



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

MAESTRÍA EN SOFTWARE

Implementación de un panel de control de actividades
Académicas de los docentes de la UTMACH

ORLEN ISMAEL ARAUJO SANDOVAL

PROPUESTA METODOLÓGICA Y TECNOLÓGICA AVANZADA

TUTORA
BERTHA EUGENIA MAZÓN OLIVO

COTUTOR
FREDDY ROJAS VILELA

MACHALA
2024

DEDICATORIA

A mi querida madre, Carmen Amelia Sandoval Osorio,

Quien es mi motivación, guía y me ha inculcado el deseo de superación y perseverancia para alcanzar mis metas. Esta obra es el reflejo de mi amor y gratitud.

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, Orlen Ismael Araujo Sandoval con C.I. 0604095968, declaro que el trabajo de “Implementación de un panel de control de actividades académicas de los docentes de la UTMACH”, en opción al título de Magister en Software, es original y auténtico; cuyo contenido, conceptos, definiciones, datos empíricos, criterios, comentarios y resultados son de mi exclusiva responsabilidad.

ORLEN ISMAEL ARAUJO SANDOVAL
C.I. 0604095968

Machala, 2024/Agosto/30

REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN

Implementación de un panel de control de actividades Académicas de los docentes de la UTMACH

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

2

de.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

3

cdn.www.gob.pe

Fuente de Internet

<1%

4

1library.co

Fuente de Internet

<1%

5

ri2.bib.udo.edu.ve:8080

Fuente de Internet

<1%

6

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

<1%

7

sourceforge.net

Fuente de Internet

<1%

8

prezi.com

Fuente de Internet

<1%

9

www.teleamazonas.com

Fuente de Internet

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Bertha Eugenia Mazón Olivo con C.I. 0603100512; tutora del trabajo de “Implementación de un panel de control de actividades académicas de los docentes de la UTMACH”, en opción al título de Magister en Software, he revisado la Introducción, el Capítulo I con los Antecedentes Históricos, Conceptuales, Referenciales y Contextuales, Capítulo II con el tipo de estudio, población y métodos de investigación, Capítulo III con la metodología de desarrollo, Capítulo IV con el diseño de pruebas y resultados, Conclusiones y recomendaciones, razón por la cual doy fe de los méritos suficientes para que sea presentado a evaluación.

BERTHA EUGENIA MAZÓN OLIVO

C.I. 0603100512

Machala, 2024/Agosto/30

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Orlen Ismael Araujo Sandoval con C.I. 0604095968, autor del trabajo de titulación “IMPLEMENTACIÓN DE UN PANEL DE CONTROL DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS DE LOS DOCENTES DE LA UTMACH”, en opción al título de MAGISTER EN SOFTWARE, declaro bajo juramento que:

- El trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.
- Cedo a la Universidad Técnica de Machala de forma exclusiva con referencia a la obra en formato digital los derechos de:
 - a) Incorporar la mencionada obra en el repositorio institucional para su demostración a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia *Creative Commons Attribution no Commercial Igual 4.0 Internacional* (CC BY NCSA 4.0); la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.
 - b) Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en INTERNET, así como correspondiéndome como Autor la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.

ORLEN ISMAEL ARAUJO SANDOVAL
C.I. 0604095968

Machala, 2024/Agosto/30

CONTENIDO

CONTENIDO.....	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
RESUMEN.....	12
PALABRAS CLAVE.....	12
ABSTRACT.....	13
KEYWORDS.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	20
1.1. Antecedentes históricos.....	20
1.2. Antecedentes referenciales de investigación.....	22
1.2.1. Preguntas de investigación.....	23
1.2.2. Palabras clave y cadena de búsqueda.....	23
1.2.3. Bases de datos de literatura científica.....	23
1.2.4. Criterios de inclusión.....	23
1.2.5. Criterios de exclusión.....	24
1.2.6. Resultados SLR.....	24
1.3. Antecedentes conceptuales.....	24
1.3.1. Ciencia de datos.....	25
1.3.2. Metodología Design thinking.....	28
1.3.3. Experiencia de usuario.....	28
1.3.4. UMUX y CSAT.....	29
1.3.5. Indicadores clave de desempeño.....	29
1.4. Antecedentes contextuales.....	29
1.4.1. Propuesta de solución y contribuciones.....	30
CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO.....	32
2.1. Tipo de estudio o investigación.....	32
2.2. Paradigma o enfoque.....	32
2.3. Población y muestra.....	32
2.4. Métodos teóricos.....	33
2.4.1. Analítico – sintético.....	33
2.4.2. Hipotético – deductivo.....	33
2.5. Métodos empíricos.....	33

2.6. Técnicas estadísticas.....	34
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	35
3.1. Metodología Design Thinking.....	35
3.1.1. Empatizar	35
3.1.2. Definir	36
3.1.3. Idear.....	37
3.1.4. Prototipar.....	41
3.1.5. Evaluar	45
CAPÍTULO IV. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
4.1. Diseño de pruebas.....	47
4.1.1. Prueba de eficiencia	47
4.1.2. Prueba de usabilidad y satisfacción.....	48
4.2. Resultados.....	48
4.2.1. Resultados de prueba de eficiencia	48
4.2.2. Resultados de pruebas de usabilidad.....	50
4.2.3. Resultados de pruebas de satisfacción	52
4.3.1. Diseño de prueba para proporciones	53
4.3.2. Cálculo estadístico por proporción.....	53
4.3.3. Decisión de prueba de hipótesis	53
4.4. Discusión de resultados	54
CONCLUSIONES	56
TRABAJOS FUTUROS	57
RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Conceptualización de variables	17
Tabla 2	Etapas modelo Design Thinking	28
Tabla 3	Población y muestra docente	33
Tabla 4	Modelo y herramientas de evaluación	34
Tabla 5	Indicadores clave de desempeño	37
Tabla 6	Escala de Likert	47
Tabla 7	Métrica para evaluar tiempos de respuesta.....	47
Tabla 8	Encuesta de evaluación de usabilidad y satisfacción	48
Tabla 9	Frecuencia de respuestas de usabilidad por facultad	50
Tabla 10	Valoraciones de acuerdo con la escala aplicada	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Evolución del Business Intelligence (BI)	22
Figura 2 Producción científica existente	24
Figura 3 Ciencia de datos	25
Figura 4 Resultados de la entrevista a docentes	35
Figura 5 Arquitectura aplicada al panel de control	38
Figura 6 Mockup vista de resumen	39
Figura 7 Mockup detalle de asignaturas.....	39
Figura 8 Mockup detalle de calificaciones.....	40
Figura 9 Mockup detalle de tutorías.....	41
Figura 10 Primer prototipo vista de resumen	42
Figura 11 Prototipo final vista de resumen	42
Figura 12 Primer prototipo vista de asignaturas.....	43
Figura 13 Prototipo final vista de asignaturas.....	43
Figura 14 Primer prototipo vista de calificaciones.....	44
Figura 15 Prototipo final vista de calificaciones	44
Figura 16 Primer prototipo de vista de tutorías.....	45
Figura 17 Prototipo final vista de tutorías	45
Figura 18 Desempeño de microservicios	49
Figura 19 Desempeño de microservicio de actas de calificaciones	49
Figura 20 Frecuencia relativa de respuestas de usabilidad	51
Figura 21 Porcentaje de usabilidad calculada	51
Figura 22 Porcentaje de satisfacción obtenido del modelo CSAT	52

RESUMEN

La Universidad Técnica de Machala posee un alto flujo de datos que se generan a través de sus sistemas transaccionales; sin embargo, no posee una herramienta que permita visualizar indicadores de desempeño relacionado con las actividades docentes dificultando la toma de decisiones oportunas. Por lo antes mencionado, se plantea la implementación de un panel de control que consolide la información y la presente mediante indicadores claves de desempeño el estado de las actividades de docentes. Al realizar una revisión sistemática de la literatura se fundamentó los conceptos relacionados con la ciencia de datos e inteligencia de negocios y como esta puede aplicarse en el área educativa. Se seleccionó la metodología de diseño del pensamiento para el desarrollo del panel de control, debido a que promueve un diseño iterativo centrado el usuario; por tanto, se reduce el riesgo de rechazo y se garantiza la satisfacción del usuario. Con la implementación de un panel de control de actividades docentes se logró un alto grado de satisfacción con un 86,09%; esto proporciona una herramienta que facilita conocer el progreso de cada docente, promoviendo la toma de decisiones informadas de manera oportuna.

PALABRAS CLAVE

Ciencia de datos, inteligencia de negocios, panel de control, indicadores clave de desempeño, indicadores de desempeño de docentes, educación superior

ABSTRACT

The Technical University of Machala has a high flow of data generated through its transactional systems; however, they do not have a tool to visualize performance indicators related to teaching activities, making timely decision-making difficult. Therefore, the implementation of a dashboard that consolidates information and presents it through key performance indicators on the status of teaching activities is proposed. A systematic literature review was conducted to establish the concepts related to data science and business intelligence and how these can be applied in the educational field. The design thinking methodology was selected for the development of the dashboard, as it promotes an iterative, user-centered design; thus, reducing the risk of rejection and ensuring user satisfaction. With the implementation of a dashboard for teaching activities, a high degree of satisfaction was achieved, with 86.09%; this provides a tool that facilitates understanding each teacher's progress, promoting timely and informed decision-making.

KEYWORDS

Data Science, Business Intelligence, Dashboard, Key performance indicator, Teaching performance indicator, Higher Education

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los grandes volúmenes de datos obligan a las organizaciones a utilizar herramientas para optimizar sus procesos desde el análisis informado. Es importante para las instituciones dedicadas a la enseñanza poseer una herramienta tecnológica que proporcione una visualización eficiente de los indicadores clave de desempeño (KPI: *Key Performance Indicator*) que se originan de las actividades académicas realizadas por sus docentes. Este tipo de herramientas promueve en el docente la toma de decisiones informadas según su realidad laboral y académica, enfocándose en la formación de futuros profesionales [1]; esto debido, a que la educación actual establece estrategias centradas en el estudiante, que fomentan la adquisición de competencias específicas y transversales [2].

El Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES) y El Consejo de Educación Superior (CES) son organismos que a través de un trabajo conjunto planifican, regulan, coordinan, evalúan y acreditan el cumplimiento de los estándares de calidad dentro del Sistema de Educación Superior del Ecuador [3]. Las Instituciones de Educación Superior (IES) en el Ecuador, deben gestionar la innovación de sus reformas curriculares, procesos de formación y prácticas educativas acordes a metas institucionales [4]; de manera que, se satisfaga las necesidades formativas de la población y se cumpla con los estándares gubernamentales.

La evaluación en las IES se centra en los ejes de docencia, investigación y vinculación con la sociedad; establecidos como funciones sustantivas dentro de la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) [5]. Para articular estos ejes, es necesaria la institucionalización de los procesos en donde, el docente mantiene un papel protagónico en el logro de los objetivos institucionales, esto a través de un desempeño equilibrado de sus funciones [6] y en consecuencia, generar una cultura de calidad educativa [7]. En este contexto, la ciencia de datos e inteligencia de negocios al ser disciplinas enfocadas en el procesamiento de una amplia cantidad de datos que genera información útil, se convierten en herramientas óptimas para identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas sobre políticas educativas [8].

En la Universidad Técnica de Machala (UTMACH) por cada periodo educativo, los docentes cumplen con procesos académicos que deben ser evaluados y contribuir a los objetivos institucionales. Sin embargo, la problemática actual se centra en la dificultad al monitorear la función docente; de ahí que, catedráticos desconocen el nivel de cumplimiento de sus

planificaciones; dificultando la percepción del progreso en cada asignatura. El educador no está informado del rendimiento del estudiantado, lo que limita las estrategias que puede aplicar para que alcancen los objetivos deseados. Además, no se le presenta información de los procesos de evaluación, tutorías y titularidad; esto reduce el actuar docente y entorpece sus procesos de mejora. Por lo antes mencionado, existe una ineficiente visualización de los indicadores clave de desempeño. Al no existir una herramienta que visualice los KPI, se genera un incremento de tiempo y esfuerzo al consolidar o elaborar reportes informativos; además, al poseer solo información textual, se imposibilita la representación dinámica de indicadores. De manera similar, se obstaculiza la búsqueda integral de información que contribuya a la elaboración de estrategias académicas, puesto que, se encuentra disgregada.

Esta problemática se manifiesta en diferentes IES, en donde la aplicación de inteligencia de negocios (BI) a través de paneles de control ayuda en la toma de decisiones. Echeverría-Benavides et al. [9], presentaron un modelo para evaluar el desempeño educativo de los criterios de academia y estudiantes; simplificando las acciones que el usuario debe realizar para visualizar los indicadores de desempeño de forma periódica y centralizada. Por otra parte, Castro-Chauca et al. [10], propusieron una herramienta BI; centrada en el análisis de las tasas de admisión, matriculación, promoción y reprobación de estudiantes. Ambos estudios coinciden con lo expuesto por Solazar-Cardona et al. [11] que un panel de control en la educación permite encontrar datos útiles imperceptibles a simple vista debido al manejo eficiente de la información lo que reduce el esfuerzo y optimiza los recursos, facilitando la toma de decisiones que mejoren los procesos del entorno.

Actualmente existen diversas herramientas diseñadas para efectuar un análisis de inteligencia de negocios como PowerBI, SpagoBI, Pentaho BI u otras que pueden representar la información de forma gráfica. Sin embargo, de acuerdo con Cardona y García [12] estas herramientas no permiten el despliegue en conjunto con otras soluciones informáticas, poseen características limitadas, representan una inversión recurrente o su curva de aprendizaje es un elevada, lo que incrementa el tiempo de adaptación. Al implementar un *dashboard* en una institución como la UTMACH se pueden personalizar las funcionalidades y visualizaciones, por tanto, el periodo de adaptación es reducido, no necesita de una inversión económica excesiva y puede interactuar con sistemas transaccionales preexistentes. Con base en lo antes mencionado se realiza la formulación del problema ¿Cómo puede la implementación de un panel de control optimizar la

gestión y visualización de los indicadores clave de desempeño de las actividades de los docentes en UTMACH?

El objeto de estudio del presente trabajo de titulación es la visualización de indicadores clave de desempeño de actividades académicas docentes. El campo de acción se limita a la ciencia de datos e inteligencia de negocios aplicada al desarrollo de un panel de control. El cual visualiza indicadores relacionados con asignaturas, rendimiento académico, tutorías entre otros; proporcionando información relevante a quienes conforman la planta docente de la UTMACH.

El objetivo general de este trabajo es: implementar un *dashboard* con indicadores clave de desempeño de actividades académicas de docentes de la UTMACH, aplicando técnicas de inteligencia de negocios y ciencia de datos. Para dar cumplimiento se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un análisis bibliográfico de los trabajos relacionados y el estudio de los indicadores de las actividades académicas docentes de la UTMACH.
- Definir el proceso metodológico de desarrollo de un panel de control que aplique técnicas de inteligencia de negocios y ciencia de datos.
- Desarrollar un panel de control en un entorno web para la visualización de los indicadores de desempeño relacionados con las actividades académicas docentes.
- Evaluar la usabilidad y satisfacción del panel de control desarrollado mediante la aplicación de los modelos *Usability Metric for User Experience (UMUX)* y *Customer Satisfaction Score (CSAT)*

El diseño metodológico del presente trabajo se enmarca en una investigación aplicada con un enfoque cuantitativo. Por tanto, se plantea un panel de control que mediante la aplicación de la estadística descriptiva; representa individualmente los KPI de actividades académicas de los 533 educadores de la UTMACH. Se empleó la metodología *Design Thinking* [13] para orientar el desarrollo de un software interactivo centrado en el docente. Posterior a su implementación, se evaluó la experiencia del usuario con el software mediante los modelos UMUX [14] y CSAT [15] respectivamente; esto aplicado a una muestra aleatoria de 99 catedráticos que lo utilizaron.

La hipótesis que se formuló: si se implementa un *dashboard* relacionado con las actividades académicas de los docentes de la UTMACH aplicando técnicas de inteligencia de negocios y

ciencia de datos, se mejorará en un 75% o más, la experiencia de usuario en la visualización de indicadores claves de desempeño.

En la tabla 1, se describe las variables independiente y dependiente; así como sus definiciones y categorización.

VARIABLE	DEFINICIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	TÉCNICAS
Variable independiente: Dashboard con indicadores clave de desempeño (KPI) relacionados con las actividades académicas de docentes de la UTMACH.	Dashboard engloba varias herramientas que muestran información relevante para la empresa o institución a través de una serie de indicadores de rendimiento, denominados KPI	Indicadores clave de desempeño Información estadística	Identificación de KPI de actividades académicas de docentes de la UTMACH. Diseño de interfaces para la visualización estadística del panel de control. Programación de indicadores clave de desempeño de docentes.	Design Thinking VUE JS SPC CHART JS
Variable dependiente: Experiencia del usuario en la visualización de información.	Se define a la experiencia de usuario como la disciplina centrada en hacer que los productos sean fáciles y satisfagan la experiencia del usuario.	UMUX CSAT	Usabilidad Satisfacción Eficiencia	Encuestas Herramienta para medición de rendimiento

Tabla 1 Conceptualización de variables

La UTMACH posee un alto flujo de datos que se generan a través de sus sistemas transaccionales; por tanto, la información se encuentra disgregada, dificulta la consolidación y no está estructurada para la toma de decisiones. Los datos se presentan como información textual que complica una representación gráfica y no está adaptada a la necesidad del contexto. Este trabajo se justifica debido que, al implementar un panel de control este se encargará de consolidar y centralizar la información a fin de cumplir el ciclo de análisis, reflexión, decisión y evaluación [16]. Además, incrementa la comprensión situacional del docente y se favorece una toma de decisión informada. Por otra parte, los docentes obtienen una herramienta tecnológica que les ayuda a realizar el seguimiento y monitoreo de las actividades académicas, optimizando el tiempo y reduciendo el esfuerzo al realizarlo.

Un *dashboard* favorece la mejora continua al utilizar los datos en tiempo real como una fuente de información; así se proporciona una visión sistémica de la institución, lo que desarrolla la cultura organizacional y permite mantener un alto grado de competitividad frente a otras instituciones [17]. Si bien, a menudo la construcción de un panel de control está ligado de forma recurrente al almacén de datos, en la actualidad es factible el uso de *Application Programming Interface* (API) que conectan y obtienen los datos [18] de forma rápida y más segura [19] para su uso en el análisis remoto [20]; por tanto, la aplicación de la metodología *Design Thinking* que fomenta la comprensión del entorno, identificar las necesidades e involucra al usuario final dentro de un desarrollo iterativo [21]; promueve la creación de un panel de control capaz de consumir dichas API con un diseño personalizado y alineado con los requerimientos, evitando el repudio y favoreciendo su utilización.

Se aporta con un software innovador que utiliza el consumo de API como fuente de datos y no un proceso tradicional. Además, se presenta evidencia científica sobre como un *dashboard* de actividades académicas mejora la experiencia de usuario en la visualización de indicadores de desempeño. Por lo antes mencionado, la implementación de un panel de control tiene un impacto en el desarrollo educativo e institucional de la UTMACH, al presentarse como una herramienta que puede garantizar el cumplimiento de las actividades académicas vinculadas a los procesos docentes.

El propósito de implementar técnicas de inteligencia de negocios en el análisis de indicadores clave de desempeño docente; surge de la necesidad de conocer el nivel de cumplimiento que los educadores tienen al realizar sus funciones académicas y como estas se encuentran relacionadas. Desde un panel de control, se pueden identificar deficiencias en las actividades, desempeño docente y facilitar la toma de decisiones desde una representación gráfica. Por añadidura, un docente que se encuentra informado es capaz de ajustar su labor para dar cumplimiento a aquellos indicadores que no se encuentren en buen estado; además, el visualizar su propia información promueve un accionar proactivo y evita requerimientos innecesarios a otras áreas.

El presente trabajo de investigación se encuentra estructurado en cuatro capítulos; la introducción presenta una idea al lector del trabajo que se ha realizado. El capítulo I está conformado por los antecedentes históricos, conceptuales y contextuales. En el capítulo II se encuentra la metodología, materiales y métodos utilizados para el desarrollo investigativo.

Dentro del capítulo III se presentan los resultados de la implementación propuesta y su aporte práctico; en el capítulo IV se muestra el análisis de resultados y su corroboración; finalmente, se exponen las conclusiones, recomendaciones y anexos del estudio.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta el estado del arte de la investigación; esta fue realizada con la técnica de revisión sistemática de la literatura propuesta por Barbara Kitchenham. La organización de este apartado inicia con los antecedentes históricos pasando por los antecedentes conceptuales y finaliza con los antecedentes contextuales.

1.1. Antecedentes históricos

En 1900 durante la denominada revolución industrial se requería medir el nivel de cumplimiento dentro de una organización; así, Frederik Winslow Taylor postula la aplicación de un método científico administrativo para medir el rendimiento de los trabajadores dentro de los procesos industriales [22]; posteriormente Walter Shewhart estableció principios de control que a través de métodos estadísticos miden el nivel calidad. En conjunto dieron origen a los cuadros de control, que se enfocaron en el análisis de datos [23] que se hallaban principalmente en medios físicos; con ello, se intentaba establecer un indicador entre los objetivos y el desempeño institucional, lo que se conocería como *Key Performace Indicator (KPI)* [24].

Entre la década de los 70 Robert Kaplan y David Norton proponen el Cuadro de mando integral (CMI) el cual no se enfocaba en un proceso, por el contrario, enfatizaba una medición de la actuación organizacional, que a través de métodos matemáticos y estadísticos pueden ser representados como un KPI [25], por tanto, era necesario poseer fuentes de datos extendidas. El avance tecnológico proporcionó una solución a esta necesidad, esto gracias al auge de los sistemas gestores de bases de datos (SGBDD) y su aplicación empresarial, que facilitaba el almacenamiento, procesamiento y análisis de datos [26]. Para beneficiarse de las capacidades de los SGBDD, en 1980 Bill Inmon y Ralph Kimball conceptualizan el *Data Warehouse (DW)*; almacenes de datos relacionados a un área o tema específico y de actualización recurrente; que se destinan a respaldar la toma de decisiones administrativas [27], con base en reportes analíticos.

Con el fin de aprovechar la información almacenada, en 1980 surgen los *Decision Support System (DSS)*, sistemas centrados en ayudar al usuario a mejorar la calidad de sus decisiones sobre problemas semiestructurados [28], con el objetivo de conseguir la solución óptima en el menor tiempo [29]. De igual manera, se presentan los *Executive Information System (IES)*; herramientas enfocadas a facilitar decisiones a ejecutivos de alto nivel con información externa

e interna; y en consecuencia evaluar los objetivos estratégicos de la organización [30], lo que se traduce en el mejoramiento institucional.

La generación recurrente de información por parte de las organizaciones, propició los SGBDD con un amplio volumen de datos, por consiguiente, se debía materializar este medio intangible para obtener conocimiento y combinarlo con la experiencia [31] del talento humano. En 1989 Gregory Piatetsky-Shapiro promueve el *Knowledge Discovery in Databases* (KDD), que consiste en un conjunto de actividades que van desde la preparación, selección, limpieza e interpretación de los datos, con el fin de extraer y descubrir nuevo conocimiento [32]. A partir del KDD se da origen a la Inteligencia de negocios o *Business Intelligence* (BI), término que fue introducido por Hans Peter Luhn y posteriormente acuñado por Howard Dresner; quien la definió como “un conjunto de métodos que ayudarán al usuario a tomar decisiones, usando sistemas de soporte” [33].

En 1990 los sistemas BI incorporaron el *machine learning* (ML), que aunque era una disciplina aplicada a la inteligencia artificial (IA), permitió crear sistemas con la facultad de aprender de forma automatizada; esto expandió la capacidad de la inteligencia de negocios, al permitirle descubrir perspectivas valiosas y patrones complejos dentro de millones de datos sin que este comportamiento deba ser estrictamente programado, lo que favorecía al usuario, al conseguir adaptar sus decisiones a su entorno y mantener la competitividad de la organización [34] [35]. A finales de los 90, la cantidad masiva de datos que se generaban no podían ser tratados con métodos tradicionales. Así, Jacob Zahavi introduce el término *Big Data*; que hace referencia no solo a los grandes volúmenes de datos, sino también, a la diversidad de las fuentes, velocidad, procesamiento, técnicas de tratamiento y manipulación masiva de información, para aprovechar de forma eficiente la información generada en tiempo real [36].

Con la aparición de diversas técnicas y teorías fue necesario trabajarlas en conjunto; en 2001 William Cleveland populariza la expresión *Data Science*, que es un campo interdisciplinario que se enfoca en el tratamiento de datos y la transformación de conocimiento con una metodología determinada con base en la estadística, informática, comunicación, gestión y sociología [37]. Posteriormente desde 2010 los sistemas de BI popularizan el panel de control o *dashboard*; estos se encargan de mostrar información de forma clara y oportuna con elementos visuales: de tal forma, que se facilita el seguimiento de las actividades y el comportamiento actual de la organización [38].

En los últimos años debido al impacto positivo que ha tenido la implementación de *dashboard* o BI dentro de las empresas; las IES han incursionado en su uso, principalmente con el objetivo de mejorar los procesos de evaluación y acreditación para garantizar una gestión educativa de calidad [39]. Además, debido a la versatilidad de los paneles de control, estos pueden ser adaptados al contexto educativo desde un entorno departamental o institucional.

Los acontecimientos anteriormente descritos se representan en la Figura 1.

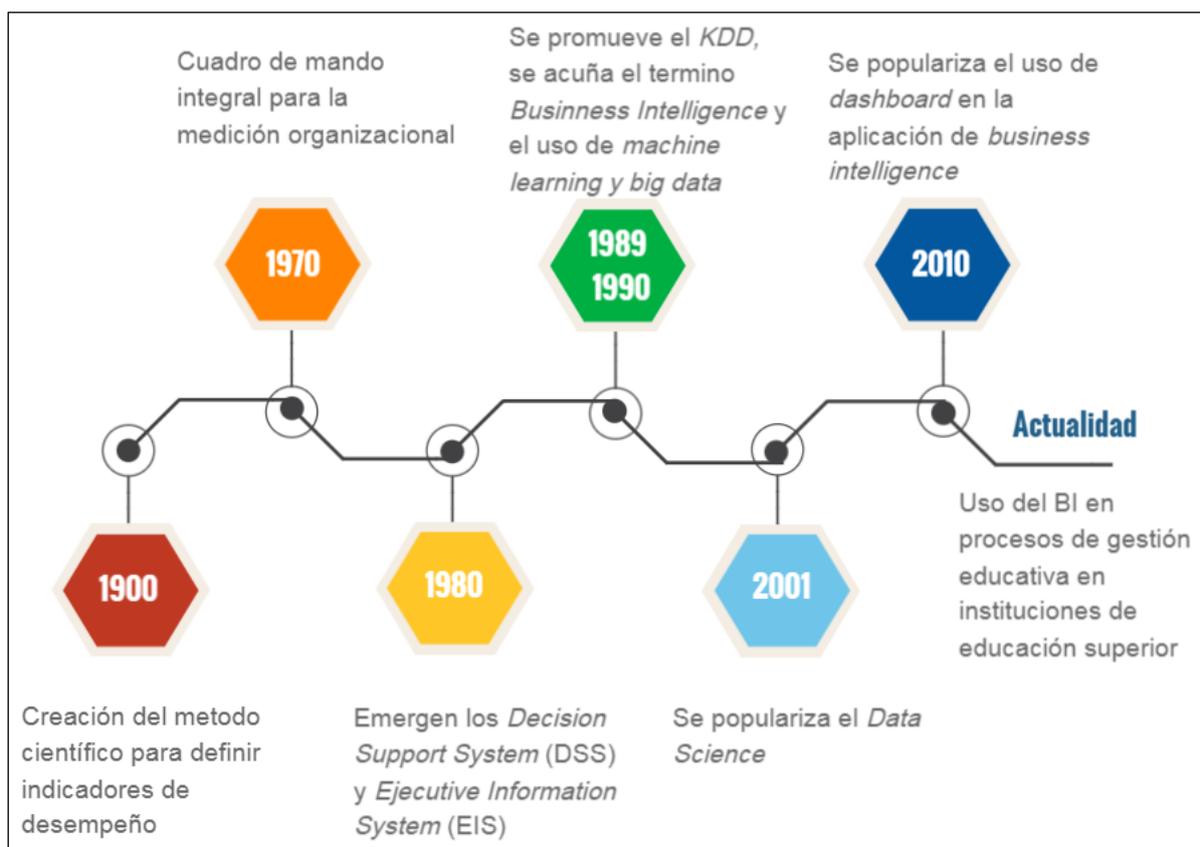


Figura 1 Evolución del Business Intelligence (BI)

1.2. Antecedentes referenciales de investigación

En el presente estudio se utiliza la *Systematic Literature Review (SLR)*; con la cual, se aplica una revisión rigurosa sobre la evidencia científica existente dividida en tres etapas: planificación, realización e informe [40]. A continuación, se detallan las actividades realizadas durante el desarrollo de la SLR.

1.2.1. Preguntas de investigación

¿Qué beneficios se obtienen al visualizar indicadores clave de desempeño de las actividades docentes de educación superior?

¿Qué metodología proporciona un óptimo desarrollo de un panel de control basado en inteligencia de negocios para la visualización de indicadores clave de actividades docentes?

¿Cuál es el impacto de la utilización de inteligencia de negocios para la toma de decisiones sobre las actividades de docentes?

¿Cuál es la situación actual de la institución al no poseer un panel de control para la visualización de indicadores de desempeño docente?

1.2.2. Palabras clave y cadena de búsqueda

Data Science, Business Intelligence, Dashboard, Key performance indicator, Higher Education, ciencia de datos, inteligencia de negocios, panel de control, indicadores clave de desempeño, educación superior

TITLE (("business intelligence" OR "data Science" OR "dashboard" OR "inteligencia de negocios" OR "ciencia de datos" OR "panel de control") AND ("Key Performance Indicator" OR "indicadores de desempeño" OR "higher education" OR "educación superior")) AND PUBYEAR > 2019 AND DOCTYPE (ar).

1.2.3. Bases de datos de literatura científica

Web of Science (WOS)

SPRINGER

SCOPUS

Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

SCIELO

1.2.4. Criterios de inclusión

Estudios relacionados con indicadores de desempeño o KPI

Estudios relacionados con Panel de control, tablero de control o *dashboard*

Estudios relacionados con inteligencia de negocios

Estudios relacionados con ciencia de datos

Estudios relacionados con evaluación de la educación superior

Fuentes de artículos científicos

1.2.5. Criterios de exclusión

Estudios duplicados

Estudios antes de 2020

Estudios con menos de 5 paginas

Fuentes no científicas

1.2.6. Resultados SLR

Al terminar el proceso SLR, se obtuvieron 47 artículos relacionados con la ciencia de datos e inteligencia de negocios aplicado en el desarrollo de una herramienta informática. La base de datos principal fue SCIELO con 15 estudios; por el contrario, en la base de datos IEEE, no se encontraron estudios que puedan ser considerados para el presente trabajo investigativo, tal como se aprecia en la figura 2.

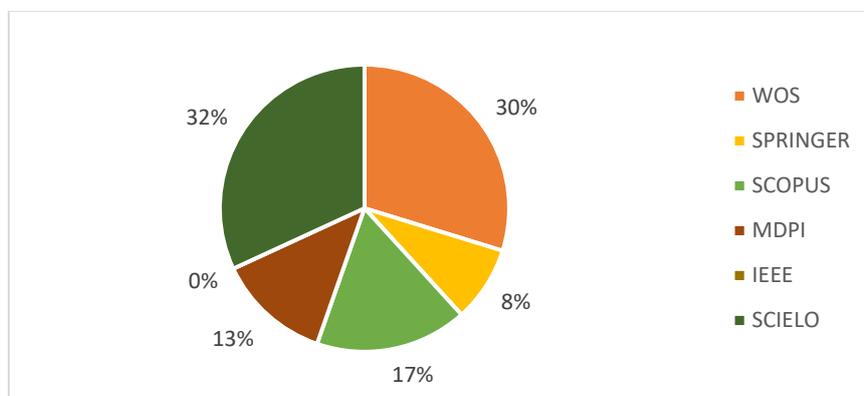


Figura 2 Producción científica existente

1.3. Antecedentes conceptuales

En este apartado se detallan las propuestas teorías relacionadas con las variables de investigación; en primer lugar, se aborda la ciencia de datos e inteligencia de negocios considerando un orden jerárquico. Posteriormente se analizan los indicadores de desempeño, estos últimos serán ajustados a las actividades que realizan los docentes de la UTMACH. En la Figura 3, se presenta la organización de los contenidos teóricos abordados.

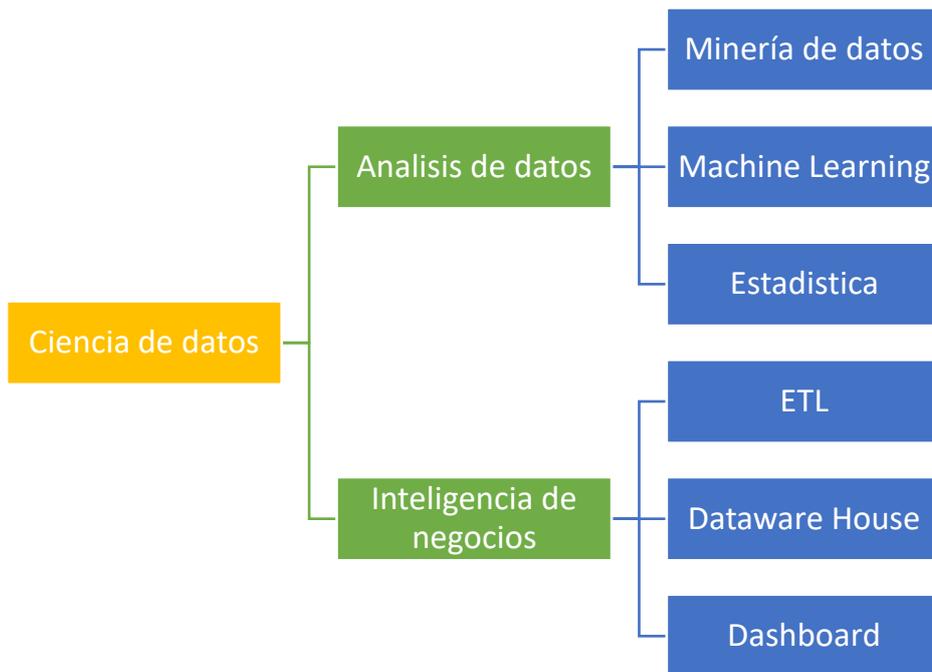


Figura 3 Ciencia de datos

1.3.1. Ciencia de datos

Se entiende por ciencia de datos a la metodología que extrae conocimiento existente dentro de amplios conjuntos de datos [41], que pueden encontrarse estructurados, semiestructurados y no estructurados, con un acceso abierto o limitado [42]. La ciencia de datos proporciona una forma efectiva de extraer información [43] con base en la explicación y predicción; por tanto, frecuentemente utiliza el análisis estadístico para avalar su credibilidad [44].

1.3.1.1. Análisis de datos

También conocido como *Big Data Analytics* (BDA); es el medio por el cual se almacena, integra y analizan grandes volúmenes de datos, esto genera una perspectiva organizacional valiosa que facilita la toma de decisión informada [45], [46]. Con la aplicación de métodos y procedimientos del BDA, se recopila eficientemente información almacenada en diversas fuentes y formatos [19]; no obstante, el conjunto de datos debe ser heterogéneo para ser procesado, esto ayuda en la visualización y adaptación de los datos de acuerdo con el entorno; además, promueve la retroalimentación sistémica para ampliar el conocimiento [47].

Minería de datos

La disciplina de minería de datos utiliza técnicas que permiten descubrir información oculta y conocimiento útil [48]; esto aplicado en el área educativa, identifica la correlación existente

[19] entre miembros de la IES. Este nuevo conocimiento puede presentarse en estructuras como: conjunto de reglas, arboles de decisión, gráficos u otros que apoyen la toma de decisiones [49].

Machine Learning

El aprendizaje automatizado es una de las herramientas aplicadas en la digitalización empresarial [35], esto debido a que el *machine learning* utiliza algoritmos de heurística y aproximaciones de predicción en menor tiempo [43]; por tanto, dentro del contexto de inteligencia de negocios, permiten a las organizaciones extraer información relevante de datos históricos facilitando la innovación, toma de decisiones y empoderamiento de los procesos [34].

Estadística

Mediante el análisis estadístico se aplican un conjunto de métodos que transforman la información [50]; en consecuencia, se facilita la interpretación cuantitativa de los datos con la finalidad de tomar una decisión efectiva [51] basada en hechos comprobables.

1.3.1.2. Inteligencia de negocios

Se denomina inteligencia de negocios a la disciplina que combina la exploración, análisis, visualización y uso de mejores prácticas para brindar soporte en el proceso de toma de decisiones; para ello, se utilizan los datos generados por la institución. Este es el recurso fundamental que tiene una organización para adaptar sus estrategias al entorno; además, es el activo más valioso que posee al aportar con información actualizada sobre el estado de las metas organizacionales [52], [53].

El BI debe poseer una base tecnológica consistente a lo largo del tiempo [54], al estar vinculado con las tecnologías de la información (TI), otorga a los directivos una solución personalizada e innovadora que mejora la toma de decisiones [55], al facilitar información precisa, relevante y oportuna [56]. La adopción de inteligencia de negocios por parte de una institución incrementa la accesibilidad de la información, mejora la comprensión, la gestión de datos y diversas operaciones [57]; puesto que, centraliza y consolida los datos, para presentar información útil que describa la situación pasada o actual del establecimiento [58] lo que influye en el desempeño organizacional.

ETL

Sus siglas hacen referencia a la secuencia ordenada de las operaciones *Extract, Transform and Load*; que es un proceso sistemático que integra datos de diversas fuentes en un único almacén de datos, con un formato conveniente para el uso previsto [20], [59].

Data Warehouse

Un *data warehouse* es un repositorio que almacena datos estructurados; que previamente han sido tratados para un propósito específico [18]. Este almacén de datos organiza conjuntos de dimensiones en diferentes niveles jerárquicos [48]; por tanto, se proporciona un acceso eficiente y de alto rendimiento en la ejecución de consultas.

Dashboard

Es una herramienta que adecua en un único elemento visual, información precisa y ajustada a los requerimientos del usuario [60]; así, interconecta las métricas de desempeño de mediano y largo plazo en una organización [61]. Un elemento visual puede comunicar una mayor cantidad de datos complejos [62]; que adaptado al campo educativo, le proporciona al docente un mecanismo que evalúa su proceder académico [63] y demás funciones sustantivas; por otra parte, un panel de control puede ayudar a un estudiante, a entender qué es lo que ha hecho y qué debería hacer para mejorar su aprendizaje [64].

Dashboard Operativos

Este tipo de tableros de control son los más utilizados a nivel empresarial, debido a que presentan indicadores relacionados con los procesos del negocio; por tanto, esta se actualiza diariamente [65] lo que facilita la comprensión institucional y la aplicación de medidas correctivas en caso de identificarse retardo en algún proceso.

Dashboard Estratégicos

También se denominan *ScoreCards*, están enfocados en la presentación del progreso en la consecución de los objetivos planificados. La información se muestra de forma descendente a fin de simplificar el análisis predictivo y mejorar la dirección de la organización [66].

Dashboard Analíticos

Es un panel de control en donde se muestran indicadores que alertan ante la ocurrencia de problemas. En estos dashboard se muestra lo que ocurre dentro del negocio u organización a

fin de tomar decisiones que den solución a los inconvenientes presentados; además, toda la información se muestra como parte de un solo objeto lo que posibilita un análisis desde diferentes enfoques [67].

Dashboard Tácticos

Los KPI de este tipo de panel, están centrados en medir y comparar datos de procesos que se encuentran relacionados a proyectos institucionales; así, se muestra información de las áreas internas y datos externos necesarios para la ejecución de procesos dentro de los objetivos del proyecto [65], [66].

1.3.2. Metodología Design thinking

Una metodología está compuesta de principios, procedimientos y prácticas que se despliegan para obtener un resultado [13]; de ahí que, se originan las metodologías tradicionales que basan sus procesos en un control minucioso, en donde, se definen actividades específicas a cumplir, entregables, herramientas y el seguimiento que se efectúa [68]. Sin embargo, existen metodologías no tradicionales como *Design Thinking* cuyo eje central es el usuario final; es decir, basa su diseño en las necesidades y motivaciones desde la perspectiva del cliente que utilizará el software [69], [70] promoviendo un desarrollo iterativo; así, se brinda un mejor soporte a las actividades y se identifica la solución de forma adecuada. Esta metodología propone un proceso no lineal de 5 etapas [71] que se detalla en la tabla 2.

Fases	Actividades	Autor
Empatizar	Comprensión profunda de las necesidades de los usuarios implicados en la solución que se desarrolle; se debe observar, escuchar y comprender para obtener la mayor cantidad de información posible.	Tim Brown
Definir	Se filtra la información recopilada en la fase de empatizar y se conserva lo que aporta valor, para definir de forma clara el problema.	
Idear	Definido el problema, se inicia un proceso de generación de la máxima cantidad de ideas para solucionarlo, se deben evitar los juicios de valor	
Prototipar	Las ideas se pasan a la realidad los equipos construyen prototipos que se deben afinar hasta llegar al resultado final	
Testear	Se expone el prototipo a las personas en contexto y a quienes estaría dirigido para que lo manipulen y brinden una retroalimentación.	

Tabla 2 Etapas modelo Design Thinking

1.3.3. Experiencia de usuario

La experiencia de usuario o *User Experience* (UX), es una disciplina centrada en elaborar productos de software que satisfagan al cliente al ser amigables y de fácil utilización [72]. Por tanto, busca generar una interacción positiva o negativa entre el usuario y el entorno [73]. Al

aplicarse en el desarrollo de un panel de control mediante una metodología centrada en el usuario; se garantiza que el educador este satisfecho con la forma en la que se visualiza la información e incluso motivar la utilización recurrente del aplicativo.

1.3.4. UMUX y CSAT

Se define a la usabilidad como una característica centrada en medir la interacción funcional de un producto de software con el usuario [74]. Por tanto, el modelo *Usability Metric for User Experience* (UMUX) establece una métrica unidimensional enfocada en el uso, eficiencia y efectividad comprendida desde la experiencia del usuario [14]. Sin embargo; aunque exista una alta usabilidad es necesario determinar el nivel de satisfacción del usuario. Para ello, la encuesta *Customer Satisfaction Score* (CSAT) establece el nivel de discrepancia entre la percepción y expectativas que posee el usuario [15] de software.

1.3.5. Indicadores clave de desempeño

Los KPI son un conjunto de métricas calculadas, que proporciona un resumen informativo del nivel de cumplimiento de las metas institucionales [75]; Además, proveen nuevas perspectivas para ayudar a la toma de decisiones, establecer objetivos cuantificables, identificar tendencias o tácticas de mejora continua [76], [77]. Los indicadores clave de desempeño al ser integrados en un *dashboard*, representan en una vista consolidada el análisis, seguimiento y evaluación de las actividades que se desarrollan [78], lo que facilita el reconocimiento y comparación del rendimiento o desempeño entre funciones de la organización [79].

1.4. Antecedentes contextuales

El presente estudio se desarrolló en la Universidad Técnica de Machala. Es una institución de educación superior ubicada en la ciudad de Machala correspondiente a la provincia de El Oro en Ecuador. Con el compromiso institucional de brindar una educación de calidad y excelencia para formar profesionales competentes; se considera implementar un software que mejore la eficiencia en la visualización de indicadores de desempeño; con ello, informar el progreso de cada actividad y promover la toma de decisiones.

En la actualidad, la institución cuenta con el Sistema Informático de la Universidad Técnica de Machala (SIUTMACH). Es un software transaccional destinado al registro de información del proceso académico tal como: distributivo docente, asignación de cátedras, ingreso de calificaciones, registro de asistencia u otros. Sin embargo, este software no facilita el análisis

de la información, no muestra porcentajes de avance o niveles de cumplimiento he imposibilita la presentación de gráficos que favorezcan el análisis; esto debido a que la información está dispersa en subsistemas. Las limitaciones del actual sistema, condiciona al docente a realizar una labor de recopilación de datos; por tanto, lo obliga a distribuir parte de su tiempo a esta labor, con el fin de conocer el nivel de ejecución o informar sobre sus actividades académicas. La recopilación de datos y elaboración de informes de seguimiento o asistencia pedagógica en cada asignatura le puede llevar al docente hasta dos días, debido a que el SIUTMACH no posee una función que presente información tabulada acerca del rendimiento académico, asistencias o tutorías. De igual manera, para conocer el estado de ejecución de sus actividades debe solicitar dicha información al responsable o aguardar hasta ser notificado, esto puede darse durante etapas de alta demanda, lo que limita al docente brindar una respuesta oportuna o realizar la corrección del caso.

1.4.1. Propuesta de solución y contribuciones

Se plantea la implementación de un panel de control desplegado en un entorno web; que, mediante técnicas de inteligencia de negocios, visualice indicadores claves de desempeño de las actividades docentes en la UTMACH; con ello se busca consolidar la información para el análisis, presentar de forma gráfica y organizada el nivel de cumplimiento de cada catedrático.

Entre los criterios a visualizar se encuentran el escalafón, titularidad, dedicación o evaluación docente; en conjunto posibilitan al profesor el conocimiento y análisis de su trayectoria institucional. Por el contrario, los criterios de sílabos, planes de clase y registros de asistencia; están centrados en describir el estado del instrumento, la planificación que el pedagogo ha creado para impartir su cátedra y los registros de asistencia realizados durante su función académica; esto proporciona al educador información con la que puede decidir cambios en el silabo, conocer el progreso de cada materia e identificar acciones no realizadas, a fin de completarlas. En última instancia, los criterios de calificaciones y tutorías; basan sus indicadores en el rendimiento que tienen los educandos dentro de cada materia; y el acompañamiento que realiza el educador para alcanzar las metas propuestas en cada periodo académico.

La implementación del *dashboard* espera contribuir con un producto de software que automatice procesos, facilite la comprensión del nivel de cumplimiento de actividades docentes y la toma de decisiones; Por otra parte, se espera aportar con evidencia científica que demuestre

la influencia que tiene un panel de control sobre la experiencia del usuario en la visualización de indicadores docentes en una institución de educación superior.

CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO

En esta sección se aborda la metodología de investigación aplicada dentro del estudio; también, se muestra el público objetivo y las técnicas utilizadas para el análisis estadístico.

2.1. Tipo de estudio o investigación

El presente estudio en consonancia con el objetivo propuesto se considera aplicado. Este se enfoca en la consecución de objetos prácticos y concretos a corto plazo. Para ello, utiliza los conceptos adquiridos para aplicarlos en beneficio de los actores dentro del fenómeno [80]. Por tanto, su utilización se emplea el desarrollo de procesos de análisis estadístico, diseño y programación de interfaces de usuario. Así, el producto de software final mejorará la eficiencia en la visualización de indicadores docentes.

2.2. Paradigma o enfoque

Debido a la naturaleza de la investigación posee un enfoque cuantitativo centrandose en el proceso analítico de hechos que se observan [81] considerando mediciones objetivas de los datos recopilados [82] al utilizar herramientas estadísticas que identifiquen asociaciones para la representación gráfica de resultados [83]. Al considerar este enfoque se prioriza el análisis estadístico matemático para medir la eficiencia en la visualización de KPI; por tanto, favorecen la comprobación de la hipótesis planteada. La verificación se realizó a través de encuestas basadas en el modelo UMUX, que basada en un proceso matemático permitió conocer de forma objetiva la experiencia del usuario enfocándose en el uso, eficiencia y ergonomía de la interface [14]. Por otra parte la *Customer Satisfaction Score* (CSAT) estableció una medida simplificada porcentual para determinar el nivel de satisfacción [84] de los docentes al utilizar el panel de control. Ambos modelos utilizan una escala numérica para establecer el nivel agrado o desagrado al utilizar un software y con ello cuantificar la percepción del usuario.

2.3. Población y muestra

La población del presente trabajo de investigación está conformada por 533 docentes divididos en 29 carreras. Al determinarse como una población finita; se establece un muestreo aleatorio estratificado con un nivel de confianza del 92% y un margen de error del ocho por ciento. El cálculo proporcional de cada estrato se muestra en la tabla 2; por tanto, se alcanza una muestra total de 99 educadores que representan el grupo a encuestar.

FACULTAD	DOCENTES	PESO PROPORCIONAL	MUESTRA
CIENCIAS AGROPECUARIAS (FCA)	57	10,69%	11
CIENCIAS EMPRESARIALES (FCE)	127	23,83%	24
CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD (FCQS)	178	33,40%	33
CIENCIAS SOCIALES (FCS)	123	23,08%	22
INGENIERÍA CIVIL (FIC)	48	9,01%	9
TOTAL	533	100,00%	99

Tabla 3 Población y muestra docente

2.4. Métodos teóricos

2.4.1. Analítico – sintético

Este método facilitó el estudio individual de las partes que conforman el panel de control; es decir, se analizó los requerimientos, tipología de elementos o gráficos, tecnologías de diseño de interfaces y consumos de API. Posteriormente se sintetizaron los hallazgos para un examen integral en donde, se obtuvo una mejor comprensión del problema y como afinar los elementos visuales, su distribución e interacción para la comprensión de indicadores y su interrelación [85].

2.4.2. Hipotético – deductivo

Con la aplicación de este método se efectúa la inferencia de la hipótesis y la comprobación de la veracidad de esta [86]. En este sentido, al tener como base los principios teóricos y prácticos, se inició con el planteamiento de la hipótesis y la metodología para probarla. Al llevarlo a cabo se deduce si la implementación de un *dashboard* influye en la mejora de la visualización de indicadores mediante la comprobación de la usabilidad y satisfacción. Esto deriva en nuevas conclusiones que aportan al conocimiento científico y técnico de la inteligencia de negocios en las IES.

2.5. Métodos empíricos

La utilización de métodos empíricos está enfocada en la acumulación de hechos y datos que diagnostican el estado de un problema a fin de validar la propuesta, en conjunto con métodos teóricos [86]. Por lo antes mencionado, se empleó la entrevista semiestructurada como un medio de producción de conocimiento [87], al mantener un dialogo con diferentes actores dentro del área académica. También, se utilizó una encuesta basada en los modelos *Usability Metric for User Experience* (UMUX) y *Customer Satisfaction Score* (CSAT); como una técnica de

recogida de datos a través de la interrogación [88] centrada en la experiencia y satisfacción del usuario, con respecto al uso del panel de control.

El modelo UMUX al considerar los principios efectividad, eficiencia y satisfacción incluidos en el estándar ISO 9241-1 [89] describe aspectos de la experiencia del usuario de manera simplificada, esto permite recopilar información del docente en cuanto termina de utilizar el software proporcionando datos inmediatos sin que se vean influenciados por agentes o criterios externos. De la misma forma, la encuesta CSAT puede ser aplicada de forma inmediata al usuario final, esto para conocer el porcentaje de satisfacción que este tiene al utilizar el panel de control [90]. Al ser aplicadas en conjunto permite conocer tanto la usabilidad y la satisfacción del catedrático sin la necesidad de forzar el llenado excesivo de preguntas, son adaptables a diferentes entornos principalmente para conocer la percepción de un usuario de software con ello, determinar la dimensión que es mas robusta y mejorar aquella que muestre deficiencias.

Modelo	Dimensión	Destinatario	Instrumento
UMUX	Usabilidad	Docentes	Encuesta en línea
CSAT	Satisfacción		
	Eficiencia	Microservicios	JMeter

Tabla 4 Modelo y herramientas de evaluación

2.6. Técnicas estadísticas

Para el análisis de datos se utilizaron técnicas de estadística descriptiva; en donde, se aprovechó las tablas de frecuencia para presentar la información de conjuntos de datos de manera organizada y favorecer los procesos de mejora. También, se emplearon gráficos de frecuencia en formato de pastel para efectuar una representación visual de tendencias y comparación de grupos. Las medidas de percentil se usaron para la medición de desempeño; así, fue posible presentar el progreso de las actividades académicas docentes. Con ello se busca facilitar la interpretación de datos de forma óptima al visualizar los KPI de forma eficiente.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En el presente capítulo se detalla la aplicación de la metodología *Design Thinking* para el desarrollo del panel de control; mediante el consumo de REST API basada en PHP y el framework VUE en la interface de usuario.

3.1. Metodología Design Thinking

3.1.1. Empatizar

En esta etapa, se realizó una entrevista con el personal docente para comprender la situación actual de la institución; así, se logró determinar los requerimientos y funciones que debe cumplir el panel de control al ser implementado.

Durante la entrevista se realizaron 8 preguntas a los docentes participantes; mismas que estaban enfocadas en; Conocer la percepción actual sobre el tratamiento de la información, que realizan a través del Sistema de la Universidad Técnica de Machala (SIUTMACH); e identificar el grado de disposición para el uso de un panel de control. Con ello se pudo determinar un alto grado de insatisfacción (60%) en cómo se trata los datos; Por el contrario, todos los entrevistados están de acuerdo con que *dashboard* les ayudaría en el tratamiento de la información y estarían dispuestos a utilizarla; esto puede observarse en la figura 4. En consecuencia, la implementación de un panel de control es viable desde el punto de vista de los usuarios finales.

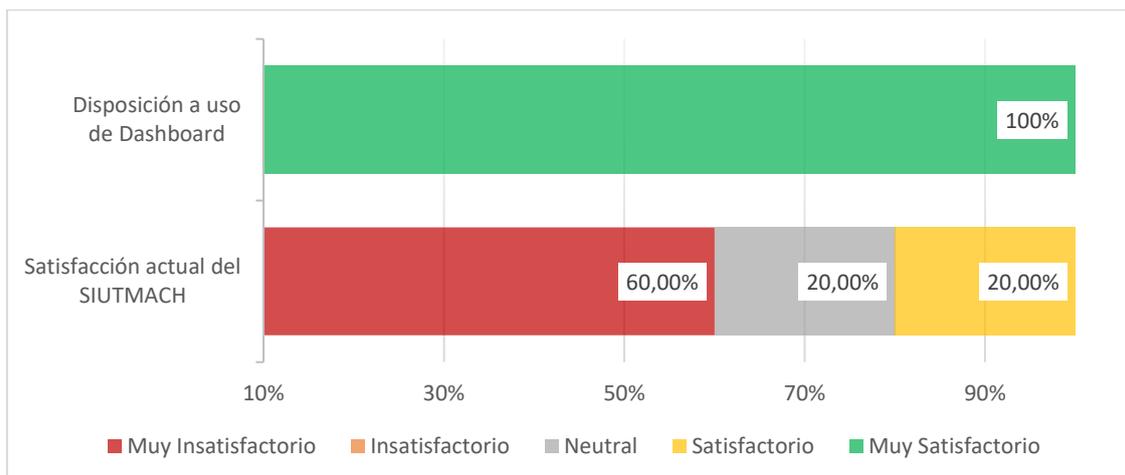


Figura 4 Resultados de la entrevista a docentes

3.1.2. Definir

En esta fase se definieron los KPI que son necesarios para brindar información clave al cuerpo docente; Además, se estableció la arquitectura REST como el entorno para la extracción y difusión de datos. El *framework* VUE es la herramienta de desarrollo seleccionada para el software web.

CRITERIO	NO	Indicador clave de desempeño
Titularidad	1	Fecha de Titularidad
	2	Años de titularidad
Dedicación	3	Dedicación docente: Tiempo Completo (TC), Medio Tiempo (MT) o Tiempo Parcial (TP)
Escalafón	4	Escalafón docente: Auxiliar, Agregado o Principal
Cátedras	5	Cátedras impartidas y cantidad de veces impartidas
Evaluación Docente	6	Nota obtenida de evaluación docente
Sílabos	7	Cantidad de Sílabos según distributivo
	8	Cantidad de Sílabos ingresados y finalizados
	9	Cantidad de Sílabos en proceso
	10	Cantidad de Sílabos no ingresados
	11	Cantidad de Sílabos evaluados y aprobados
	12	Cantidad de Sílabos evaluados y No aprobados
	13	Cantidad de Sílabos revisados
Planes de Clase	14	Cantidad de clases planificadas
	15	Cantidad de clases cumplidas
	16	Cantidad de clases no finalizadas
	17	Cantidad de Clases futuras
	18	Porcentaje de avance de clases ejecutados
	19	Porcentaje de clases no finalizadas
	20	Porcentaje de clases futuras
Registro de asistencia de estudiantes	21	Cantidad de registros de asistencia (RA) ejecutados
	22	Cantidad de registros de asistencia no ejecutados
	23	Cantidad de registros de asistencia futuros
	24	Porcentaje de registros de asistencia ejecutados
	25	Porcentaje de registros de asistencia No ejecutados
	26	Porcentaje de registros de asistencia futuros
	27	Top 10 de alumnos con más faltas
Actas de Calificaciones	28	Cantidad de actas de calificaciones (AC) por registrar
	29	Cantidad de actas de calificaciones Finalizadas
	30	Cantidad de actas de calificaciones No registradas
	31	Cantidad de actas de calificaciones No finalizadas
	32	Cantidad de actas de calificaciones futuras
	33	Porcentaje de actas de calificaciones Finalizadas
	34	Porcentaje de actas de calificaciones No registradas

	35	Porcentaje de actas de calificaciones No finalizadas
	36	Porcentaje de actas de calificaciones Futuras
	37	Cantidad de alumnos matriculados
	38	Cantidad de alumnos aprobados directos
	39	Cantidad de alumnos aprobados con recuperación
	40	Cantidad de alumnos aprobados
	41	Cantidad de alumnos reprobados por notas
	42	Cantidad de alumnos reprobados por faltas
	43	Cantidad de alumnos reprobados por notas y faltas
	44	Cantidad de alumnos con bajo rendimiento (calificación menos de 70%)
	45	Cantidad de alumnos en Examen de Recuperación
	46	Porcentaje de alumnos aprobados directos
	47	Porcentaje de alumnos aprobados con recuperación
	48	Porcentaje de alumnos reprobados por notas
	49	Porcentaje de alumnos reprobados por faltas
	50	Porcentaje de alumnos reprobados por notas y faltas
	51	Porcentaje de alumnos con bajo rendimiento (calificación menos de 70)
	52	Porcentaje de alumnos en Examen de Recuperación
Tutorías Académicas	53	Número de semanas de clases
	54	Número de horas de tutorías semanal
	55	Cantidad de horas de tutorías académicas del periodo
	56	Cantidad de horas ejecutadas de tutorías académicas
	57	Porcentaje de ejecución de tutorías
	58	Cantidad de alumnos con calificación menos de 70% que recibieron tutorías
	59	Cantidad de alumnos con calificación mayor o igual a 70% que recibieron tutorías
Titulación	60	Número de estudiantes asignados como Especialista 1
	61	Número de estudiantes asignados como Especialista 2
	62	Número de estudiantes asignados como Especialista 3

Tabla 5 Indicadores clave de desempeño

3.1.3. Idear

Durante esta etapa se concretó la arquitectura de software, visualización de datos, gráficos a utilizar y la organización de la información. Esto con el fin de garantizar una óptima experiencia de usuario; priorizando ideas de diseño fáciles de entender y elementos esenciales que ayuden a los catedráticos en la resolución de problemas al proporcionar un entorno que promueve la toma de decisiones informadas.

Arquitectura de software

La solución propuesta se basa en una arquitectura de microservicios; en donde, cada uno de ellos opera de forma independiente. Este tipo de arquitectura promueve la descentralización e interoperabilidad de la información a través de las capas que se muestran en la figura 5. La capa de almacenamiento contiene todos los datos generados desde el sistema transaccional SIUTMACH y que se han preparado para un óptimo procesamiento. Desde la capa de microservicios se expone el conjunto de *Applications Programming Interface* (APIs); que implementan las funcionalidades de aplicación mediante un estilo RESTful; que es la encargada de responder a operaciones uniformes realizadas desde un protocolo de comunicación web. Por último, la capa de presentación; que se muestra al usuario como un panel de control. Esta emplea los datos recibidos desde la capa anterior para su visualización e interacción con las acciones del usuario.

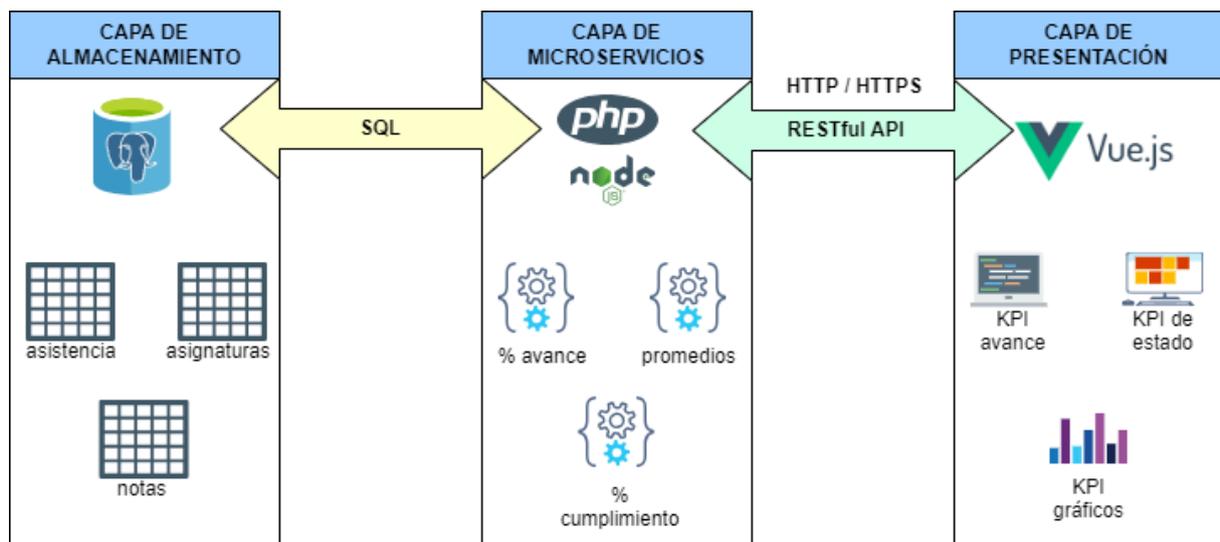


Figura 5 Arquitectura aplicada al panel de control

Bocetos del panel de control

El primer boceto está relacionado con el resumen (figura 6). En la parte superior se exhibe de forma permanente un menú de navegación; con ello, el usuario puede seleccionar nuevas ventanas que detallen indicadores adicionales. Esta vista inicial contiene indicadores docentes relacionados con: la dedicación, las cátedras que se imparten y las que se han impartido a lo largo de su profesión. Se presenta una lista de los periodos académicos en los que ha participado el docente; las materias se cargan en tablas que detallan información relevante.



Figura 6 Mockup vista de resumen

La figura 7 muestra el boceto de asignaturas; en donde, en la zona superior se presentan tarjetas referentes a indicadores de sílabos. La zona lateral izquierda contiene la lista de periodos y materias relacionadas. La información del cumplimiento de las actividades docentes de planificación de clases, registros de asistencia y alumnos con mayor cantidad de faltas se muestran en secciones de un control Tab. Los datos de los indicadores se cargan en tarjetas que incluyen imágenes alusivas y en gráficos estadísticos.

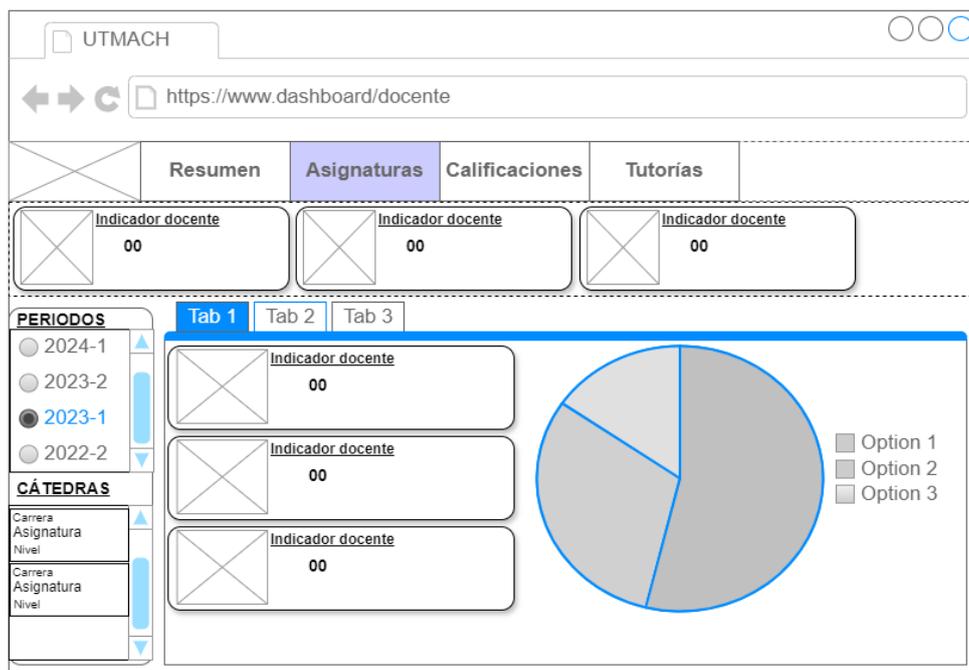


Figura 7 Mockup detalle de asignaturas

Para el criterio de calificaciones; se conserva en la zona lateral izquierda el listado de periodos académicos. Se incluye información del cumplimiento de actas y el rendimiento académico dentro de un control Tab. Los datos de los indicadores se cargan en tarjetas y en gráficos estadísticos, esto se puede observar en la figura 8.

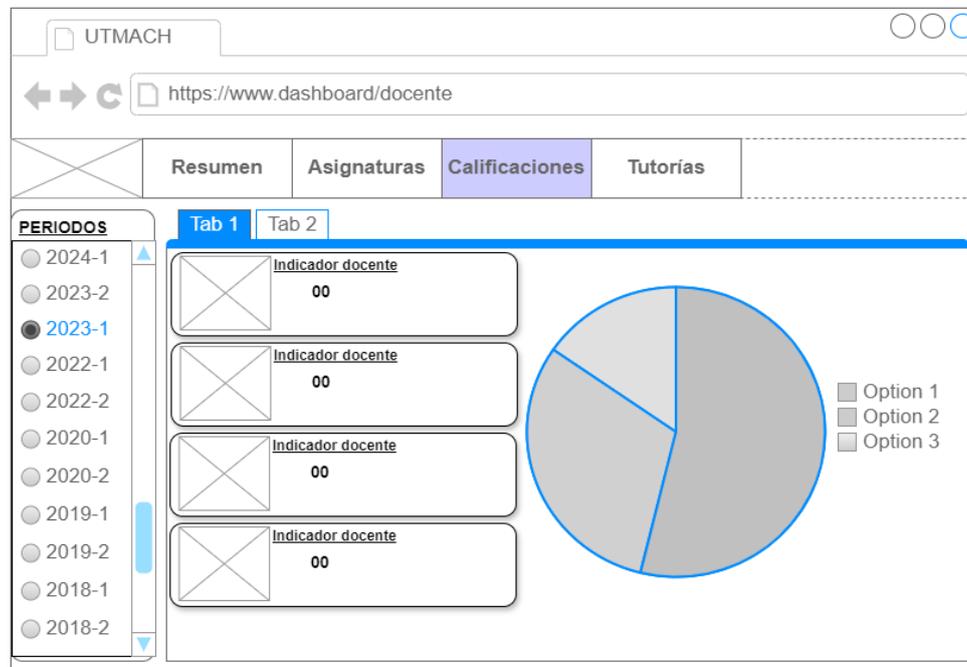


Figura 8 Mockup detalle de calificaciones

El último boceto se representa en la figura 9. Se mantiene en la zona lateral izquierda el listado de periodos académicos y se adiciona un listado de materias. La primera sección muestra información en tarjetas de acuerdo con los datos de tutorías académicas; estas están relacionadas con las materias. La segunda sección; presenta información correspondiente a las tutorías realizadas a estudiantes dentro del proceso de titulación.



Figura 9 Mockup detalle de tutorías

3.1.4. Prototipar

En este tramo del proyecto se aplicaron las ideas de la fase anterior; por consiguiente, se desarrollaron prototipos funcionales de cada vista, esto con el objetivo que el usuario final pueda ver plasmada la solución al problema. Durante el prototipado se realizan modificaciones constantes con el fin de adecuar los indicadores dentro de los distintos criterios; sin que exista una saturación de información al usuario.

Modelado del panel de control

Al presentar el primer prototipo (figura 10) se redujo el tamaño de las tarjetas informativas a fin de permitir una mayor amplitud de selección de periodos académicos y suavizar los elementos en pantalla. En el prototipo de la vista de resumen (figura 11) se listan los periodos académicos laborados, al seleccionar un periodo se muestra al docente la titularidad, tiempo de servicio y calificación obtenida en su evaluación; esto le facilita determinar si es sujeto de sanción o merecedor de un estímulo. La actualización de las materias que se exhiben en la tabla de la sección **cátedras actuales** fue realizada para proporcionar información de las materias en progreso y que son prioritarias para el cumplimiento y evaluación del periodo académico en curso. La sección **total cátedras impartidas**, es posible consultar las materias que se han impartido al menos una vez; así, el catedrático puede determinar su trayectoria y experticia a través del número de veces que ha impartido una materia y los años en los que lo ha hecho.

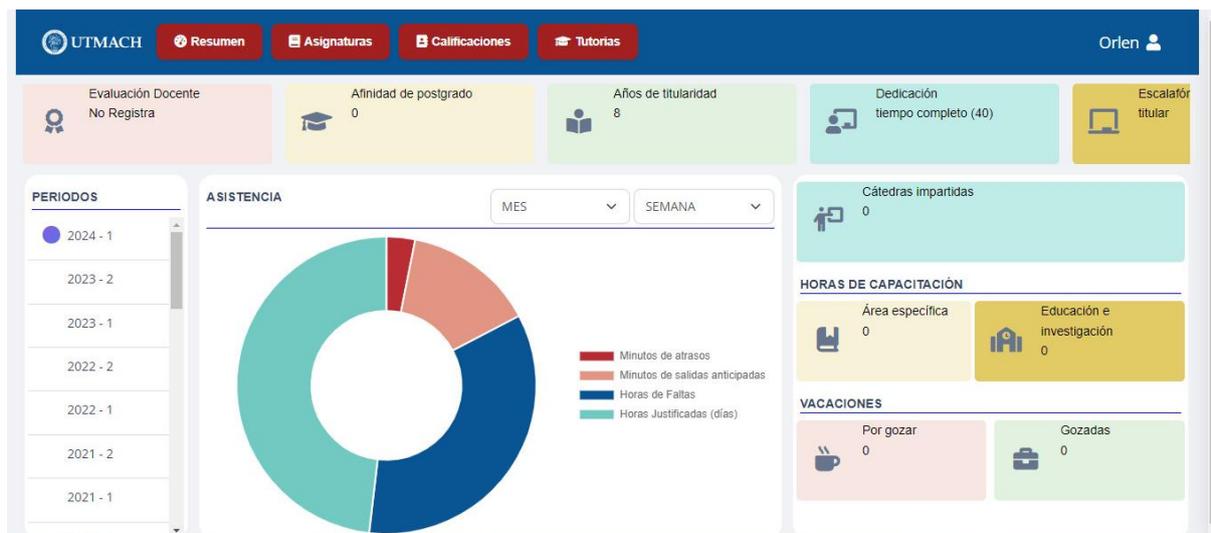


Figura 10 Primer prototipo vista de resumen

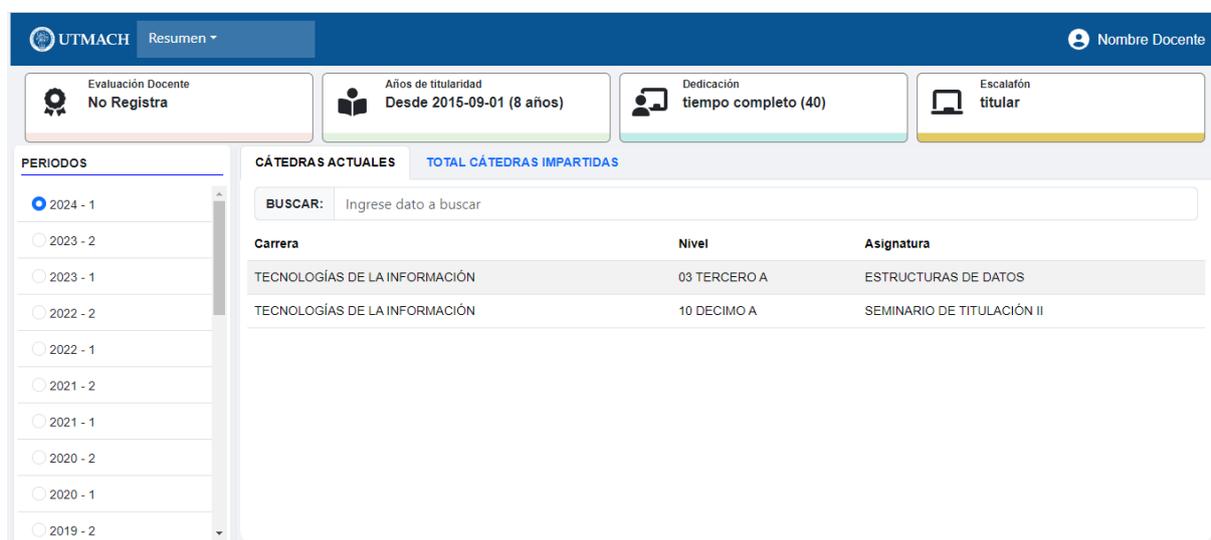


Figura 11 Prototipo final vista de resumen

Se inició con una propuesta de histogramas (figura 12), sin embargo, con el fin de facilitar la organización de objetos se emplea una gráfica de pastel que a simple vista presenta la distribución de la actividad actual frente a la planificada. En la vista de asignaturas que se muestra en la figura 13 se inicia con indicadores de sílabos; es decir, estos informan al docente del número de sílabos y el estado en el que se encuentran; así, él educador puede entregarlos, finalizarlos o corregirlos según su condición. El catedrático puede seleccionar el periodo que desea analizar y sus materias asociadas, esto le permite conocer el grado de ejecución en las secciones **planes de clase y registros de asistencias**; Además, se incluye una sección con los diez **alumnos con mayor falta**, de modo que, el catedrático pueda informar al estudiante del riesgo de pérdida de la materia, motivar su asistencia, planificar tutorías o alguna medida que el considere adecuada.

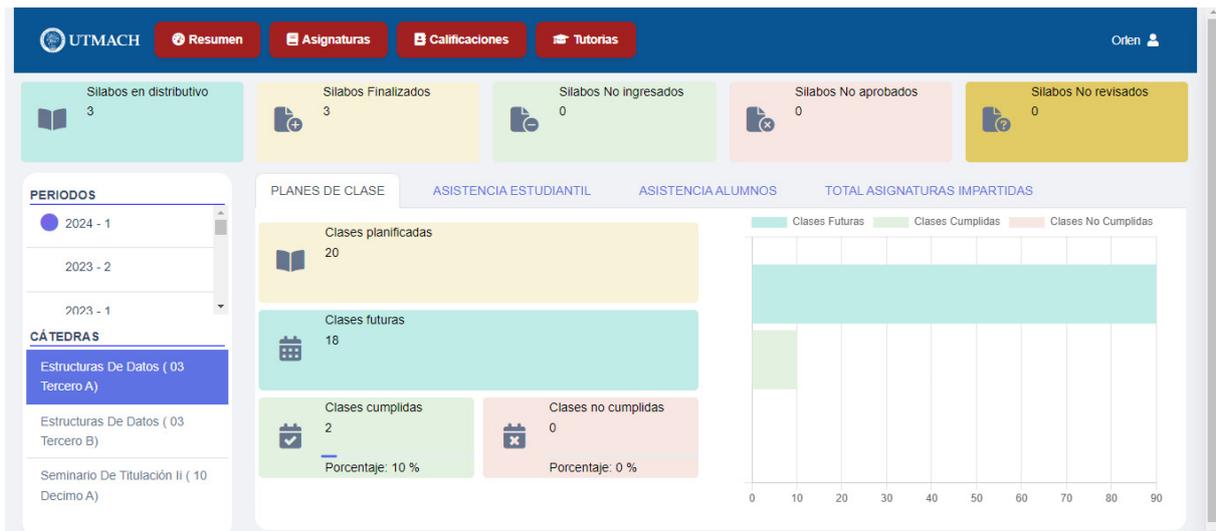


Figura 12 Primer prototipo vista de asignaturas

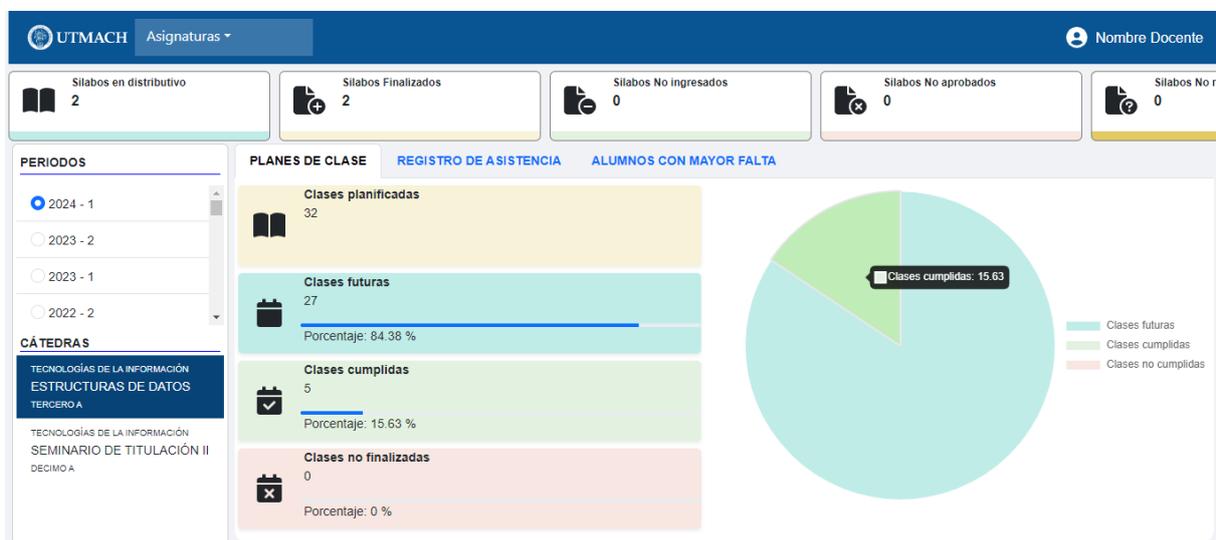


Figura 13 Prototipo final vista de asignaturas

Al inicio se plantearon varias gráficas que muestren información de los estudiantes, no obstante, a fin de no saturar la pantalla de elementos se concertó el diseño interactivo de una gráfica que se adapte a la selección del catedrático de acuerdo con el periodo académico, cátedra y estado de los estudiantes. La vista de calificaciones que se muestra en la figura 15, posee una sección de **actas de calificaciones (AC)**; en donde el educador es informado del progreso que tiene al registrar las calificaciones parciales o finales de sus materias. Por otra parte, la sección **rendimiento estudiantil**; muestra información detallada del desempeño de los estudiantes. Por lo tanto, el docente conoce el número de estudiantes con un bajo rendimiento, esto le facilita tomar acciones que fortalezcan el proceso de enseñanza o que eviten que repruebe la materia. No obstante, de ser necesario el educador puede conocer el número de matriculados, aprobados, y reprobados en un cuadro estadístico.

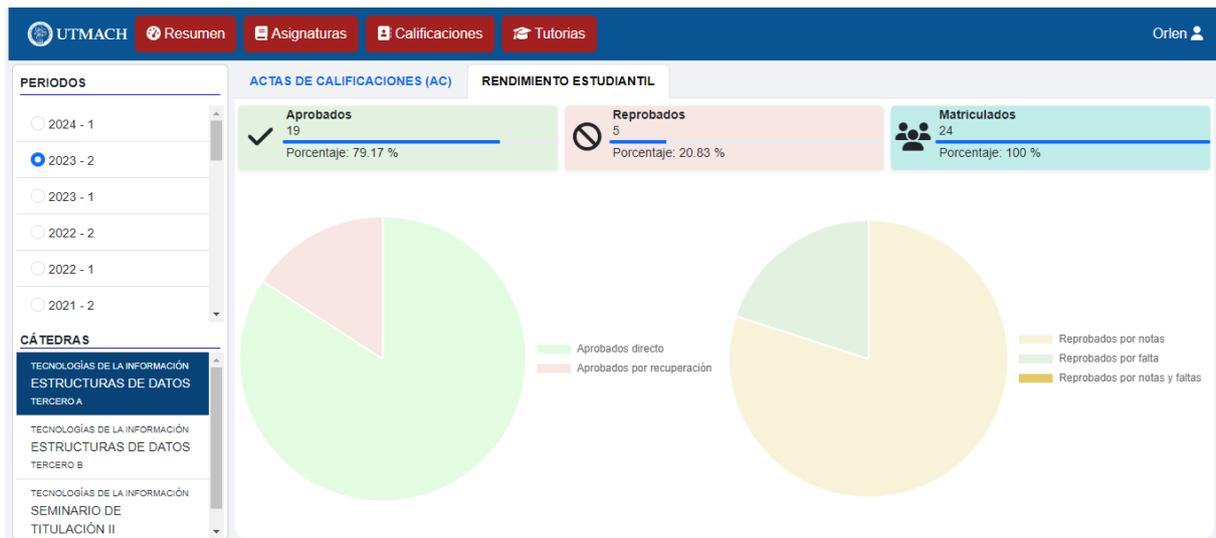


Figura 14 Primer prototipo vista de calificaciones

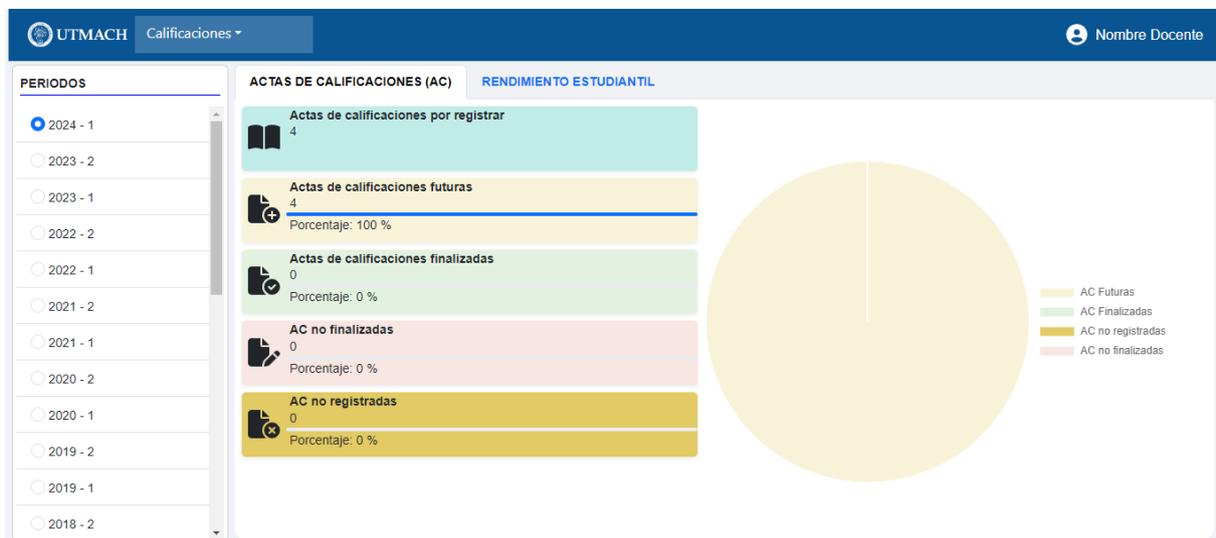


Figura 15 Prototipo final vista de calificaciones

La pantalla de tutorías se encuentra dividida en dos secciones; **tutorías académicas** muestra indicadores del total de horas que debe cumplirse en el periodo, distribuidas de forma semanal por el número de semanas de clase. En consecuencia, el educador puede conocer el porcentaje de ejecución de sus horas planificadas y distribuidas entre estudiantes que tienen o no un promedio inferior al 70. Del mismo modo, la sección **tutorías de titulación** le muestra el total de turados dentro del proceso de graduación y la distribución dentro de los tres niveles de especialista; con ello, el docente puede realizar convocatorias a estudiantes con bajo rendimiento o motivar la asistencia a aquellos que no lo han hecho, esto se puede observar en la figura 16.

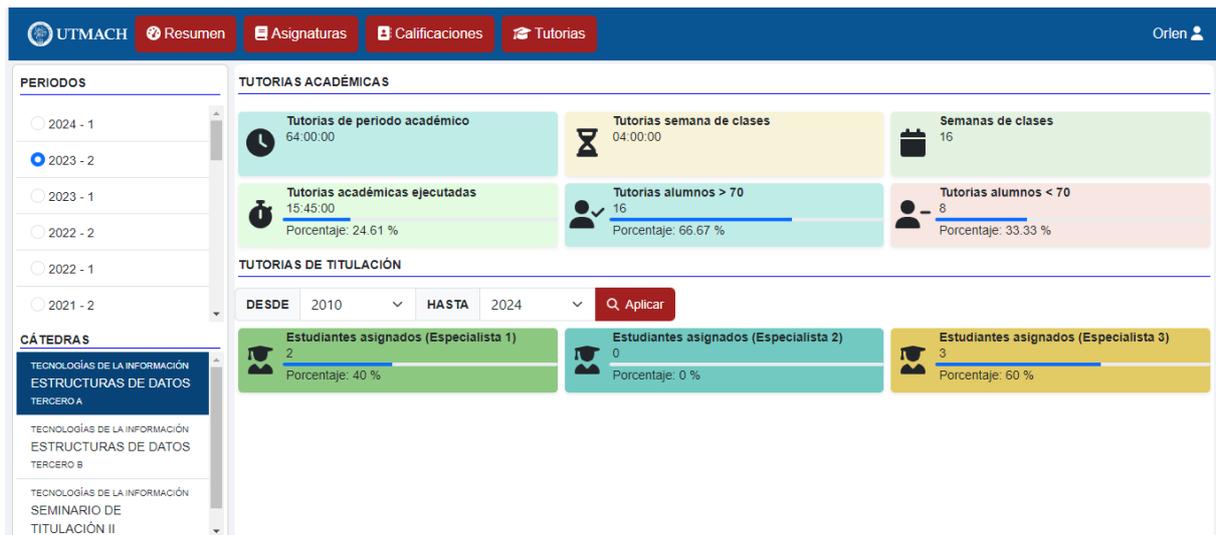


Figura 16 Primer prototipo de vista de tutorías

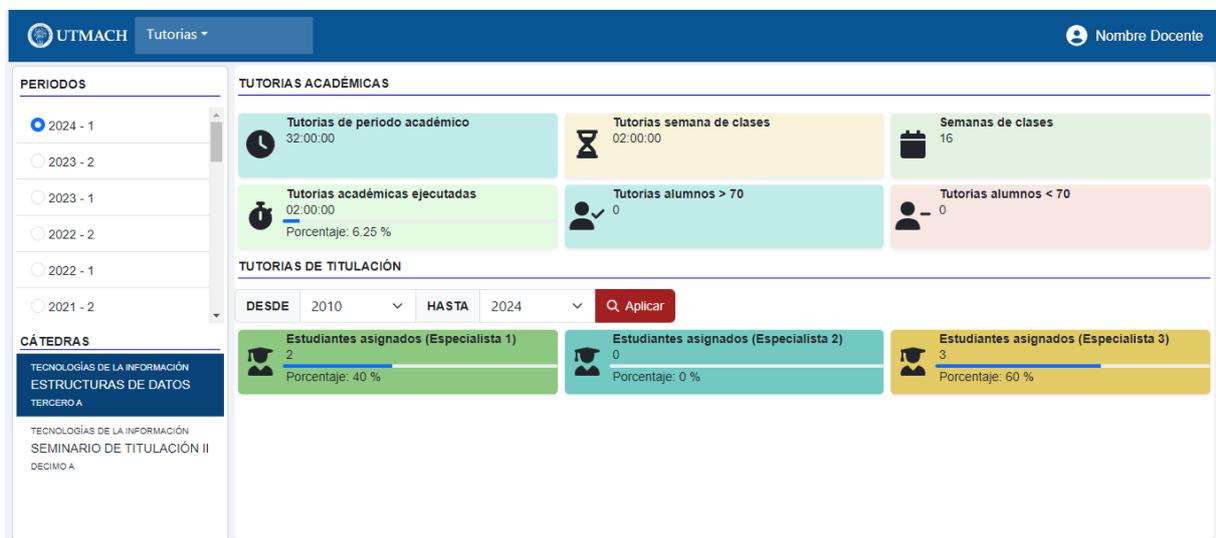


Figura 17 Prototipo final vista de tutorías

Con la información que se presenta a través de los KPI de actividades académicas los docentes pueden elaborar documentos informativos como informes de hemimestre o fin de semestre sobre número de estudiantes aprobados, reprobados e incluir las causas que pueden ser un bajo rendimiento académico, inasistencias o ambas. Adicionalmente, se puede emplear la información proporcionada para elaborar los informes de tutorías con el número de estudiantes que posean una calificación menor a 70, los estudiantes atendidos con una calificación mayor o menor al puntaje antes mencionado.

3.1.5. Evaluar

Esta fase del modelo *design thinking* promueve la interacción de los prototipos con los usuarios dentro del contexto para obtener retroalimentación [69] acerca de número de elementos por

vista, distribución, tipología, coloración y tamaño que ayuden a mejorar el siguiente prototipo. Los criterios antes mencionados están relacionados a la experiencia del usuario; no obstante, es posible evaluar la usabilidad y el rendimiento del *dashboard*. En particular para evaluar el desempeño del panel de control es necesario utilizar herramientas especializadas; este proceso se detalla a detenimiento en el capítulo IV.

CAPÍTULO IV. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este apartado se describe el proceso de evaluación del panel de control de actividades académicas docentes y sus resultados. Se aplicó una encuesta basada en los modelos UMUX y CSAT, para la medición de la usabilidad (UX) y satisfacción. También, se incluyó pruebas de eficiencia en la valoración del desempeño del software mediante la herramienta JMeter.

4.1. Diseño de pruebas

A fin de evaluar la experiencia y satisfacción del usuario al utilizar el panel de control; el proceso fue dividido en dos etapas. La primera realizó mediciones técnicas sobre los microservicios e interfaz. A diferencia, en la segunda se evaluó la percepción del usuario sobre la utilización del producto de software con la escala Likert detallada en la tabla 6.

Escala		
1	Rango superior	Muy desacuerdo
2	(Positivos)	En desacuerdo
3	Neutro	No estoy seguro
4	Rango inferior	De acuerdo
5	(Negativos)	Muy de acuerdo

Tabla 6 Escala de Likert

4.1.1. Prueba de eficiencia

Esta primera etapa fue realizada mediante el uso de la herramienta JMeter; con la cual, se cuantificó los tiempos de respuesta de los microservicios. Se simularon cinco escenarios con una concurrencia incremental; en donde, se establecieron grupos de 5 a 500 usuarios (hilos) realizando peticiones en un segundo. La métrica de evaluación se detalla en la tabla 7.

Métrica	Formula	Umbral	Peticiones
Tiempos de respuesta	$X = A - B$	Optimo: ≤ 3 sg.	5 hilos
	A= Tiempo de envío de petición.	Aceptable: > 3 sg y ≤ 5 sg	50 hilos
	B= Tiempo de recepción de petición	Tolerable: > 5 y ≤ 10	100 hilos
		Crítico: > 10 sg	200 hilos
			500 hilos

Tabla 7 Métrica para evaluar tiempos de respuesta

4.1.2. Prueba de usabilidad y satisfacción

La segunda etapa estuvo conformada por una encuesta en línea. Las preguntas estaban divididas en 2 secciones, la primera se apoyó en el modelo UMUX para cuantificar la experiencia del usuario; la segunda fundamentó sus preguntas en el modelo CSAT, con la cual, se valoró la satisfacción del cliente. Este instrumento fue aplicado a 118 docentes de diferentes carreras.

Modelo de Evaluación	Indicadores		Técnica de Medición	Umbral
UMUX	US1	Las capacidades de este sistema cumplen con mis requisitos	Escala Likert 1-5	Baja: 0 – 50 Aceptable: 51 – 70 Buena: 71 – 85 Excelente: 86 – 100
	US2	Usar este sistema es una experiencia agradable		
	US3	Este sistema es fácil de usar		
	US4	He dedicado poco tiempo a corregir cosas con este sistema		
CSAT	CS1	El panel de control me facilitó encontrar lo que buscaba	Escala Likert 1-5	Muy baja: 0 – 39 Baja: 40 – 59 Moderada: 60 – 79 Alta: 80 – 100
	CS2	Los indicadores mostrados en el panel de control son relevantes		
	CS3	La distribución de los cuadros informativos es fácil de comprender		
	CS4	El panel de control me facilita conocer el progreso de mis actividades		
	CS5	Al usar el panel de control me facilitó tomar decisiones sobre mis actividades académicas		
	CS6	El tiempo al consultar y visualizar la información solicitada es adecuado		
	CS7	Es significativo el tiempo que se redujo para obtener mi información académica relevante		
	CS8	Estoy satisfecho con el contenido del panel de control		

Tabla 8 Encuesta de evaluación de usabilidad y satisfacción

4.2. Resultados

4.2.1. Resultados de prueba de eficiencia

Al concluir con el proceso de evaluación de la eficiencia de microservicios en un entorno de producción. Se observa que los tiempos de respuesta de la mayoría de API se desempeñan en un estado óptimo hasta alcanzar una concurrencia de 200 hilos por segundo; lo que representaría el 37,52% de la población docente realizando peticiones. Sin embargo, al alcanzar una confluencia de 500 usuarios los microservicios tienden a reducir la eficiencia de sus tiempos de respuesta. Esto se puede apreciar en la figura 18.

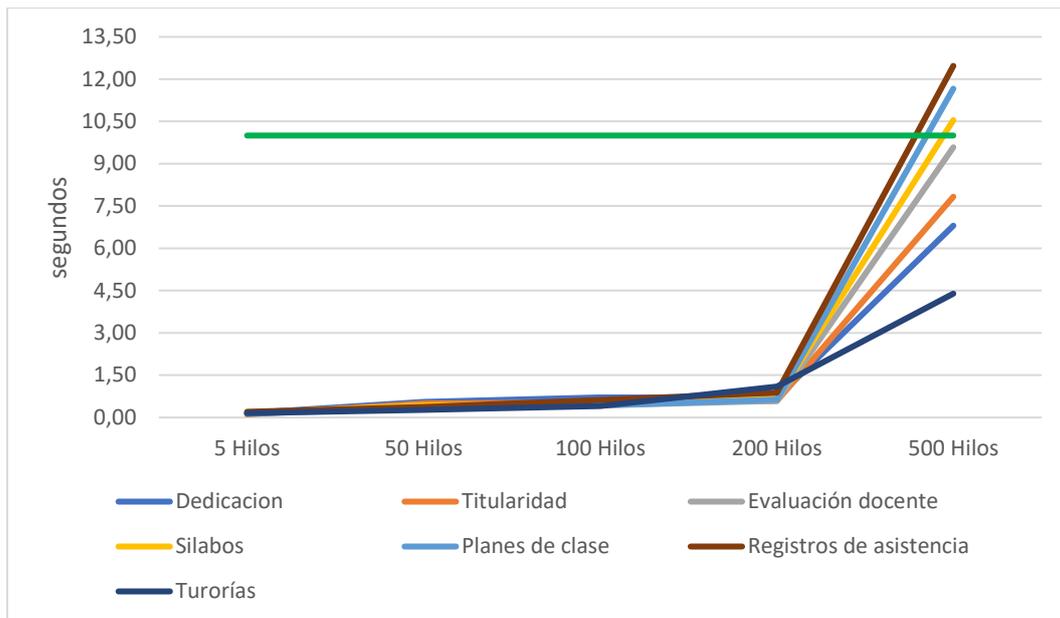


Figura 18 Desempeño de microservicios

De los microservicios evaluados, el criterio de Actas de calificaciones presentó una particularidad; debido al análisis y consolidación de la información del rendimiento académico de forma individual y grupal, existe una marcada variación en los tiempos de respuesta. Al realizar las pruebas de desempeño, este se mantuvo en un estado óptimo hasta los 50 hilos; a los 100 usuarios se redujo a un estado aceptable; mientras que al superar los 200 la eficiencia descendió a un estado crítico, tal como se aprecia en la figura 19.



Figura 19 Desempeño de microservicio de actas de calificaciones

4.2.2. Resultados de pruebas de usabilidad

Se inició con la tabulación de las respuestas para determinar la frecuencia que existe en cada medida dentro de la escala Likert; esto se muestra en la Tabla 9. Se constató que existe un alto grado de aceptación del software por parte del personal docente de la UTMACH; ya que, en reiteradas ocasiones han seleccionado las opciones que se encuentran en el rango superior de la encuesta (De Acuerdo y Muy de acuerdo).

Facultad	Pregunta	Muy desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Muy de acuerdo
FCA	US1	0	0	1	6	4
	US2	0	0	0	6	4
	US3	0	0	0	5	6
	US4	0	0	0	5	2
FCE	US1	1	0	6	13	4
	US2	1	0	0	12	6
	US3	1	0	5	11	7
	US4	1	0	0	11	3
FCQS	US1	1	0	3	18	11
	US2	1	0	0	20	10
	US3	1	1	1	18	12
	US4	1	0	0	14	11
FCS	US1	1	1	3	9	8
	US2	1	1	0	9	8
	US3	1	1	3	9	8
	US4	1	0	0	9	6
FIC	US1	0	0	2	4	3
	US2	0	0	0	6	3
	US3	0	0	0	4	5
	US4	0	0	0	4	4

Tabla 9 Frecuencia absoluta de respuestas de usabilidad

Para obtener una frecuencia relativa es necesario establecer la valoración máxima; en este caso, al multiplicar las cuatro preguntas por la escala superior de cinco puntos se obtiene un puntaje total de veinte (20). Al obtener el producto de la frecuencia absoluta y el puntaje total dividido entre las respuestas; se presenta de forma porcentual los resultados de la encuesta del modelo UMUX. Se visualiza una amplia presencia de respuestas positivas; por tanto, se estima que existe un alto grado de fluidez en la interacción entre el *dashboard* y el usuario; no obstante, la facultad de ciencias empresariales (FCE) presenta el porcentaje más alto dentro del rango inferior (9,09%) y neutro (28,41%). Esto debido, a que en su mayoría consideran necesario se presente información de otras funciones sustantivas y se permitan acciones transaccionales

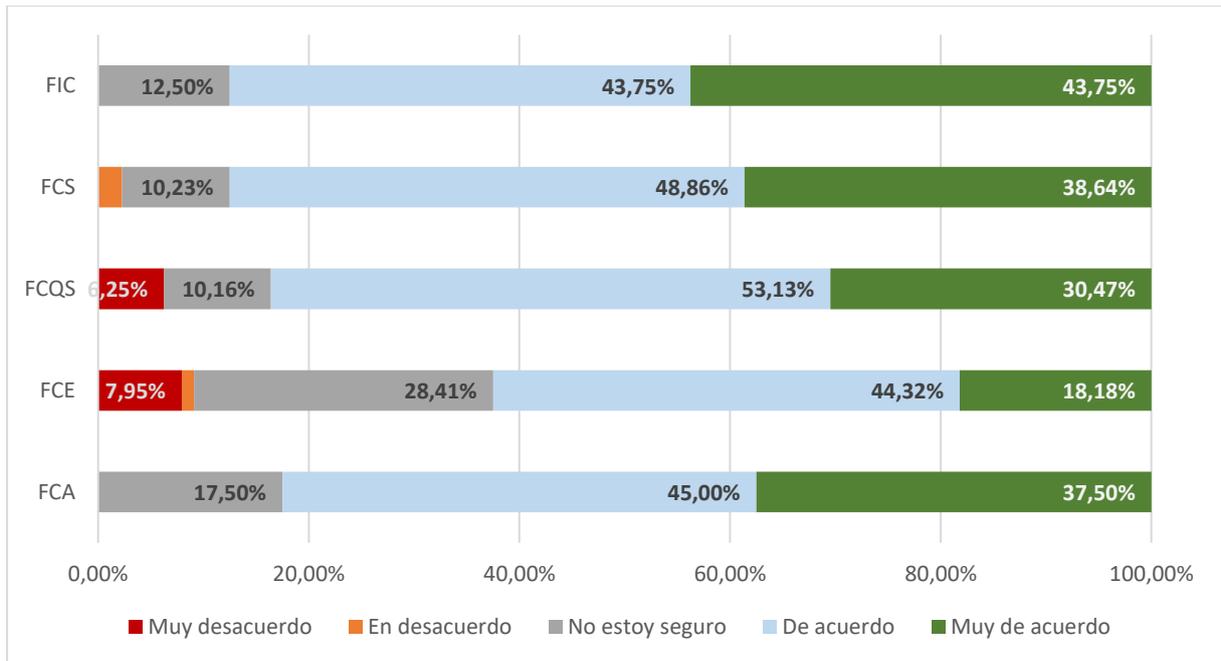


Figura 20 Frecuencia relativa de respuestas de usabilidad

Para obtener el porcentaje de usabilidad propuesto por el modelo UMUX (figura 21), se realizó la suma de las valoraciones de cada facultad dividido para el puntaje total obtenido anteriormente. Así, se determinó que en promedio la usabilidad alcanza un 81,61%; por tanto, se encuentra en un estado de buena usabilidad. Sin embargo, aunque se cumple la mayoría de las expectativas de los usuarios, es necesario considerar las observaciones realizadas por la FCE al poseer el grado de usabilidad más bajo entre todas las facultades.

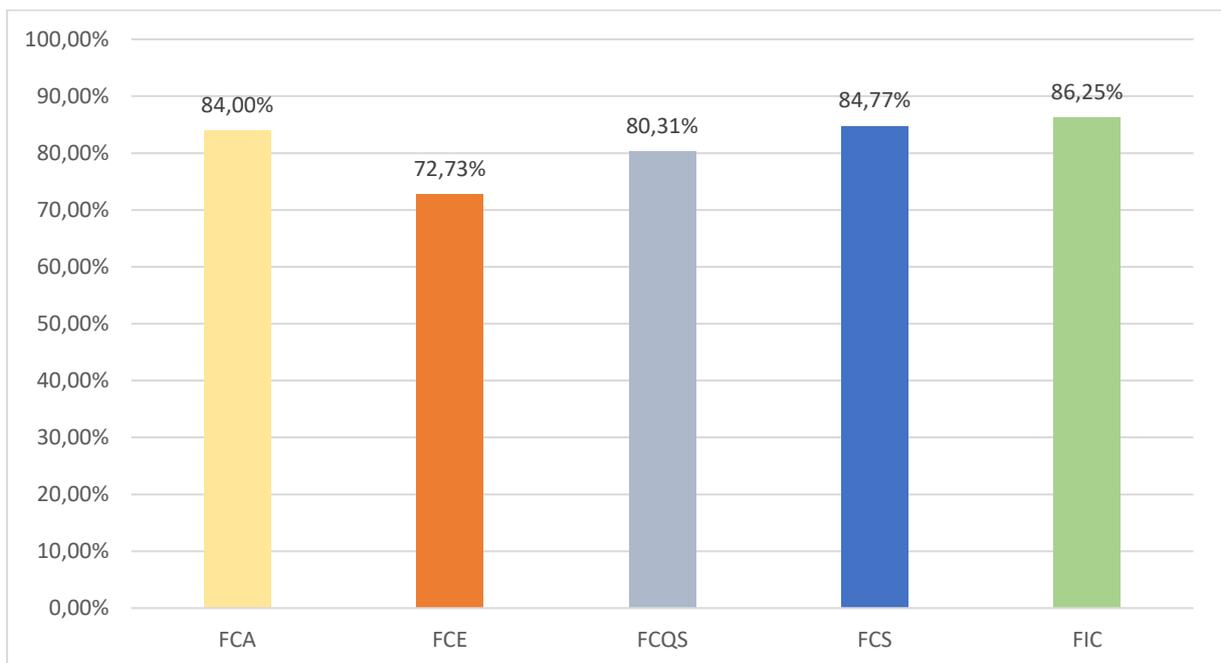


Figura 21 Porcentaje de usabilidad calculada

4.2.3. Resultados de pruebas de satisfacción

Se consideraron las respuestas que estaban dentro del rango superior (Satisfecho, Muy Satisfecho), debido a que estas están relacionadas con la percepción positiva del cliente. Obtenido el valor total se procedió a dividirlo por el número de encuestados. De esta forma, se conoce el grado de satisfacción que tienen los usuarios, misma que alcanzó una valoración promedio del 86,08% por lo que se considera un nivel de satisfacción alto. En donde se destaca la FCQS siendo el nivel más alto de todas. Sin embargo; la tendencia en la FCE se mantiene, siendo la más baja con un nivel de satisfacción moderado

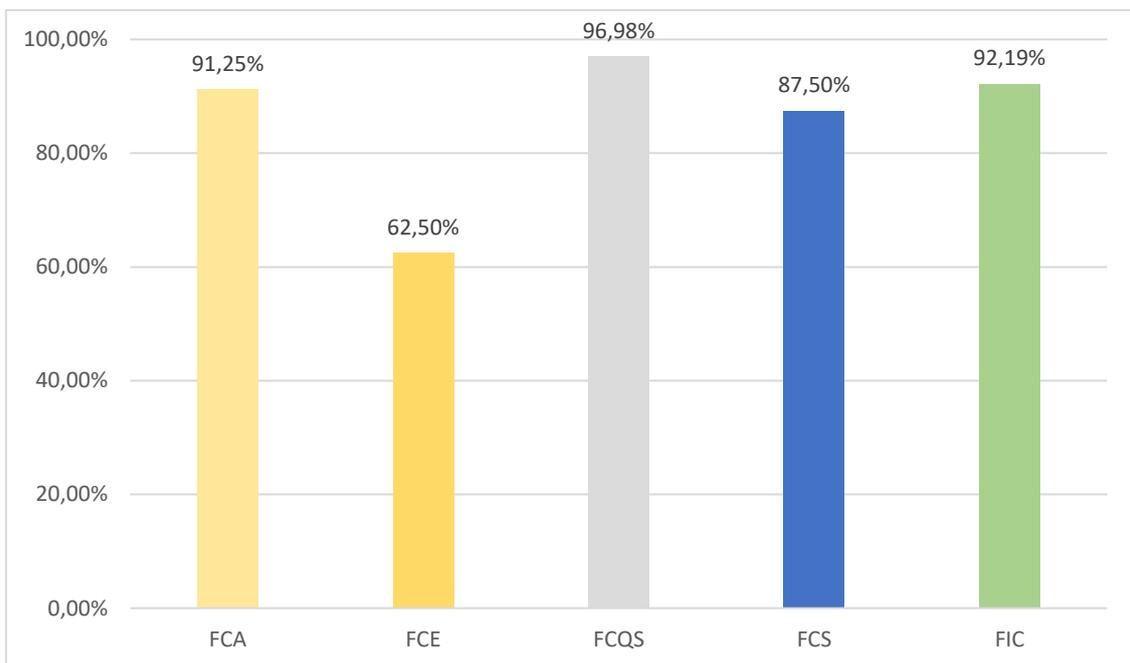


Figura 22 Porcentaje de satisfacción obtenido del modelo CSAT

4.3. Comprobación de hipótesis

Para realizar la comprobación de la hipótesis, primero se agruparon las respuestas del modelo UMUX. Segundo, se seleccionó el tipo de prueba a realizar; en este caso se optó por una prueba de hipótesis para proporciones; centrada en la valoración proporcional de las afirmaciones obtenidas.

$H_0 =$ Al implementar un panel de control de actividades docentes, no se mejora un 75% la experiencia de usuario ($Z < 0.75$).

$H_1 =$ Al implementar un panel de control de actividades docentes, se mejora en al menos un 75% la experiencia de usuario ($Z \geq 0.75$)

4.3.1. Diseño de prueba para proporciones

De los resultados; se seleccionó las 300 respuestas que se encuentran en el rango superior de la escala Likert; por tanto, se descartaron las estimaciones negativas (18) y neutras (58). Las respuestas afirmativas representan el 79,79% de todas las valoraciones. Esto se muestra a detalle en la tabla 10.

ESCALA	Rango inferior		Neutro No estoy seguro	Rango superior	
	Muy desacuerdo	En desacuerdo		De acuerdo	Muy de acuerdo
RESULTADOS UMUX	15	3	58	182	118
MÁXIMO RESPUESTAS	376				
TOTALES	18		58	300	

Tabla 10 Valoraciones de acuerdo con la escala aplicada

Se ha establecido un valor de significancia (α) de 0,05; por tanto, de acuerdo con la tabla de probabilidad propuesta por Hernández Rodríguez, Cárdenas Arriaga y Hernández Rodríguez [91] se establece el nivel crítico (Z_c) en una valoración de 1,64; esto permitirá comprobar si se acepta o rechaza la hipótesis (H_0).

4.3.2. Cálculo estadístico por proporción

Variables

N = Tamaño de la muestra

P = Proporción de la muestra

P_0 = Proporción propuesta

α = Significancia

$Q_0 = 1 - P_0$

Valores

N = 376

P = 0,7979

$P_0 = 0,75$

$\alpha = 0,05$

$Q_0 = 0,25$

Proceso estadístico

$$Z_0 = \frac{P - P_0}{\sqrt{\frac{P_0 Q_0}{N}}} = \frac{0,7979 - 0,75}{\sqrt{\frac{\frac{3}{4} (1 - \frac{3}{4})}{376}}} = \frac{0,04790}{0,02033} = 2,14$$

4.3.3. Decisión de prueba de hipótesis

Con base en un nivel de confianza del 95% y como resultado de la prueba de proporciones se obtuvo un valor Z de 2,14; por consiguiente, al ser un valor superior al Z_c (1,64) se encuentra

en la zona de eliminación de la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se establece que al haber implementado un panel de control se mejoró en al menos un 75% la experiencia del usuario en la visualización de indicadores de desempeño de las actividades docentes ($Z \geq 0.75$)

4.4. Discusión de resultados

Posterior al análisis de estudios relacionados se puede destacar que; el presente trabajo concuerda con los hallazgos de Benavides et al. [9] y Castro-Chauca et al. [10] al demostrar que el uso de un panel de control que posee técnicas de BI, influye de manera positiva en las actividades que son realizadas en una institución de educación superior. Sin embargo; los trabajos en mención utilizaron herramientas privativas como Power BI y Tableau. Estas herramientas generan costos de desarrollo y despliegue mediante servicio; por tanto, la inversión a realizar es mayor y no se asegura que satisfagan las necesidades de los usuarios e inclusive, se genera una dependencia a las características propuestas en el producto de software que se contrata.

Un panel de control adaptado a la realidad educativa permite obtener una fuente única de información que facilita la obtención de datos relacionados con el proceso de enseñanza aprendizaje. De acuerdo con Salazar-Cardona et. al. y Gutiérrez-Braojos et al. este tipo de herramienta también puede proporcionar un análisis descriptivo de datos sobre estratos sociales, laborales o impacto de metodologías aplicadas a la construcción del conocimiento; aunque es necesario que la funcionalidad no presente una complejidad excesiva o el uso desmesurado de elementos visuales que pueden frustrar o desmotivar al usuario. Considerando lo antes mencionado, el uso de la metodología *design thinking* permitió realizar un panel de control desde un trabajo colaborativo con los usuarios finales, de tal manera que se personaliza cada elemento visual, acción o ventana a fin de proporcionar una herramienta funcional con un diseño acertado y optimizado para la utilización docente.

El desarrollo del *dashboard* de actividades docentes fue realizado mediante herramientas *open source* que no generan costos de licenciamiento para su despliegue y proporcionan accesibilidad a toda la planta docente (533 catedráticos); además, se obtiene una actualización continua proporcionada por el amplio apoyo de las comunidades de software. En consecuencia, el panel de control emplea tecnologías de actualidad para la comunicación y visualización de indicadores, debido a que extrae conjuntos de datos a través del consumo de una REST API que

se encuentra ligada al sistema transaccional SIUTMACH; por tanto, se presenta información actualizada de acuerdo con la interacción del docente facilitando su mantenibilidad y adaptación a cambios institucionales.

El panel de control al ser un software vertical está creado de acuerdo con los requerimientos institucionales referentes a la actuación docente; también, incluye un diseño que facilita la navegación, objetos distribuidos de forma simétrica con un estilo gráfico adaptado a la imagen institucional y un rendimiento aceptable. Este último conseguido como resultado de efectivizar el conjunto de datos obtenido de cada endpoint (punto final); aun así, existen enlaces de la REST API que pueden llegar a prolongar la actualización de los indicadores, no obstante, los tiempos de visualización son tolerables (5 a 10 segundos). Por lo antes expuesto, el dashboard de actividades docentes es una herramienta que consolida los datos generados por cada docente y los presenta a través de indicadores. De esta forma, el catedrático puede conocer el estado de sus actividades y progreso de manera oportuna sin la necesidad de recurrir a la solicitud de información a departamentos o dependencias.

CONCLUSIONES

Al realizar un estudio de diferentes fuentes bibliográficas a través de una metodología como la búsqueda sistemática de literatura; se logró comprender técnicas de inteligencia de negocios como, medidas de tendencia o proporción que son aplicables en la creación de gráficos estadísticos y tablas de frecuencia que garantizan una visión detallada de los indicadores; además, se determinó que los principios de la metodología *design thinking* garantiza una correcta definición de requisitos, un rendimiento aceptable y la elaboración óptima de componentes; con ello, se asegura la flexibilidad, mantenibilidad y evolución del software acorde a las necesidades institucionales sin depender de herramientas de terceros

El panel de control desarrollado proporciona al docente una herramienta que centraliza y organiza los datos de sus actividades en forma de indicadores, para facilitar una rápida comprensión. Por consiguiente, el catedrático puede conocer el progreso y estado de sílabos, planes de clase, asignaturas, rendimiento académico o tutorías; con esta información el educador puede tomar decisiones informadas.

El proceso de evaluación demostró que el panel de control desarrollado mejora la experiencia de usuario de los docentes de la UTMACH. Se aplicó el modelo UMUX (*Usability Model User Experience*) donde se alcanzó un grado de usabilidad de 81,61% y un nivel de satisfacción (*Customer Satisfaction Score*) de 86,08%; por tanto, se considera que el panel de control de actividades docentes cumple con las expectativas de los usuarios.

Los resultados demuestran que tanto la usabilidad como la satisfacción se encuentran en un umbral alto; no obstante, existen aspectos que pueden ser mejorados para alcanzar un porcentaje mayor. También, se pueden implementar metodologías de desarrollo alternativas para la creación de paneles de control estudiantiles, administrativos u otros, de esta forma corroborar si el desarrollo con *Design Thinking* influye en la usabilidad y satisfacción del usuario.

TRABAJOS FUTUROS

Si bien, las IES están implementando diferentes procesos de análisis de datos aplicando BI (*Bussiness Intelligence*); es necesario responder a las necesidades del público objetivo. Por consiguiente, es indispensable que el panel de control de actividades docentes se enlace con las funciones sustantivas de vinculación e investigación; así, el personal docente podrá conocer su progreso, logros alcanzados y participación de proyectos. También, se puede integrar el consumo de API desde Google Scholar (SERP API) u ORCID (Public API) para obtener información de cada docente y facilitar la unificación de la información.

Un *dashboard* centraliza la información y está destinado principalmente a la visualización de indicadores, no obstante, con el fin de incrementar la satisfacción de los usuarios es necesario considerar la exportación de información de diferentes funciones sustantivas y colectivos docentes. Los documentos pueden generarse de acuerdo con los formatos institucionales con una extensión PDF o archivos de hojas de cálculo; esto facilitará la elaboración de informes de seguimiento del proceso académico.

El sistema transaccional SIUTMACH (Sistema de la Universidad Técnica de Machala) mantiene información referente a la asistencia docente; la inclusión de un apartado que pueda consumir un *endpoint* (punto final) con acceso a este conjunto de datos, proporciona información de tiempo faltante o restante dentro de la jornada laboral docente; con ello, garantizar el cumplimiento y que el catedrático pueda realizar ajustes a su horario para evitar futuras sanciones.

RECOMENDACIONES

Es imprescindible seleccionar una metodología centrada en el usuario para el desarrollo de aplicaciones que apoye a la toma de decisiones, de esta forma garantizar la funcionalidad del software y la elección de tecnologías adecuadas para su elaboración. Al considerar lo antes mencionado, se reduce el riesgo de fracaso durante la implementación o adecuaciones estructurales que pueden prolongar el tiempo de desarrollo; por otra parte, se promueve la utilización del producto de software, se satisfacen las expectativas y se evita el repudio.

Para asegurar una comprensión adecuada del funcionamiento del *dashboard* y que el proceso de implementación sea efectivo; es indispensable capacitar al personal docente sobre los objetivos, funciones e indicadores que se incluyen en un panel de control, esto con la finalidad de despejar dudas y dar a conocer el alcance de la solución informática.

Para la implementación efectiva de un panel de control es necesario que se defina de forma conjunta entre desarrolladores y usuarios los KPI que se desean presentar, la forma o tipo de elementos a utilizar, el entorno de despliegue u otros. También se debe establecer el tipo de herramienta o lenguajes a utilizar para mantener la compatibilidad con software existente; finalmente, la designación de un miembro o coordinador quien conozca el flujo del proceso a fin de solventar dudas y mantener coherencia entre la información que se presenta.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. J. Posso Pacheco *et al.*, «Aprendizaje basado en retos: una mirada desde la educación superior», *Podium Rev. Cienc. Tecnol. En Cult. Física*, ago. 2023, Accedido: 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1996-24522023000200014&lng=es&nrm=iso&tlng=pt
- [2] S. Bartolotta, R. A. M. Szokalo, y M. A. Carballo, «Modelo educativo emergente y herramientas digitales innovadoras en educación superior», *Rev. Electrónica Didáctica En Educ. Super.*, oct. 2022, Accedido: 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://ojs.cbc.uba.ar/index.php/redes/article/view/136>
- [3] Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, «Política de Evaluación Institucional de Universidades y Escuelas Politécnicas en el marco del Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior». 1 de agosto de 2018. [En línea]. Disponible en: https://www.caces.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/12/1.-CACES_POLITICAS_EVALUACION_INSTITUCIONAL_2018-1.pdf
- [4] G. C. Vázquez-González, I. U. Jiménez-Macías, y L. G. J. Hernández, «Clasificación de Estrategias de Gestión del Conocimiento para impulsar la innovación educativa en Instituciones de Educación Superior», *GECONTEC Rev. Int. Gest. Conoc. Tecnol.*, sep. 2022, doi: 10.5281/zenodo.6785484.
- [5] *Ley orgánica de educación superior*. 2018, pp. 50-51. [En línea]. Disponible en: <https://www.ces.gob.ec/documentos/Normativa/LOES.pdf>
- [6] K. I. P. Loor, A. V. C. Noda, y K. L. M. Bravo, «Formación docente como eje integrador de las funciones sustantivas en la Universidad Técnica de Manabí», *Estud. Desarro. Soc. Cuba América Lat.*, 2021, Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.uh.cu/revflacso/article/view/3743>
- [7] X. E. Soledispa-Rodríguez, R. Y. Sumba-Bustamante, y N. R. Yoza-Rodríguez, «Articulación de las funciones sustantivas de la Educación Superior y su incidencia en las competencias de la formación del profesional», *Domino Las Cienc.*, feb. 2021, doi: 10.23857/dc.v7i1.1753.
- [8] F. S. Martín, G. N. V. Valdivia, y R. R. Castro, «Panorama actual de la ciencia de datos en la educación superior en México», *South Fla. J. Dev.*, jul. 2023, doi: 10.46932/sfjdv4n4-021.
- [9] D. G. Echeverría-Benavides, A. J. Romero-Fernández, A. L. Sandoval-Pillajo, y L. Llerena-Ocaña, «Seguimiento del desempeño de la calidad académica-educativa mediante DASHBOARD en una universidad ecuatoria», *CIENCIAMATRIA*, doi: 10.35381/cm.v8i4.899.
- [10] E. R. Castro-Chauca, A. J. Romero-Fernández, A. L. Sandoval-Pillajo, y E. F. Lozada-Torres, «Generación de indicadores educativos estudiantiles mediante dashboard para un instituto de educación universitaria», *CIENCIAMATRIA*, ago. 2022, doi: 10.35381/cm.v8i4.892.
- [11] J. Solazar-Cardona, J. Triviño-Arbeláez, J. Solazar-Cardona, y J. Triviño-Arbeláez, «Aplicación de learning analytics y educational data mining en una institución de educación superior en Colombia», *Rev. Ing. Univ. Medellín*, jun. 2020, doi: 10.22395/rium.v19n36a4.
- [12] J. A. S. Cardona y D. A. A. Garcia, «Evaluación y selección de herramientas de analítica visual para su implementación en una institución de educación superior», *Rev. IngEam*, 2017.

- [13] J. V. Martínez Padua, J. S. Quitian Monroy, I. A. Castiblanco Jiménez, J. V. Martínez Padua, J. S. Quitian Monroy, y I. A. Castiblanco Jiménez, «Caracterización y comparación de metodologías ágiles y tradicionales de desarrollo de producto», *Cienc. E Ing. Neogranadina*, dic. 2022, doi: 10.18359/rcin.5168.
- [14] M. İl. Berkman y Ş. ŞahiN, «Adapting SUPR-Q into Turkish for assessing user experience in web and mobile service», *Turk. ONLINE J. Des. ART Commun.*, oct. 2021, doi: 10.7456/11104100/009.
- [15] I. Figalist, M. Dieffenbacher, I. Eigner, J. Bosch, H. H. Olsson, y C. Elsner, «Mining Customer Satisfaction on B2B Online Platforms using Service Quality and Web Usage Metrics», en *2020 27th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)*, dic. 2020, pp. 435-444. doi: 10.1109/APSEC51365.2020.00052.
- [16] J. J. Camargo-Vega, L. Joyanes-Aguilar, y L. M. Giraldo-Marín, «La inteligencia de negocios como una herramienta en la gestión académica -Business intelligence as a tool in academic management», *Rev. Científica*, jun. 2016, doi: 10.14483/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.24.a11.
- [17] J. M. Jurado-Pupiales, A. J. Romero-Fernández, A. L. Sandoval-Pillajo, y F. A. Viscaino-Naranjo, «Business intelligence como soporte en la toma de decisiones de la secretaría académica de UNIANDES-Ecuador», *CIENCIAMATRIA*, ago. 2022, doi: 10.35381/cm.v8i4.910.
- [18] A. Nambiar y D. Mundra, «An Overview of Data Warehouse and Data Lake in Modern Enterprise Data Management», *Big Data Cogn. Comput.*, dic. 2022, doi: 10.3390/bdcc6040132.
- [19] L. Bin, «Cognitive Web Service-Based Learning Analytics in Education Systems Using Big Data Analytics», *Int. J. E-Collab.*, 2023, doi: 10.4018/IJeC.316658.
- [20] R. Galici, L. Ordile, M. Marchesi, A. Pinna, y R. Tonelli, «Applying the ETL Process to Blockchain Data. Prospect and Findings», *Information*, abr. 2020, doi: 10.3390/info11040204.
- [21] R. Parizi *et al.*, «Design thinking in software requirements: What techniques to use? A proposal for a recommendation tool», presentado en Iberoamerican Conference on Software Engineering, CIbSE - IberoAmerican Conference on Software Engineering Steering Committee, nov. 2020. Accedido: 29 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/20445/2/Design_Thinking_in_Software_Requirements_What_Techniques_to_Use_A_Proposal_for_a_Recommendation_Tool.pdf
- [22] L. Münch Galindo, *Administración I*, Primera. México: Pearson Educación, 2020.
- [23] W. A. Shewhart, *Control económico de la calidad de productos manufacturados*. Ediciones Díaz de Santos, 1997.
- [24] I. Chiavenato, *Gestión del talento humano: el nuevo papel de los recursos humanos en las organizaciones*, Quinta. México: McGraw-Hill, 2020.
- [25] R. Kaplan y D. Norton, *El cuadro de mando integral*. Barcelona: Grupo Planeta, 2016. [En línea]. Disponible en: https://proassetspdlcom.cdnstatics2.com/usuarios/libros_contenido/arxius/33/32305_El_cuadro_de_mando_integral.pdf
- [26] I. Ramírez-Morales y B. Mazón-Olivo, *Análisis de datos agropecuarios*, Primera. Editorial UTMATCH, 2018.
- [27] Z. Wu, Y. Zhou, H. Wang, y Z. Jiang, «Depth prediction of urban flood under different rainfall return periods based on deep learning and data warehouse», *Sci. Total Environ.*, may 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137077.

- [28] Z. Zhai, J. F. Martínez, V. Beltran, y N. L. Martínez, «Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges», *Comput. Electron. Agric.*, mar. 2020, doi: 10.1016/j.compag.2020.105256.
- [29] A. Ullah, S. Hussain, A. Wasim, y M. Jahanzaib, «Development of a decision support system for the selection of wastewater treatment technologies», *Sci. Total Environ.*, ago. 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139158.
- [30] C. C. A. Salinas, «Implementación del sistema de información ejecutiva académico basado en inteligencia de negocios: caso Universidad Peruana Unión», *Paidagogo*, dic. 2019, doi: 10.52936/p.v1i2.16.
- [31] «Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo de competitividad en empresas de base tecnológica», *Contad. Adm.*, ene. 2016, doi: 10.1016/j.cya.2015.09.006.
- [32] G. A. F. Lagla, J. A. C. Moreano, E. E. Q. Arequipa, y M. W. V. Quishpe, «Minería de datos como herramienta estratégica», *RECIMUNDO*, feb. 2019, doi: 10.26820/recimundo/3.(1).enero.2019.955-970.
- [33] D. Córdova *et al.*, «El impacto de inteligencia de negocios en las redes sociales», *RISTI Rev. Ibérica Sist. E Tecnol. Informação*, 2021.
- [34] J. P. Bharadiya, «Machine Learning and AI in Business Intelligence: Trends and Opportunities», *Int. J. Comput. IJC*, jun. 2023.
- [35] K. Gómez *et al.*, «Aplicación del aprendizaje automático como solución en los sistemas de negocios», nov. 2021.
- [36] E. J. Hernández-Leal, N. D. Duque-Méndez, y J. Moreno-Cadavid, «Big Data: una exploración de investigaciones, tecnologías y casos de aplicación», *Tecnológicas*, ago. 2017.
- [37] J. M. Rosa y E. L. Frutos, «Ciencia de datos en salud: desafíos y oportunidades en América Latina», *Rev. Médica Clínica Las Condes*, nov. 2022, doi: 10.1016/j.rmclc.2022.09.007.
- [38] Y. C. Viera, J. M. Borrego, y E. C. Viera, «Propuesta de metodología para el diseño de dashboard», *Rev. Cuba. Transform. Digit.*, oct. 2021, doi: 10.5281/zenodo.5545998.
- [39] L. R. F. Lescano y L. A. L. Ocaña, «Uso de business intelligence para la evaluación de desempeño a través de indicadores clave de rendimiento (KPI'S)», *Univ. Soc.*, jun. 2023.
- [40] J. Vilela, J. Castro, L. E. G. Martins, y T. Gorschek, «Integration between requirements engineering and safety analysis: A systematic literature review», *J. Syst. Softw.*, mar. 2017, doi: 10.1016/j.jss.2016.11.031.
- [41] A. J. R. Guimarães, R. Mendes Júnior, y M. do C. D. Freitas, «Requisitos para a ciência de dados: analisando anúncios de vagas de emprego com mineração de texto», *RISTI - Rev. Ibérica Sist. E Tecnol. Informação*, jun. 2022, doi: 10.17013/risti.46.54-70.
- [42] R. Matheus, M. Janssen, y D. Maheshwari, «Data science empowering the public: Data-driven dashboards for transparent and accountable decision-making in smart cities», *Gov. Inf. Q.*, jul. 2020, doi: 10.1016/j.giq.2018.01.006.
- [43] F. Ruehle, «Data science applications to string theory», *Phys. Rep.*, ene. 2020, doi: 10.1016/j.physrep.2019.09.005.
- [44] W. Leal Filho *et al.*, «Using data science for sustainable development in higher education», *Sustain. Dev.*, jun. 2023, doi: 10.1002/sd.2638.
- [45] A. Naseer, H. Naseer, A. Ahmad, S. B. Maynard, y A. M. Siddiqui, «Moving towards agile cybersecurity incident response: A case study exploring the enabling role of big data analytics-embedded dynamic capabilities», *Comput. Secur.*, dic. 2023, doi: 10.1016/j.cose.2023.103525.
- [46] M.-T. Huynh, M. Nippa, y T. Aichner, «Big data analytics capabilities: Patchwork or progress? A systematic review of the status quo and implications for future research», *Technol. Forecast. Soc. Change*, dic. 2023, doi: 10.1016/j.techfore.2023.122884.

- [47] K. Fahd y S. J. Miah, «Designing and evaluating a big data analytics approach for predicting students' success factors», *J. Big Data*, 2023, doi: 10.1186/s40537-023-00835-z.
- [48] T. Alsahfi, M. Almotairi, y R. Elmasri, «A Survey on Trajectory Data Warehouse», *Spat. Inf. Res.*, feb. 2020, doi: 10.1007/s41324-019-00269-x.
- [49] B. Mazón-Olivo, «Una arquitectura para la recopilación, integración y análisis de información en el contexto de la Internet de las Cosas. Caso estudio: aplicaciones en el sector agrícola», 2023, Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/33729>
- [50] J. J. Cáceres Hernández, *Conceptos básicos y ejercicios de estadística para ciencias sociales. Tomo 1: estadística descriptiva*. Delta Publicaciones, 2021. Accedido: 25 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://elibro-net.basesdedatos.utmachala.edu.ec/es/ereader/utmachala/227401>
- [51] A. de la Fuente Miguélez, *La función estadística pública: estudio desde una perspectiva jurídica de la estadística oficial en España*. Genuève Ediciones, 2021. Accedido: 25 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://elibro-net.basesdedatos.utmachala.edu.ec/es/ereader/utmachala/184219>
- [52] F. Gurcan, A. Ayaz, G. G. Menekse Dalveren, y M. Derawi, «Business Intelligence Strategies, Best Practices, and Latest Trends: Analysis of Scientometric Data from 2003 to 2023 Using Machine Learning», *Sustainability*, ene. 2023, doi: 10.3390/su15139854.
- [53] C. A. Tavera Romero, J. H. Ortiz, O. I. Khalaf, y A. Ríos Prado, «Business Intelligence: Business Evolution after Industry 4.0», *Sustainability*, ene. 2021, doi: 10.3390/su131810026.
- [54] M. E. Martínez Zabaleta, R. E. Rodríguez Luna, M. E. Martínez Zabaleta, y R. E. Rodríguez Luna, «INTELIGENCIA EMPRESARIAL Y SU ROL EN LA GENERACIÓN DE VALOR EN LOS PROCESOS DE NEGOCIOS», *Tendencias*, jun. 2023.
- [55] H. Hmoud, A. S. Al-Adwan, O. Horani, H. Yaseen, y J. Z. A. Zoubi, «Factors influencing business intelligence adoption by higher education institutions», *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, sep. 2023, doi: 10.1016/j.joitmc.2023.100111.
- [56] V. Khatibi, A. Keramati, y F. Shirazi, «Deployment of a business intelligence model to evaluate Iranian national higher education», *Soc. Sci. Humanit. Open*, ene. 2020, doi: 10.1016/j.ssaho.2020.100056.
- [57] A. F. H. Sarango, A. P. M. Yacelga, R. M. N. Sevilla, M. E. C. Sailema, y J. C. P. Lescano, «Inteligencia de negocios en la gestión empresarial: un análisis a las investigaciones científicas mundiales: Business intelligence in business management: a review of worldwide scientific research», *LATAM Rev. Latinoam. Cienc. Soc. Humanidades*, mar. 2023, doi: 10.56712/latam.v4i1.493.
- [58] B. Mazon, M. Jaramillo, O. Romero, A. Borja, M. Aguirre, y M. Contento, «Tecnologías de Inteligencia de Negocios y Minería de datos para el análisis de la producción y comercialización de cacao», *Rev. Espac.*, ago. 2018, Accedido: 10 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n32/18393206.html>
- [59] M. Muddasir, R. K, y D. R, «Towards Comparative Analysis of Resumption Techniques in ETL», *Indones. J. Inf. Syst.*, feb. 2021, doi: 10.24002/ijis.v3i2.3776.
- [60] Z. Zainuddin, F. Yahya, y A. F. Yahya, «Visual Design as the Key Factor for Effective Environmental Analytics Dashboard», *Proceedings*, 2022, doi: 10.3390/proceedings2022082021.
- [61] D. Hart, «Conceptualizing the systemic evaluation of dashboards in quality enhancement processes in higher education», *Syst. Res. Behav. Sci.*, 2021, doi: 10.1002/sres.2736.

- [62] D. Donohoe y E. Costello, «Data Visualisation Literacy in Higher Education: An Exploratory Study of Understanding of a Learning Dashboard Tool», *Int. J. Emerg. Technol. Learn. IJET*, sep. 2020, doi: 10.3991/ijet.v15i17.15041.
- [63] R. Kaliisa y J. A. Dolonen, «CADA: a teacher-facing learning analytics dashboard to foster teachers' awareness of students' participation and discourse patterns in online discussions», *Technol. Knowl. Learn.*, sep. 2023, doi: 10.1007/s10758-022-09598-7.
- [64] L. Chen, X. Geng, M. Lu, A. Shimada, y M. Yamada, «How Students Use Learning Analytics Dashboards in Higher Education: A Learning Performance Perspective», *SAGE Open*, jul. 2023, doi: 10.1177/21582440231192151.
- [65] J. A. C. Romero, *Big data. IFCT128PO*. IC Editorial, 2019.
- [66] L. J. Aguilar, *Inteligencia de negocios y analítica de datos: Una visión global de Business Intelligence & Analytics*. Alpha Editorial, 2019.
- [67] D. R. Méndez y M. del C. J. Hernández, *Analítica de talento: un enfoque conductual para la toma de decisiones en las organizaciones*. Tec de Monterrey, 2023.
- [68] J. Morales-Carrillo, L. Cedeño-Valarezo, J. S. Cajape Bravo, y J. Ormazza Calderón, «Metodologías de desarrollo de software y su ámbito de aplicación: Una revisión sistemática - ProQuest». Accedido: 19 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/937c0ffcf92bf2c2761d76165f34090e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- [69] R. J. Yedra, M. A. A. Aguilar, y J. L. G. Ramos, «Design thinking de contenidos para dispositivos móviles para niños con síndrome de Down», *Rev. Investig. En Educ.*, oct. 2021, doi: 10.35869/reined.v19i2.3675.
- [70] E. A. S. Gonzales, C. L. S. Bobadilla, J. C. A. Uñapilco, y D. H. Quispe, «Design Thinking para resolver problemas con la selección de métricas en la Calidad del Software», *Innov. Softw.*, mar. 2022, doi: 10.48168/innosoft.s8.a54.
- [71] J. F. Landutama y A. Chowanda, «Applied Design Thinking for Kimball Lifecycle to Improve Business Intelligence Dashboard Usability», 2023, *ICIC International 学会*: 04. doi: 10.24507/ijicic.19.04.1139.
- [72] C. D. O. Moreta y E. Said-Hung, «La producción científica en el estudio de experiencia de usuario en educación: caso Web of Science y Scopus», *Transinformação*, ene. 2020, doi: 10.1590/2318-0889202032e190003.
- [73] M. C. López, L. E. P. Enrique, y D. T. Rueda, «Relaciones interdisciplinarias entre el Comportamiento Informacional Web y Experiencia de Usuario», *SAPIENTIAE*, jul. 2022, doi: 10.37293/sapientiae81.03.
- [74] V. M. P. Mena, E. X. G. Freire, y J. M. B. Manzano, «Usabilidad del software: Una revisión sobre su evolución conceptual y parámetros de evaluación», *Publicaciones En Cienc. Technol.*, sep. 2022, doi: 10.5281/zenodo.7131510.
- [75] C. Gutiérrez-Braojos, C. Rodríguez-Domínguez, L. Daniela, y F. Carranza-García, «An Analytical Dashboard of Collaborative Activities for the Knowledge Building», *Technol. Knowl. Learn.*, mar. 2023, doi: 10.1007/s10758-023-09644-y.
- [76] K. Retno, R. Pradipta Setyanto, R. Purnomo, y T. Luhita, «Key Performance Indicators development based on academic quality assurance», *Int. J. Econ. Bus. Manag. Res.*, oct. 2020.
- [77] H. Y. Loor Zambrano *et al.*, «Análisis de indicadores de desempeño financiero de la empresa ecuatoriana de balanceados Coprobalan S. A.», *Rev. San Gregor.*, ago. 2023, doi: 10.36097/rsan.v0i54.2455.
- [78] A. Azevedo, J. Azevedo, y M. E. Hayakawa, «Designing and Implementing a Dashboard with Key Performance Indicators for a Higher Education Institution», en *Proceedings of the 13th International Conference on Computer Supported Education - Volume 1: CSEDU*, SciTePress, 2021, pp. 165-172. doi: 10.5220/0010539501650172.

- [79] A. Hosseini, R. Shakiba, N. Ramezanghorbani, y F. Asadi, «Identifying and Determining Effective Key Performance Indicators in the Development of Maternity Dashboard», *Shiraz E-Med. J.*, 2023, doi: 10.5812/semj-138799.
- [80] Y. G. Novoa, «Nociones de la investigación y el potencial de la investigación aplicada como estrategia de innovación», *Encuentro SENNOVA Oriente Antioqueño*, 2021, doi: 10.23850/26652447/7/1/3720.
- [81] S. F. A. Faneite, «Los enfoques de investigación en las Ciencias Sociales», *Rev. Latinoam. Ogmios*, jul. 2023, doi: 10.53595/rlo.v3.i8.084.
- [82] E. J. Albornoz Zamora *et al.*, *Metodología de la investigación aplicada a las ciencias de la salud y la educación*, Primera. Ecuador: Mawil Publicaciones, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://mawil.us/wp-content/uploads/2023/08/metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- [83] C.-A. Padilla-Avalos, C. Marroquín-Soto, C.-A. Padilla-Avalos, y C. Marroquín-Soto, «Enfoques de Investigación en Odontología: Cuantitativa, Cualitativa y Mixta», *Rev. Estomatológica Hered.*, oct. 2021, doi: 10.20453/reh.v31i4.4104.
- [84] B. Dakkak y E. H. Irhirane, «Proposal of a Method to Calculate an Indicator for Measuring the Customer Satisfaction Level», 18 de febrero de 2022, *Rochester, NY*: 4038249. doi: 10.2139/ssrn.4038249.
- [85] C. A. B. Torres, *Metodología de la investigación: para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson Educación, 2006.
- [86] A. L. Falcón y G. R. Serpa, «Acerca de los métodos teóricos y empíricos de investigación: significación para la investigación educativa», *Rev. Conrado*, dic. 2021.
- [87] K. M. R. Martínez, «La entrevista semi-estructurada y las fallas en la estructura. La revisión del método desde una psicología crítica y como una crítica a la psicología», *Caleidosc. - Rev. Semest. Cienc. Soc. Humanidades*, sep. 2019, doi: 10.33064/41crscsh1203.
- [88] V. L. Falcón, V. C. Pertile, y B. E. Ponce, «La encuesta como instrumento de recolección de datos sociales : Resultados diagnóstico para la intervención en el Barrio Paloma de la Paz (La Olla) - ciudad de Corrientes (2017-2018)», en *XXI Jornadas de Geografía de la UNLP, 9-11 de octubre de 2019*, 2019. [En línea]. Disponible en: https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.13544/ev.13544.pdf
- [89] M. A. F. Kamil, «User Experience Analysis of LinkedIn Social Media Using Usability Metric for User Experience (UMUX)», *JIEET J. Inf. Eng. Educ. Technol.*, dic. 2023, doi: 10.26740/jieet.v7n2.p78-82.
- [90] A. Sufian Mozumder, T. Ngoc Nguyen, S. Devi, M. Arif, A. Parvez, y A. Estak, «Enhancing Customer Satisfaction Analysis Using Advanced Machine Learning Techniques in Fintech Industry | Journal of Computer Science and Technology Studies». Accedido: 26 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.al-kindipublisher.com/index.php/jcsts/article/view/7673>
- [91] R. Hernández Rodríguez, T. N. Cárdenas Arriaga, y N. A. Hernández Rodríguez, *Prueba de Hipótesis Estadística con Excel*. Guadalajara, 2020.