría mejorar la experiencia de usuario y fomentar el uso de todas las funciones disponibles.

Educación y Fomento del Uso: A través de sesiones de orientación o materiales de ayuda integrados en la aplicación, se puede educar a los estudiantes sobre la importancia y el propósito de cada funcionalidad, especialmente aquellas menos utilizadas, para fomentar un uso más equitativo.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTURO

6.1. Conclusiones

Esta tesis ha abordado el desarrollo e implementación de MoTE, una aplicación interactiva diseñada para monitorear el engagement estudiantil en el aula. A través de un proceso exhaustivo se cumplió con el objetivo general y específicos propuestos, junto con la metodología DBR, se lograron los siguientes resultados de cada objetivo planteado:

Objetivo específico 1: Explorar estudios académicos y artículos científicos para establecer un marco teórico sólido sobre el engagement estudiantil, la implementación de tecnologías educativas interactivas en el aula y la importancia de la retroalimentación y comunicación en tiempo real.

Conclusión: Se realizó una revisión comprensiva de la literatura académica, que permitió establecer fundamentos teóricos robustos sobre el engagement estudiantil y su integración con las tecnologías. Esta exploración teórica ha revelado que el engagement estudiantil es un constructo complejo y dinámico, que abarca aspectos emocionales, conductuales y cognitivos. La integración efectiva de tecnologías educativas interactivas, como se evidencia en la aplicación MoTE, juega un papel vital en el fomento de este engagement, ofreciendo plataformas innovadoras para la participación activa y el aprendizaje significativo de los estudiantes. Además, la revisión de la literatura ha subrayado la importancia de la retroalimentación y la comunicación en tiempo real en los entornos educativos. La retroalimentación oportuna y relevante es crucial para el proceso de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes reflexionar sobre su desempeño y adaptar sus estrategias de aprendizaje de manera efectiva. La aplicación MoTE, con sus características interactivas y capacidades de retroalimentación en tiempo real, se alinea perfectamente con estos hallazgos, proporcionando una herramienta valiosa para mejorar la experiencia educativa tanto para los estudiantes como para los docentes.

Objetivo específico 2: Definir interacciones clave dentro de la aplicación que faciliten la recolección de datos acerca del engagement estudiantil en sus diversas dimensiones.

Conclusión: Se identificaron y definieron interacciones esenciales dentro de MoTE, facilitando la recolección de datos sobre el engagement estudiantil en múltiples

dimensiones. Estas interacciones, validadas a través de la revisión de la literatura, pruebas y retroalimentación de usuarios, demostraron ser efectivas para capturar una gama amplia de indicadores de engagement. El desarrollo de estas interacciones clave se ha basado en la comprensión multidimensional del engagement estudiantil, que incluye componentes emocionales, conductuales y cognitivos. Las interacciones diseñadas en MoTE permiten a los estudiantes expresar su estado emocional, participación en actividades de clase y niveles de comprensión, reflejando así estas distintas facetas del engagement. Además, se ha prestado especial atención a asegurar que estas interacciones sean intuitivas y accesibles para los estudiantes, siguiendo los principios de usabilidad y diseño centrado en el usuario. Esto no solo aumenta la probabilidad de que los estudiantes interactúen con la aplicación de manera significativa, sino que también asegura que los datos recogidos sean representativos y fiables.

Objetivo específico 3: Crear una herramienta digital que permita a los estudiantes expresar datos acerca de su engagement y experiencia educativa, proporcionando feedback instantáneo al docente, y enfocándose en una interfaz intuitiva y accesible.

Conclusión: La consecución de este objetivo, centrado en la creación de una herramienta digital que permite a los estudiantes expresar datos acerca de su engagement y experiencia educativa, ha sido un logro significativo de este proyecto de tesis. La aplicación MoTE, resultado de este esfuerzo, se destaca por su capacidad de proporcionar feedback instantáneo a los docentes y su enfoque en una interfaz intuitiva y accesible para los usuarios.

- **Expresión del Engagement Estudiantil:** MoTE ha sido diseñada para capturar y reflejar de manera efectiva el engagement estudiantil en sus múltiples dimensiones. La aplicación facilita que los estudiantes comuniquen no solo su participación y atención en las actividades de clase, sino también su estado emocional y cognitivo. Esto se alinea con las investigaciones de (Fredricks et al., 2004), quienes subrayan la importancia de considerar las dimensiones emocionales, conductuales y cognitivas del engagement en el entorno educativo.
- **Feedback Instantáneo para Docentes:** Un aspecto clave de MoTE es su capacidad de proporcionar retroalimentación inmediata a los docentes sobre el engagement de los estudiantes. Esta característica es crucial para una respuesta pedagógica rápida y adaptativa, permitiendo a los docentes hacer ajustes oportunos en sus métodos de enseñanza para mejorar la experiencia de aprendizaje.

Objetivo específico 4: Realizar evaluaciones de usabilidad y experiencia de usuario de la aplicación, empleando encuestas, para asegurar que la herramienta sea intuitiva, eficaz y satisfaga las necesidades de los estudiantes.

Conclusión: La realización de evaluaciones de usabilidad y experiencia de usuario de la aplicación MoTE, a través del uso de las encuestas SUS y UEQ, ha sido una fase esencial en el desarrollo de este proyecto de tesis. Esta etapa crítica ha permitido no solo validar la eficacia de MoTE como herramienta educativa, sino también asegurar que su diseño sea intuitivo y satisfaga plenamente las necesidades de los usuarios finales, aspectos fundamentales en la creación de cualquier solución tecnológica orientada a la educación.

- **Evaluación de la Usabilidad:** Se han utilizado encuestas definidas por la literatura para evaluar la usabilidad de MoTE. Estas evaluaciones han proporcionado información valiosa sobre la facilidad de uso, eficiencia y satisfacción general de los usuarios con la aplicación. Los resultados han demostrado que MoTE posee una interfaz amigable e intuitiva, lo cual es crucial para su adopción y uso efectivos en el aula.
- **Evaluación de la Experiencia de Usuario:** Se utilizó el cuestionario UEQ. Este instrumento ha permitido recoger percepciones detalladas de los estudiantes sobre su interacción con la aplicación, proporcionando insights para mejorar continuamente MoTE. Esto subraya la importancia de entender cómo los usuarios perciben y experimentan los productos tecnológicos.
- **Retroalimentación y Mejoras Continuas:** Las evaluaciones de usabilidad y experiencia de usuario han sido fundamentales para realizar ajustes iterativos en MoTE, asegurando que la herramienta no solo sea funcional, sino también atractiva y gratificante de usar. Esta retroalimentación ha guiado el refinamiento continuo de la aplicación, alineando sus características y funcionalidades con las expectativas y necesidades reales de los estudiantes.

En conclusión, MoTE representa un paso significativo hacia la integración efectiva de tecnología en la educación, proporcionando una plataforma que apoya tanto a estudiantes como a educadores en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este proyecto no solo ha alcanzado sus objetivos establecidos, sino que también ha sentado las bases para futuras innovaciones en el campo del engagement estudiantil y la tecnología educativa.

6.2. Reflexiones y Limitaciones del Estudio

La implementación de esta aplicación revela una serie de observaciones interesantes y sugerencias para el futuro. La primera de ellas es el reto que supone monitorear el

engagement estudiantil. La segunda, la obtención de las interacciones no implica que las respuestas de los estudiantes sean 100% certeras y congruentes con su estado de ánimo.

Aunque las sesiones tuvieron lugar en curso real, se necesita mayor información sobre cómo esta información podría ayudar al docente a crear un plan de estudios específico. Además, dado que los estudiantes eran conscientes de que no se les iba a calificar oficialmente, la motivación podría haber variado.

Usabilidad y Experiencia de Usuario en el Dashboard del Docente

La decisión de posponer la evaluación de usabilidad y experiencia de usuario (UX) del dashboard del docente, optando por realizar esta fase para futuros trabajos, se fundamenta en una serie de consideraciones estratégicas y metodológicas intrínsecas al enfoque adoptado en este estudio.

Los objetivos planteados en la fase inicial de la investigación estaban orientados específicamente hacia el desarrollo de una solución efectiva para la creación de la interfaz del estudiante. La decisión de concentrarse en la interfaz del estudiante se basó en la urgencia de encontrar indicadores de monitorización y medición directamente vinculados a la experiencia de aprendizaje y engagement de los estudiantes, considerados como los beneficiarios primarios del proyecto.

Además, como es común en proyectos de investigación, especialmente aquellos que siguen un enfoque de DBR, los recursos (tanto tiempo como financieros y humanos) son limitados. Estas limitaciones obligaron a tomar decisiones estratégicas sobre cómo asignar mejor estos recursos para maximizar el impacto del estudio dentro de las restricciones existentes. Dado el enfoque intensivo en recursos del DBR, que requiere múltiples iteraciones de diseño y prueba para refinar las soluciones propuestas, se decidió concentrar estos recursos limitados en el desarrollo y prueba de la interfaz del estudiante para asegurar resultados tangibles y significativos en esta área crítica. Sin embargo, esto no descarta la oportunidad de realizar evaluaciones futuras para mejorar la experiencia del docente, asegurando un enfoque equilibrado en ambas áreas.

Este enfoque pragmático abre la oportunidad para futuras investigaciones que aborden otras facetas del proyecto con recursos adicionales.

6.3. Líneas de trabajos futuros

La investigación y desarrollo de MoTE han revelado su potencial significativo para revolucionar la educación. Su implementación exitosa resalta cómo la tecnología puede ser un aliado esencial en la innovación educativa, proporcionando herramientas para un monitoreo efectivo del engagement estudiantil y promoviendo un entorno de aprendizaje más dinámico y participativo. A partir de estas bases, se presentan varias líneas de trabajo futuro que podrían expandir aún más el alcance y la eficacia de MoTE en el ámbito educativo:

Inteligencia Artificial para Recomendaciones Pedagógicas: Desarrollar un sistema basado en inteligencia artificial que proporcione recomendaciones automáticas a los docentes sobre cuándo tomar descansos o realizar actividades para mejorar el engagement. Este sistema podría analizar patrones de datos de clases previas para ofrecer sugerencias personalizadas y oportunas.

Análisis del Uso del Celular en Entornos Educativos: Implementar funcionalidades que, con la debida autorización, permitan recopilar datos sobre el uso del celular por parte de los estudiantes durante las clases. Esta información podría ser crucial para entender y abordar los factores que afectan la concentración y el engagement de los estudiantes.

Herramientas de Encuesta Personalizadas para Docentes: Ampliar las capacidades del panel de administración de MoTE para que los docentes puedan crear y administrar sus propias encuestas. Esto permitiría recoger feedback específico y adaptado a las necesidades de cada clase.

Desarrollo de un Indicador General de Engagement: Crear un indicador comprensivo que mida el engagement estudiantil basándose en las interacciones y las funciones de MoTE. Este indicador podría servir como una herramienta valiosa para medir y mejorar el engagement a lo largo del tiempo.

Sistema de Recompensas con Badges: Introducir un sistema de recompensas, como badges o insignias, para incentivar el uso constante de MoTE por parte de los estudiantes. Esto no solo fomentaría una participación activa, sino que también proporciona datos continuos para mejorar la experiencia educativa.

Adaptabilidad Cultural: Adaptar MoTE a diferentes contextos educativos y culturales, y explorar su sinergia con otras herramientas digitales y plataformas de aprendizaje. Por ejemplo, usar MoTE fuera del aula de clase como en conferencias o exposiciones.

Herramienta de Apoyo para Observaciones Áulicas: Una línea de desarrollo futura para MoTE implica su expansión como una herramienta de apoyo en observaciones áulicas. Esta característica permitiría a los docentes y a los administradores educativos utilizar MoTE no solo para recopilar feedback de los estudiantes, sino también para documentar y analizar las dinámicas de enseñanza y aprendizaje en el aula. La integración de funcionalidades específicas podría incluir la capacidad de registrar observaciones en tiempo real, analizar tendencias de comportamiento en el aula y proporcionar insights valiosos para la formación docente y la mejora de prácticas pedagógicas.

Evaluaciones de Usabilidad y Experiencia de Usuario para el dashboard del docente: Esto permitirá que el proyecto se expanda de manera orgánica, basándose en los aprendizajes y éxitos de las fases iniciales. La futura evaluación del dashboard del docente se beneficiará de un entendimiento más profundo de las dinámicas de engagement estudiantil y de las interacciones dentro de la plataforma, asegurando que cualquier desarrollo sea altamente relevante y efectivo.

Efectividad en Diversos Entornos Educativos: Dada la variabilidad en la percepción de la usabilidad y experiencia de usuario entre aulas presenciales y virtuales, sería relevante explorar cómo el contexto de aprendizaje (presencial, virtual, híbrido) influye en la efectividad de MoTE. Investigaciones que comparen el uso y la percepción de MoTE en diferentes modalidades educativas podrían ofrecer orientaciones para su adaptación y mejora.

Implementación de Tecnologías Adaptativas: Explorar el uso de tecnologías adaptativas que puedan ajustar la interfaz y las funcionalidades disponibles según las preferencias y el comportamiento de uso de cada estudiante, promoviendo así una experiencia más personalizada y efectiva.

Generalización de los resultados: Para fortalecer la validez externa y la generalización de los resultados obtenidos, una línea de trabajo futuro es la realización de evaluaciones y pruebas de experiencia de usuario y usabilidad en una muestra más amplia y diversa. Esto implica involucrar a una población representativa de diferentes contextos educativos, niveles

académicos y perfiles de estudiantes. Al realizar estudios más extensos con una muestra variada, se podrá obtener una comprensión más completa de cómo MoTE puede adaptarse y beneficiar a una gama más amplia de usuarios.

Estas líneas de trabajo futuro ofrecen un horizonte prometedor para la expansión y evolución de MoTE. Al seguir estas direcciones, se podría no solo fortalecer el impacto de MoTE en el entorno educativo actual, sino también explorar nuevas fronteras en la intersección de la tecnología y la educación.

Referencias

- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25.
<https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Angular. (2024). <https://angular.dev/>
- Appleton, J. J., Christenson, S. L., & Furlong, M. J. (2008). Student engagement with school: Critical conceptual and methodological issues of the construct. *Psychology in the Schools*, 45(5), 369–386. <https://doi.org/10.1002/pits.20303>
- Apps web progresivas. (2024). web.dev.
<https://web.dev/explore/progressive-web-apps?hl=es-419>
- Aslan, S., Alyuz, N., Tanriover, C., Mete, S. E., Okur, E., D’Mello, S. K., & Arslan Esme, A. (2019). Investigating the Impact of a Real-time, Multimodal Student Engagement Analytics Technology in Authentic Classrooms. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–12.
<https://doi.org/10.1145/3290605.3300534>
- Azevedo, R., Moos, D. C., Johnson, A. M., & Chauncey, A. D. (2010). Measuring Cognitive and Metacognitive Regulatory Processes During Hypermedia Learning: Issues and Challenges. *Educational Psychologist*, 45(4), 210–223.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2010.515934>
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14.
https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1
- Barkley, E. F. (2010). *Student engagement techniques: A handbook for college faculty*. Jossey-Bass.
- Beekhoven, S., & Dekkers, H. (2005). The Influence of Participation, Identification, and Parental Resources on the Early School Leaving of Boys in the Lower Educational Track. *European Educational Research Journal*, 4(3), 195–207.

<https://doi.org/10.2304/eerj.2005.4.3.4>

- Boehm, B. W. (1988). *A Spiral Model of Software Development and Enhancement*.
- Boekaerts, M. (2016). Engagement as an inherent aspect of the learning process. *Learning and Instruction, 43*, 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.02.001>
- Bond, M., Buntins, K., Bedenlier, S., Zawacki-Richter, O., & Kerres, M. (2020). Mapping research in student engagement and educational technology in higher education: A systematic evidence map. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 17*(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0176-8>
- Bonner, E., Garvey, K., Miner, M., Godin, S., & Reinders, H. (2022). Measuring real-time learner engagement in the Japanese EFL classroom. *Innovation in Language Learning and Teaching, 1*–11. <https://doi.org/10.1080/17501229.2021.2025379>
- Bovill, C., Cook-Sather, A., & Felten, P. (2011). Students as co-creators of teaching approaches, course design, and curricula: Implications for academic developers. *International Journal for Academic Development, 16*(2), 133–145. <https://doi.org/10.1080/1360144X.2011.568690>
- Brown, S. (2016). *Technical leadership and the balance with agility*. <http://leanpub.com/software-architecture-for-developers>
- Christenson, S. L., Reschly, A. L., & Wylie, C. (Eds.). (2012). *Handbook of Research on Student Engagement*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7>
- Connell, J. P., & Wellborn, J. G. (1991). Competence, autonomy, and relatedness: A motivational analysis of self-system processes. En *Self processes and development*. (pp. 43–77). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Cziksentmihalyi, M. (1990). *Flow – The Psychology of optimal experience*.
- Darr, C. W. (2012). Measuring Student Engagement: The Development of a Scale for Formative Use. En S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of Research on Student Engagement* (pp. 707–723). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_34

- Downs, M. B., & Gonzalez, C. D. W. (2022). *Using Emojis in Adobe Connect to Encourage Student Engagement*.
- Eccles, J. S. (2016). Engagement: Where to next? *Learning and Instruction*, 43, 71–75.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.02.003>
- Eccles, J., & Wang, M.-T. (2012). Part I Commentary: So What Is Student Engagement Anyway? En S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of Research on Student Engagement* (pp. 133–145). Springer US.
https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_6
- Ekman, P. (1992). *Are There Basic Emotions?* <https://doi.org/10.1037/0033-295x.99.3.550>
- Finn, J. D., & Zimmer, K. S. (2012). Student Engagement: What Is It? Why Does It Matter? En S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of Research on Student Engagement* (pp. 97–131). Springer US.
https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_5
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109.
<https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Fredricks, J. A., Filsecker, M., & Lawson, M. A. (2016). Student engagement, context, and adjustment: Addressing definitional, measurement, and methodological issues. *Learning and Instruction*, 43, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.02.002>
- Fredricks, J. A., & McColskey, W. (2012). The Measurement of Student Engagement: A Comparative Analysis of Various Methods and Student Self-report Instruments. En S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of Research on Student Engagement* (pp. 763–782). Springer US.
https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_37
- Friedman, B., Kahn, P. H., Borning, A., & Huldgtren, A. (2013). Value Sensitive Design and Information Systems. En N. Doorn, D. Schuurbiens, I. Van De Poel, & M. E. Gorman (Eds.), *Early engagement and new technologies: Opening up the laboratory* (Vol. 16,

- pp. 55–95). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7844-3_4
- Gao, N., Shao, W., Rahaman, M. S., & Salim, F. D. (2020). n-Gage: Predicting in-class Emotional, Behavioural and Cognitive Engagement in the Wild. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 4(3), 1–26. <https://doi.org/10.1145/3411813>
- Generador de paletas de colores | Adobe Color.* (2024). <https://color.adobe.com/es/>
- Grove, A. (2019). *The Teacher's Role in Student Engagement*.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hernández Sampieri, R., & Fernández-Collado, C. F. (2014). *Metodología de la investigación* (P. Baptista Lucio, Ed.; Sexta edición). McGraw-Hill Education.
- Hofkens, T. L., & Ruzek, E. (2019). Measuring Student Engagement to Inform Effective Interventions in Schools. En *Handbook of Student Engagement Interventions* (pp. 309–324). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813413-9.00021-8>
- Hoi, V. N., & Le Hang, H. (2021). The structure of student engagement in online learning: A bi-factor exploratory structural equation modelling approach. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 1141–1153. <https://doi.org/10.1111/jcal.12551>
- Jia, L.-Z., Wu, C.-L., Zhu, X.-H., & Tan, R.-H. (2018). Design by Analogy: Achieving More Patentable Ideas from One Creative Design. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 31(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s10033-018-0234-5>
- Juric, M., Pehar, F., & Pavlović, N. P. (2022). Translation, Psychometric Evaluation, and Validation of the Croatian Version of the User Experience Questionnaire (UEQ). *International Journal of Human–Computer Interaction*, 1–14. <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2147713>
- JWT.IO.* (2024). <http://jwt.io/>
- Kahoot! | Learning games | Make learning awesome!* (2024). Kahoot! <https://kahoot.com/>
- Kahu, E. R. (2013). Framing student engagement in higher education. *Studies in Higher*

- Education*, 38(5), 758–773. <https://doi.org/10.1080/03075079.2011.598505>
- Kaye, L. K., Malone, S. A., & Wall, H. J. (2017). Emojis: Insights, Affordances, and Possibilities for Psychological Science. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(2), 66–68. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.10.007>
- Kuh, G. D. (2009). What Student Affairs Professionals Need to Know About Student Engagement. *Journal of College Student Development*, 50(6), 683–706. <https://doi.org/10.1353/csd.0.0099>
- Kuh, G. D., Ikenberry, S. O., Jankowski, N. A., Cain, T. R., Ewell, P. T., Hutchings, P., & Kinzie, J. (2014). *Using Evidence of Student Learning to Improve Higher Education*. Jossey-Bass.
- Lei, H., Cui, Y., & Zhou, W. (2018). Relationships between student engagement and academic achievement: A meta-analysis. *Social Behavior and Personality: An International Journal*, 46(3), 517–528. <https://doi.org/10.2224/sbp.7054>
- Lim, B. P. (2004). *Engaging learners in online learning environments*. 48(4).
- Lo, C. K., & Hew, K. F. (2021). Developing a flipped learning approach to support student engagement: A design-based research of secondary school mathematics teaching. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(1), 142–157. <https://doi.org/10.1111/jcal.12474>
- Ma, J., Han, X., Yang, J., & Cheng, J. (2015). Examining the necessary condition for engagement in an online learning environment based on learning analytics approach: The role of the instructor. *The Internet and Higher Education*, 24, 26–34. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2014.09.005>
- Martin, R. C. (2018). *Clean architecture: A craftsman's guide to software structure and design*. Prentice Hall.
- McKenney, S. E., & Reeves, T. C. (2019). *Conducting educational design research* (Second edition). Routledge/Taylor & Francis Group.
- MDN Web Docs. (2024). <https://developer.mozilla.org>

- Miller, B. W. (2015). Using Reading Times and Eye-Movements to Measure Cognitive Engagement. *Educational Psychologist*, 50(1), 31–42.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1004068>
- Moffitt, R. L., Padgett, C., & Grieve, R. (2021). The impact of emoji use and feedback medium on perceptions of marker personality in online assessment feedback. *Learning and Individual Differences*, 92, 102093.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2021.102093>
- MongoDB: La Plataforma De Datos Para Aplicaciones. (2024). MongoDB.
<https://www.mongodb.com/es>
- Nakamura, J., & Csikszentmihalyi, M. (2009). Flow Theory and Research. En S. J. Lopez & C. R. Snyder (Eds.), *The Oxford Handbook of Positive Psychology* (pp. 194–206). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195187243.013.0018>
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199–218. <https://doi.org/10.1080/03075070600572090>
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Academic Press.
- Node.js. (2024). <https://nodejs.org/en>
- Núñez, J. L., & León, J. (2019). Determinants of classroom engagement: A prospective test based on self-determination theory. *Teachers and Teaching*, 25(2), 147–159.
<https://doi.org/10.1080/13540602.2018.1542297>
- Pintrich, P. R. (2003). A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667–686. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.667>
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). *SLO • Netherlands institute for curriculum development*.
- Reeve, J. (2012). A Self-determination Theory Perspective on Student Engagement. En S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of Research on Student Engagement* (pp. 149–172). Springer US.

https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_7

- Reschly, A. L., & Christenson, S. L. (2012). Jingle, Jangle, and Conceptual Haziness: Evolution and Future Directions of the Engagement Construct. En S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of Research on Student Engagement* (pp. 3–19). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_1
- Reschly, A. L., Pohl, A. J., & Christenson, S. L. (Eds.). (2020). *Student Engagement: Effective Academic, Behavioral, Cognitive, and Affective Interventions at School*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-37285-9>
- Ries, E. (2011). *The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses* (1st ed). Crown Business.
- Rimm-Kaufman, S. E., Curby, T. W., Grimm, K. J., Nathanson, L., & Brock, L. L. (2009). The contribution of children's self-regulation and classroom quality to children's adaptive behaviors in the kindergarten classroom. *Developmental Psychology*, *45*(4), 958–972. <https://doi.org/10.1037/a0015861>
- Roorda, D. L., Koomen, H. M. Y., Spilt, J. L., & Oort, F. J. (2011). The Influence of Affective Teacher–Student Relationships on Students' School Engagement and Achievement: A Meta-Analytic Approach. *Review of Educational Research*, *81*(4), 493–529. <https://doi.org/10.3102/0034654311421793>
- Schrepp, M. (2023). *An analysis of standard deviations for UEQ scales* [dataset]. Unpublished. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34969.08809>
- Sharp, H., Rogers, Y., & Preece, J. (2007). *Interaction design: Beyond human-computer interaction* (2nd ed). Wiley.
- Sherhoff, D. J., Csikszentmihalyi, M., Schneider, B., & Sherhoff, E. S. (2003). *Student Engagement in High School Classrooms from the Perspective of Flow Theory*.
- Shuck, B., & Wollard, K. (2010). Employee Engagement and HRD: A Seminal Review of the Foundations. *Human Resource Development Review*, *9*(1), 89–110. <https://doi.org/10.1177/1534484309353560>

- Shute, V. (2008). Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153–189.
- Skinner, E. A., & Pitzer, J. R. (2012). Developmental Dynamics of Student Engagement, Coping, and Everyday Resilience. En S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of Research on Student Engagement* (pp. 21–44). Springer US.
https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_2
- Socket.IO. (2024). <https://socket.io/>
- Socrative. (2024). Socrative. <https://www.socrative.com/>
- Solomonides, I., Dunne, E., & Owen, D. (2013). A relational and multidimensional model of student engagement. En *The Student Engagement Handbook: Practice in Higher Education* (1st ed., pp. 43–58).
- Sun, J. C.-Y. (2014). Influence of polling technologies on student engagement: An analysis of student motivation, academic performance, and brainwave data. *Computers & Education*, 72, 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.010>
- The C4 model for visualising software architecture*. (2024). <https://c4model.com/>
- Uçar, M. U., & Özdemir, E. (2022). Recognizing Students and Detecting Student Engagement with Real-Time Image Processing. *Electronics*, 11(9), 1500.
<https://doi.org/10.3390/electronics11091500>
- Universidad de Cuenca | LinkedIn. (2023).
<https://ec.linkedin.com/school/universidad-de-cuenca/>
- Van Rooij, E. C. M., Jansen, E. P. W. A., & Van De Griff, W. J. C. M. (2017). Secondary school students' engagement profiles and their relationship with academic adjustment and achievement in university. *Learning and Individual Differences*, 54, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.01.004>
- ViewSonic. (2023). *Sens*. [myViewboard.com](https://myviewboard.com/products/sens/). <https://myviewboard.com/products/sens/>
- Virtanen, T. E., Räikkönen, E., Lerkkanen, M.-K., Määttä, S., & Vasalampi, K. (2021). Development of Participation in and Identification With School: Associations With

- Truancy. *The Journal of Early Adolescence*, 41(3), 394–423.
<https://doi.org/10.1177/0272431620919155>
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5–23. <https://doi.org/10.1007/BF02504682>
- Wang, M.-T., Fredricks, J., Ye, F., Hofkens, T., & Linn, J. S. (2019). Conceptualization and Assessment of Adolescents' Engagement and Disengagement in School: A Multidimensional School Engagement Scale. *European Journal of Psychological Assessment*, 35(4), 592–606. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000431>
- Wen, X., & Wang, X. (2020). Data Visualization in Online Educational Research: En E. Kennedy & Y. Qian (Eds.), *Advances in Educational Technologies and Instructional Design* (pp. 248–273). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1173-2.ch012>
- Wong, Z. Y., & Liem, G. A. D. (2022). Student Engagement: Current State of the Construct, Conceptual Refinement, and Future Research Directions. *Educational Psychology Review*, 34(1), 107–138. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09628-3>
- Zapata, G., Leihy, P., & Theurillat, D. (2018). Compromiso estudiantil en educación superior: Adaptación y validación de un cuestionario de evaluación en universidades chilenas. *Calidad en la Educación*, 48, 204. <https://doi.org/10.31619/caledu.n48.482>
- Zimmerman, B. J. (1990). Self-Regulated Learning and Academic Achievement: An Overview. *Educational Psychologist*, 25(1), 3–17.
https://doi.org/10.1207/s15326985ep2501_2

Anexos

Anexo A: Encuesta de usabilidad y experiencia de usuario de la aplicación

Evaluación de usabilidad

felipe.mendieta98@ucuenca.edu.ec [Switch account](#)

🔒 Not shared

* Indicates required question

1. Creo que me gustaría utilizar este sistema con frecuencia *

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo

Totalmente de acuerdo

2. Encontré el sistema innecesariamente complejo *

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo

Totalmente de acuerdo

3. Pensé que el sistema era fácil de usar *

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo

Totalmente de acuerdo

4. Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder utilizar este sistema *

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo

Totalmente de acuerdo

5. Encontré que las diversas funciones de este sistema estaban bien integradas *

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo

Totalmente de acuerdo

6. Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema *

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

7. Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a utilizar este sistema muy rápidamente *

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

8. Encontré el sistema muy complicado de usar *

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

9. Me sentí muy seguro usando el sistema *

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

10. Necesitaba aprender muchas cosas antes de empezar con este sistema *

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Evaluación de experiencia de usuario

- Cada ítem tiene diferentes niveles representados por círculos.
- Puede expresar su opinión marcando el círculo que mejor refleje su opinión.
- Por favor, responda espontáneamente sin pensarlo demasiado y asegúrese de expresar su primera impresión.
- Por favor, seleccione una opción incluso si piensa que no son aplicables o si hay características similares o casi idénticas.
- Su opinión personal es importante. Recuerde: ¡no hay respuestas correctas o incorrectas!
- Puede dejar comentarios u observaciones al final.
- Cada opción sin enunciado refleja su PERCEPCIÓN SOBRE LA APLICACIÓN.

felipe.mendieta98@ucuenca.edu.ec [Switch account](#)



Not shared

* Indicates required question

1 *

	1	2	3	4	5	6	7	
Desagradable	<input type="radio"/>	Agradable						

2 *

	1	2	3	4	5	6	7	
No entendible	<input type="radio"/>	Entendible						

3 *

	1	2	3	4	5	6	7	
Creativo	<input type="radio"/>	Sin imaginación						

4 *									
	1	2	3	4	5	6	7		
Fácil de aprender	<input type="radio"/>	Difícil de aprender							

5 *									
	1	2	3	4	5	6	7		
Valioso	<input type="radio"/>	De poco valor							

6 *									
	1	2	3	4	5	6	7		
Aburrido	<input type="radio"/>	Emocionante							

7 *									
	1	2	3	4	5	6	7		
No interesante	<input type="radio"/>	Interesante							

8 *									
	1	2	3	4	5	6	7		
Impredecible	<input type="radio"/>	Predecible							

9 *									
	1	2	3	4	5	6	7		
Rápido	<input type="radio"/>	Lento							

10 *

1 2 3 4 5 6 7

Original Convencional

11 *

1 2 3 4 5 6 7

Obstructivo Impulsor de apoyo

12 *

1 2 3 4 5 6 7

Bueno Malo

13 *

1 2 3 4 5 6 7

Complicado Fácil

14 *

1 2 3 4 5 6 7

Repeler Atraer

15 *

1 2 3 4 5 6 7

Convencional Novedoso

16 *

	1	2	3	4	5	6	7	
Incómodo	<input type="radio"/>	Cómodo						

17 *

	1	2	3	4	5	6	7	
Seguro	<input type="radio"/>	Inseguro						

18 *

	1	2	3	4	5	6	7	
Activante	<input type="radio"/>	Adormecedor						

19 *

	1	2	3	4	5	6	7	
Cubre expectativas	<input type="radio"/>	No cubre expectativas						

20 *

	1	2	3	4	5	6	7	
Ineficiente	<input type="radio"/>	Eficiente						

21 *

	1	2	3	4	5	6	7	
Claro	<input type="radio"/>	Confuso						

22 *

	1	2	3	4	5	6	7	
No pragmático	<input type="radio"/>	Pragmático						

23 *

	1	2	3	4	5	6	7	
Ordenado	<input type="radio"/>	Sobrecargado						

24 *

	1	2	3	4	5	6	7	
Atractivo	<input type="radio"/>	Feo						

25 *

	1	2	3	4	5	6	7	
Simpático	<input type="radio"/>	Antipático						

26 *

	1	2	3	4	5	6	7	
Conservador	<input type="radio"/>	Innovador						

Comentarios/Observaciones

Esta sección no es obligatoria. Puede realizar cualquier comentario, observación, duda en relación a la ejecución de las actividades, el diseño, información presente, etc.

¿Te gustaría añadir una característica extra a la aplicación?

Your answer

Anexo B: Preguntas para medir el engagement

Engagement	Items	Supporting resources
Behavioural	<ol style="list-style-type: none"> 1. I tried hard to do well in my studies. 2. In my studies, I worked as hard as I could. 3. I participated in class discussions. 4. I paid attention to my studies. 5. When I studied, I listened very carefully. 	Skinner et al. (2008)
Emotional	<ol style="list-style-type: none"> 6. When I studied, I felt good. 7. When we worked on something in class, I felt interested. 8. The class was fun. 9. I enjoyed learning new things. 10. When we worked on something in class, I got involved. 	Skinner et al. (2008)
Cognitive	<ol style="list-style-type: none"> 11. I was engaged with the topic at hand. 12. I put in a lot of effort. 13. I wished we could continue with the work for a while. 14. I was so involved that I forgot everything around me. 	Rotgans and Schmidt (2011)

Traducción al español:

Engagement	Items
Conductual	Me esforcé mucho para obtener buenos resultados en mis estudios.
	En mis estudios, trabajé lo más duro que pude.
	Participé en las discusiones en clase.
	Presté atención a mis estudios.
	Cuando estudiaba, escuchaba con mucha atención.
Afectivo	Cuando estudiaba me sentía bien. Cuando trabajábamos en algo en clase, sentía interés.
	La clase fue divertida.
	Disfruté aprendiendo cosas nuevas.
	Cuando trabajábamos en algo en clase, me involucraba.
Cognitivo	Me comprometí con el tema en cuestión.
	Me esforcé mucho.
	Deseé que pudiéramos continuar con el trabajo durante un tiempo más.
	Estaba tan implicado que olvidé todo lo que me rodeaba a mi alrededor.

Anexo C: Código realizado en plantuml de los modelos c4

Componente Backend

```

1 @startuml mote_backend.component
2
3 !define DEVICONS https://raw.githubusercontent.com/tupadr3/plantuml-icon-font-sprites/master/devicons
4 !include https://raw.githubusercontent.com/plantuml-stdlib/C4-PlantUML/master/C4_Container.puml
5 !include https://raw.githubusercontent.com/plantuml-stdlib/C4-PlantUML/master/C4_Component.puml
6 !include DEVICONS/nodejs.puml
7 !include DEVICONS/angular.puml
8 !include DEVICONS/mongodb.puml
9
10
11 Person(student, "Student", "A student that interacts with the system")
12 Person(teacher, "Teacher", "A teacher that interacts with the system")
13
14
15
16 Container(frontend, "Web Application", "Angular", "Mote App - Frontend. Provides the Mote functionality for the Mote App for students and teachers", $sprite="angular")
17 Container(mongo, "Database", "Container: MongoDB", "Stores room data, user data, poll data, interactive data , etc", $sprite="mongodb")
18 Container_Boundary(backend, "API Application", "Container: Node.js + Express") {
19
20
21
22
23 Component(backendactivityrouter, "Dashboard-Activity Router")
24 Component(backendemotionsrouter, "Dashboard-Emotions Router")
25 Component(pollrouter, "Poll Router")
26 Component(pollresponseservice, "Poll-Response Service")
27
28 Component(recordactivityrouter, "Record-Activity Router")
29 Component(roomrouter, "Room Router")
30
31 Component(backendactivityservice, "Dashboard-Activity Service")
32 Component(backendemotionservice, "Dashboard-Emotions Service")
33 Component(pollservice, "Poll Service")
34 Component(pollresponseservice, "Poll-Response Service")
35 Component(questionservice, "Question Service")
36 Component(recordactivityservice, "Record-Activity Service")
37 Component(roomservice, "Room Service")
38
39 Component(polleventcontroller, "Poll Event Controller")
40 Component(recordactivityeventcontroller, "Record-Activity Event Controller")
41 Component(roomeventcontroller, "Room Event Controller")
42
43
44 Component(backendactivityentity, "Dashboard-Activity Entity")
45 Component(backendemotionsentity, "Dashboard-Emotions Entity")
46 Component(pollresponseentity, "Poll-Response Entity")
47 Component(pollentity, "Poll Entity")
48 Component(questionentity, "Question Entity")
49 Component(recordactivityentity, "Record-Activity Entity")
50 Component(roomeentity, "Room Entity")
51
52
53 Rel(student, frontend, "Send engagement data")
54 Rel(teacher, frontend, "Get engagement data")
55
56
57 Rel(pollrouter, pollservice, "Use")
58 Rel(pollresponseservice, pollresponseservice, "Use")_
59 Rel(pollresponseservice, questionservice, "Use")
60 Rel(recordactivityrouter, recordactivityservice, "Use")
61 Rel(roomrouter, roomservice, "Use")
62 Rel(backendactivityrouter, backendactivityservice, "Use")
63 Rel(backendemotionsrouter, backendemotionservice, "Use")
64
65 Rel(polleventcontroller, pollservice, "Use")
66 Rel(recordactivityeventcontroller, recordactivityservice, "Use")
67 Rel(roomeventcontroller, roomservice, "Use")
68
69 Rel(backendactivityservice, backendactivityentity, "Use")
70 Rel(backendemotionservice, backendemotionsentity, "Use")
71 Rel(pollresponseservice, pollresponseentity, "Use")
72 Rel(pollservice, pollentity, "Use")
73 Rel(questionservice, questionentity, "Use")
74 Rel(recordactivityservice, recordactivityentity, "Use")
75 Rel(roomservice, roomeentity, "Use")
76
77 Rel(frontend, polleventcontroller, "Make API calls to", "Object JS/Socket")
78 Rel(polleventcontroller, frontend, "Make API response to", "Object JS/Socket")
79
80 Rel(frontend, recordactivityeventcontroller, "Make API calls to", "Object JS/Socket")
81 Rel(recordactivityeventcontroller, frontend, "Make API response to", "Object JS/Socket")
82
83 Rel(frontend, roomeventcontroller, "Make API calls to", "Object JS/Socket")
84 Rel(roomeventcontroller, frontend, "Make API response to", "Object JS/Socket")
85
86 Rel(frontend, pollrouter, "Make API calls to", "HTTP")
87 Rel(frontend, recordactivityrouter, "Make API calls to", "Object JS/Socket")
88 Rel(frontend, roomrouter, "Make API calls to", "JSON/HTTP")
89 Rel(frontend, backendactivityrouter, "Make API calls to", "JSON/HTTP")
90 Rel(backendactivityrouter, frontend, "Make API response to", "Object JS/Socket")
91 Rel(frontend, backendemotionsrouter, "Make API calls to", "Object JS/Socket")
92 Rel(backendemotionsrouter, frontend, "Make API response to", "Object JS/Socket")
93 Rel(frontend, pollresponseservice, "Make API calls to", "Object JS/Socket")
94
95 Rel(backendactivityentity, mongo, "Reads from and writes to", "MongoDB query language")
96 Rel(backendemotionsentity, mongo, "Reads from and writes to", "MongoDB query language")
97 Rel(pollresponseentity, mongo, "Reads from and writes to", "MongoDB query language")
98 Rel(pollentity, mongo, "Reads from and writes to", "MongoDB query language")
99 Rel(questionentity, mongo, "Reads from and writes to", "MongoDB query language")
100 Rel(recordactivityentity, mongo, "Reads from and writes to", "MongoDB query language")
101 Rel(roomeentity, mongo, "Reads from and writes to", "MongoDB query language")
102
103
104 @enduml
105

```

Componente frontend

```
1
2 @startuml mote.frontend.component
3 !define DEVICONS https://raw.githubusercontent.com/tupadr3/plantuml-icon-font-sprites/master/devicons
4 !include https://raw.githubusercontent.com/plantuml-stdlib/C4-PlantUML/master/C4_Container.puml
5 !include https://raw.githubusercontent.com/plantuml-stdlib/C4-PlantUML/master/C4_Component.puml
6
7 !include DEVICONS/postgresql.puml
8
9 !include DEVICONS/database.puml
10 !include DEVICONS/nodejs.puml
11 * angular
12 !include DEVICONS/angular.puml
13 * mongo
14 !include DEVICONS/mongodb.puml
15 title Component Diagram Mote App
16
17 Person(student, "Student", "A student that interacts with the system")
18 Person(teacher, "Teacher", "A teacher that interacts with the system")
19
20
21
22
23
24 Container_Boundary(frontend, "Web Application", "Angular", "Mote App - Frontend. Provides the Mote functionality for the Mote App for students and teachers", $sprite="angular"){
25   Component(modulestudent, "Student Module", "Container: Typescript", "Provides the Mote functionality for the Mote App for students")
26   Component(moduleteacher, "Teacher Module", "Container: Typescript", "Provides the Mote functionality for the Mote App for professors")
27   Component(modulestudentauth, "Student Module Authentication", "Container: Typescript", "Provides a mechanism for authenticating students")
28   Component(moduleteacherauth, "Teacher Module Authentication", "Container: Typescript", "Provides a mechanism for authenticating teachers")
29   Component(services, "Services", "Container: Typescript", "Consume the Mote API")
30   Component(shared, "Shared", "Container: Typescript", "Shared components")
31   Component(guards, "Guards", "Container: Typescript", "Guards")
32   Component(utils, "Utils", "Container: Typescript", "Utils")
33 }
34
35
36 Container(backend, "API Application", "Container: Node.js + Express", "Provides the Mote functionality for the Mote App via a JSON/HTTPS and Javascript Object/Sockets", $sprite="nodejs")
37 Container(mongo, "Database", "Container: MongoDB", "Stores room data, user data, poll data, interactive data , etc", $sprite="mongodb")
38
39
40
41
42
43 Rel(services, backend, "Make API calls to", "Object JS/Socket")
44 Rel(backend, services, "Make API response to", "Object JS/Socket")
45 Rel(services, backend, "Make API calls to", "JSON/HTTPS")
46 Rel(backend, mongo, "Read from and write to", "MongoDB query language")
47
48 Rel(student, modulestudentauth, "Authenticate")
49 Rel(teacher, moduleteacherauth, "Authenticate")
50
51 Rel(modulestudentauth, modulestudent, "Send engagement data")
52 Rel(moduleteacherauth, moduleteacher, "Get engagement data")
53
54 Rel(modulestudentauth, utils, "Use")
55 Rel(moduleteacherauth, utils, "Use")
56
57 Rel(modulestudent, services, "Consume")
58 Rel(moduleteacher, services, "Consume")
59
60 Rel(modulestudent, guards, "Use")
61 Rel(moduleteacher, guards, "Use")
62
63 Rel(modulestudent, shared, "Use")
64 Rel(moduleteacher, shared, "Use")
65
66
67
68
69
70 @enduml
71
```

Contenedor de la aplicación

```
1
2 @startuml mote.container
3 !define DEVICONS https://raw.githubusercontent.com/tupadr3/plantuml-icon-font-sprites/master/devicons
4 !include https://raw.githubusercontent.com/plantuml-stdlib/C4-PlantUML/master/C4_Container.puml
5 !include DEVICONS/postgresql.puml
6
7 !include DEVICONS/database.puml
8 !include DEVICONS/nodejs.puml
9 !angular
10 !include DEVICONS/angular.puml
11 !mongo
12 !include DEVICONS/mongodb.puml
13 title Container Diagram Mote App
14
15 Person(student, "Student", "A student that interacts with the system")
16 Person(teacher, "Teacher", "A teacher that interacts with the system")
17
18
19 SystemBoundary(mote, "Mote", "A software system"){
20     Container(frontend, "Web Application", "Angular", "Mote App - Frontend. Provides the Mote functionality for the Mote App for students and teachers", $sprite="angular")
21     Container(backend, "API Application", "Container: Node.js + Express", "Provides the Mote functionality for the Mote App via a JSON/HTTPS and Javascript Object/Sockets", $sprite="nodejs")
22     Container(mongo, "Database", "Container: MongoDB", "Stores room data, user data, poll data, interactive data , etc", $sprite="mongodb")
23 }
24
25 Rel(student, frontend, "Send engagement data")
26 Rel(teacher, frontend, "Get engagement data")
27
28 Rel(frontend, backend, "Make API calls to", "Object JS/Socket")
29 Rel(backend, frontend, "Make API response to", "Object JS/Socket")
30 Rel(frontend, backend, "Make API calls to", "JSON/HTTPS")
31 Rel(backend, mongo, "Read from and write to", "MongoDB query language")
32 @enduml
33
34
```

Contexto de la aplicación

```
1 @startuml mote.context
2 !includeurl https://raw.githubusercontent.com/plantuml-stdlib/C4-PlantUML/latest/C4_Context.puml
3 !define DEVICONS https://raw.githubusercontent.com/tupadr3/plantuml-icon-font-sprites/master/devicons
4
5
6 title Context Diagram Mote App
7
8 Person(student, "Student", "A student that interacts with the system")
9 Person(teacher, "Teacher", "A teacher that interacts with the system")
10
11 System(mote, "Mote", "An interactive software system for monitoring engagement in real time.")
12
13 Rel(student, mote, "Send engagement data")
14 Rel(teacher, mote, "Get engagement data")
15
16
17 @enduml
```

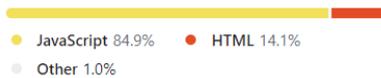
Anexo D: Enlace a los repositorio de GitHub

Contributors 2

-  felipe-mendieta Felipe Mendieta
-  carlosrmngucuenca

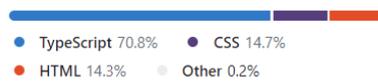
Backend: <https://github.com/felipe-mendieta/backend-engagement>

Languages



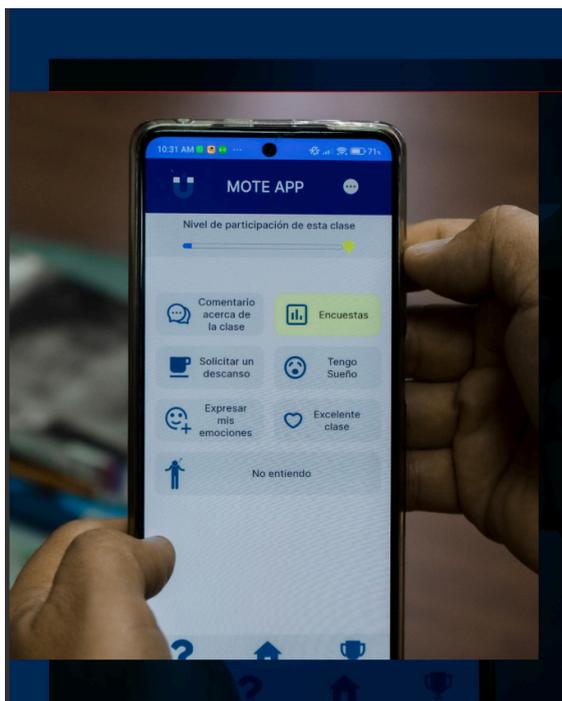
Frontend: <https://github.com/carlosrmngucuenca/projectFrontSEngagement.git>

Languages



Anexo E: Revista Universitaria

https://issuu.com/comunicacionuniversidaddecuencia/docs/voz_ucuenca_enero_final



Tecnología

Measuring of student engagement

MoTe: una aplicación académica con sello cuencano

Estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cuenca, Felipe Mendieta y Carlos Muñoz desarrollaron una aplicación que contribuye a mejorar la comunicación entre profesores y estudiantes. La App ayuda a entender cómo se sienten los futuros profesionales, si tienen dudas, o si necesitan un descanso.

Tecnología

En la Universidad de Cuenca, la Dirección de Innovación Educativa es la responsable de la evaluación de los docentes y a partir de los resultados que se recopilan cada semestre se busca ofrecer planes de mejora continua a la comunidad universitaria. Una de las principales problemáticas que ha emergido de este análisis en el ámbito educativo actual es la falta de "engagement" o compromiso estudiantil durante las sesiones de clase.



Potencial de la App

Los autores explican que MoTE es una innovadora aplicación informática diseñada específicamente para docentes y estudiantes con el objetivo principal de revolucionar la forma en la que se percibe y mide el compromiso estudiantil durante las sesiones de clase. Esta herramienta es sumamente versátil, se adapta a distintos entornos educativos, incluyendo modalidades presenciales, híbridas y en línea.

Muñoz señaló que su función principal es recopilar datos en tiempo real de las interacciones de los estudiantes, lo que permite a los docentes obtener una visión clara y precisa de lo que ocurre durante una clase. De esta manera, MoTE facilita un entendimiento profundo de la dinámica de la sesión, ayuda a los profesores a identificar áreas de mejora y a ajustar sus métodos de enseñanza para optimizar el proceso de aprendizaje.

La aplicación se destaca por su capacidad para mejorar significativamente la comunicación entre estudiantes y profesores. A través de un "dashboard" de monitoreo completo, MoTE ofrece herramientas, proporciona respuestas instantáneas y visualización de datos en tiempo real. Entre sus características más innovadoras se encuentran la "captura de emociones al instante", que permite a los estudiantes expresar su estado emocional con un simple toque, seleccionando entre una variedad de emociones predefinidas.

Maldonado enfatiza que esta información es crucial para entender el ambiente del aula y ajustar las estrategias pedagógicas. Además, la función de "retroalimentación directa" posibilita a los futuros profesionales ofrecer

La ausencia de participación activa y entusiasmo por parte de los estudiantes no solo afecta su proceso de aprendizaje, sino que también impide que los profesores obtengan retroalimentación esencial sobre la eficacia de su planificación y metodología de enseñanza, asegura el director de Evaluación de la Universidad de Cuenca Jorge Maldonado.

Agrega que, sin un indicador claro del nivel de "engagement" de los estudiantes, los docentes se enfrentan al desafío de no saber si su sesión fue impactante y significativa para sus alumnos. No contar con esta información dificulta la capacidad del profesor para adaptar y fortalecer sus estrategias pedagógicas, lo que puede resultar en una desconexión aún mayor entre el contenido impartido y el interés de los estudiantes, perpetuando así un ciclo de desmotivación y bajo rendimiento académico.

En este contexto, los estudiantes de Ingeniería en Sistemas, Carlos Muñoz y Felipe Mendieta, con la tutoría de Maldonado, desarrollaron la App denominada MoTe por sus siglas en inglés: Measuring of sTudent Engagement; traducido al español: "Midiendo el compromiso de los estudiantes".

Esta herramienta corresponde a su trabajo de tesis y en palabras de Mendieta "la App ayuda a entender cómo se sienten los estudiantes, si tienen dudas o si necesitan un descanso; todo con solo tocar un botón. Es como darles una voz a los estudiantes, permitiendo mejorar la comunicación entre profesores y estudiantes".

54

VOZ UCUENCA

1 MoTe: una aplicación académica con sello cuencano.

2 y 3 Carlos Muñoz junto al docente Jorge Maldonado y su compañero de tesis Felipe Mendieta, durante una sesión de diseño de la App MoTe.

55

Anexo F: Ponencia de MoTE

IX Coloquio de la RIIED: Tendencias de innovación y evaluación educativas de la docencia y la enseñanza.

20-03-2024 10:00

FACULTAD DE EDUCACIÓN UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA: CAMPUS DE CUENCA, EDIFICIO FRAY LUIS DE LEÓN CAMINO POZUELO, S/N 16071 CUENCA, EDIFICIO FRAY LUIS DE LEÓN, CUENCA, ESPAÑA

Organizado por Dra. Ana Rosa Bodoque Osma, Decana de la Facultad de Educación de Cuenca, UCLM (España).

Fechas: 20, 21 y 22 de marzo del 2024.

Coordinadora de Comité Académico Organizador de la institución receptora:

[Enlace](#) del evento

18:30-20:30	<p>Sesión 2</p> <p>Moderadora: Purificación Sánchez-Delgado</p> <p>Comunicaciones/ponencias paralelas:</p> <p>Sánchez-Delgado, P., Jornet, J., Díaz, S. y Guillot, E. <i>"Evaluación de la competencia lingüística a partir de tareas narrativas: Prueba EVAL-LEX"</i>.</p> <p>Villalobos, A. y Melo, Y. <i>"La Inteligencia Artificial (IA) en el horizonte del campo evaluativo. Algunas cuestiones éticas y epistemológicas"</i>.</p> <p>Maldonado, J., Mendieta, F. y Muñoz, C. <i>"MoTE - Aplicación Interactiva para el MoniToreo del Engagement Estudiantil en el Aula"</i>.</p> <p>Wang, Z., Sánchez-Delgado, P y Jornet, J. <i>"Evaluación Educativa de Riesgos de Trastorno de Lenguaje para los Niños Inmigrantes o Bilingües Chinos"</i>.</p> <p>Rubia, B. y Freitas, A. <i>"Evaluación docente basada en las analíticas del aprendizaje de los grandes datos de los Campus Virtuales de la Universidad"</i>.</p> <p>Murillo, F.J. y Martínez-Garrido, C. <i>"Una aproximación al "efecto compañeros" como determinante del desempeño docente en Educación Primaria"</i>.</p> <p>Murillo, F.J. y Martínez-Garrido, C. <i>"Factores asociados al desempeño docente y su contribución a la mejora de la evaluación docente"</i>.</p>
-------------	---

**MoTE - Aplicación Interactiva para el MoniToreo del Engagement
Estudiantil en el Aula**
**MoTE - Interactive App for MoniToring Student Engagement in the
Classroom**

Jorge Maldonado Mahauad (1)

¹*Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Cuenca*
jorge.maldonado@ucuenca.edu.ec, Ecuador

Felipe Mendieta Zumba (2)

²*Dirección de Innovación Educativa, Universidad de Cuenca*
felipe.mendieta98@ucuenca.edu.ec, Ecuador

Carlos Muñoz Godoy(3)

²*Dirección de Innovación Educativa, Universidad de Cuenca*
carlos.muñoz@ucuenca.edu.ec, Ecuador

Palabras clave: engagement, monitoreo, interactiva, tecnología, análisis

Introducción: El engagement estudiantil es un indicador clave en la calidad y efectividad del proceso educativo, y está relacionado con el éxito académico de los estudiantes y la evaluación positiva de los docentes (Fredricks, Blumenfeld, & Paris, 2004). Sin embargo, dar cuenta de lo que sucede con el engagement de los estudiantes durante una sesión de clase (ya sea presencial o en línea) representa un desafío debido a su naturaleza multifacética y dinámica. En este trabajo se presenta la herramienta de Analítica de Aprendizaje llamada "MoTe". Esta herramienta tiene como objetivo monitorear el engagement, emocional, conductual y cognitivo de los estudiantes durante una sesión de clase. Además, MoTE sirve como apoyo de las observaciones áulicas, brindando una visión más holística y dinámica de la evaluación docente.

Objetivo: Este trabajo tiene como objetivo presentar el desarrollo, la implementación y el pilotaje de MoTE en sesiones de clase presenciales y en línea, para monitorear las dimensiones del engagement estudiantil (emocionales, conductuales y cognitivas) mediante una interacción directa y continua con los estudiantes (Wang & Eccles, 2012). Además, se busca explorar cómo MoTe, en conjunto con las observaciones áulicas, puede ofrecer retroalimentación al docente sobre la planificación de su clase y brindar información útil entender como el diseño de su clase impacta en el engagement de los estudiantes.

Metodología: Se adopta la metodología Design Based Research (DBR) para el desarrollo iterativo de MoTe, permitiendo ajustes basados en feedback real (Reeves & Herrington, 2011). La implementación de MoTe se realiza en un contexto educativo real, complementando las observaciones áulicas tradicionales. Se emplean métodos mixtos para evaluar la capacidad de MoTe de monitorear eficazmente el engagement estudiantil y enriquecer la información obtenida a través de la observación áulica.