

Integration of the SCRUM Methodology in Mathematics Teaching and Learning

Helga Kelly Quiroz-Chavil¹ , Carlos Enrique Capuñay-Uceda² , Samuel Collantes Santisteban³ , Luis Jaime Collantes Santisteban⁴ , Rosa Felicita Gonzales Llontop⁵ , Carlos Ulises Vásquez Crisanto⁶ , Edinson Idrogo Burga⁷ 

^{2,4,5,6} Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, ccapunay@unprg.edu.pe, lcollantes@unprg.edu.pe, rgonzalesl@unprg.edu.pe, cvasquezc@unprg.edu.pe

^{1,2,7} Universidad Tecnológica del Perú, c22682@utp.edu.pe, eidrogo@utp.edu.pe

³ Universidad San Martín de Porras, scollantess@usmp.pe

Abstract— In the last decade, universities have experienced the arrival of new generations of students, who distinguish themselves by possessing unique skills and abilities. In addition to technical competencies, the organizations that hire them after completing their studies demand advanced soft skills development. Against this backdrop, higher education institutions are implementing innovative approaches to meet these contemporary demands. It is becoming imperative that academic practices align with the dynamics of emerging markets. This research explores how current demands on university graduates and the particularities of the new student generation are reshaping educational paradigms. To optimize the effectiveness and enrich the teaching and learning process, the Scrum framework was incorporated into the Introduction to Mathematics for Engineering course. This pedagogical approach was evaluated through an experimental study with first-year engineering students. Through questionnaires and a comparative analysis of the academic results, we sought to answer the research questions posed. The findings reveal that Scrum contributes significantly to the improvement of the educational process. The study advocates the adoption of Scrum in teaching and learning, highlighting its positive impact on the academic performance of the experimental group.

Keywords— Mathematics, SCRUM, university teaching.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Integración de la Metodología SCRUM en la Enseñanza y Aprendizaje de Matemáticas

Helga Kelly Quiroz-Chavil¹ , Carlos Enrique Capuñay-Uceda² , Samuel Collantes Santisteban³ , Luis Jaime Collantes Santisteban⁴ , Rosa Felicita Gonzales Lllontop⁵ , Carlos Ulises Vásquez Crisanto⁶ , Edinson Idrogo Burga⁷ 

^{2,4,5,6} Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, ccapunay@unprg.edu.pe, lcollantes@unprg.edu.pe, rgonzalesl@unprg.edu.pe, cvasquezc@unprg.edu.pe

^{1,2,7} Universidad Tecnológica del Perú, c22682@utp.edu.pe, eidrogo@utp.edu.pe

³ Universidad San Martín de Porras, scollantess@usmp.pe

Resumen— En la última década, las universidades han experimentado la llegada de nuevas generaciones de estudiantes, quienes se distinguen por poseer habilidades y destrezas únicas. Además de competencias técnicas, las organizaciones que los contratan tras finalizar sus estudios demandan un desarrollo avanzado en habilidades blandas. Ante este panorama, las instituciones de educación superior están implementando enfoques innovadores para satisfacer estas exigencias contemporáneas. Se vuelve imperativo que las prácticas académicas se alineen con las dinámicas de los sectores emergentes. Este trabajo explora la actual demanda de graduados y las particularidades de esta generación estudiantil están reconfigurando los paradigmas educativos. Para optimizar la eficacia y enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, se incorporó Scrum como marco de trabajo en el curso Introducción a las Matemáticas para Ingeniería. Este enfoque pedagógico se evaluó mediante un estudio experimental con estudiantes de primeros años de ingeniería. A través de cuestionarios y un análisis comparativo de los resultados académicos, se buscó dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas. En los hallazgos se observa que Scrum contribuye significativamente a la mejora del proceso educativo. El estudio aboga por la adopción de Scrum en la enseñanza y aprendizaje, destacando su impacto positivo en el rendimiento académico del grupo experimental.

Palabras clave: Matemática, SCRUM, enseñanza universitaria.

I. INTRODUCCIÓN

La evolución de las habilidades y competencias requeridas por el mercado laboral ha instigado un cambio paradigmático en la educación superior, particularmente en la enseñanza de disciplinas técnicas como las matemáticas para ingeniería. Las nuevas generaciones de estudiantes, nativos digitales en su mayoría, llegan a las universidades con un conjunto de habilidades, expectativas y modos de aprendizaje distintos a los de sus predecesores [1]. Esto plantea un desafío significativo para las instituciones educativas, que ahora deben adaptar sus métodos pedagógicos para satisfacer tanto las demandas del mercado como las características intrínsecas de estos estudiantes [2]. Además, el énfasis en habilidades blandas, como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva y la resolución creativa de problemas, se ha vuelto crucial para el éxito profesional de los graduados [3]. En este contexto, la metodología ágil Scrum, originaria del sector del desarrollo de

software, emerge como una estrategia pedagógica prometedora para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje universitario, en particular en asignaturas de matemáticas aplicadas a la ingeniería [4].

La presente investigación se centra en la implementación del marco de trabajo Scrum como un enfoque pedagógico en el curso de Introducción a las Matemáticas para Ingeniería. El objetivo es explorar cómo este enfoque puede facilitar la adaptación a las necesidades de aprendizaje de la nueva generación de estudiantes y responder a las demandas del mercado laboral en términos de habilidades blandas. A través de un estudio experimental con estudiantes de primer año de ingeniería, se evalúa la eficacia de Scrum en el proceso educativo. Los resultados obtenidos ofrecen insights valiosos sobre la aplicabilidad y los beneficios de incorporar metodologías ágiles en el currículo universitario.

De acuerdo con un estudio longitudinal de 20 años, [5] identificaron las diez competencias más cruciales para el ejercicio profesional, entre las cuales destacan la solución de problemas complejos, la creatividad, la coordinación con otros, el pensamiento crítico, la gestión de equipos y el liderazgo. Investigaciones subsiguientes de Melnik y Maurer [6] así como de Capuñay y Antón [7] han evidenciado que las habilidades blandas poseen una importancia equiparable a las habilidades técnicas dentro de la formación académica universitaria y la preparación para el entorno laboral. Los docentes en la universidad están desarrollando estrategias, adoptando enfoques pedagógicos y empleando diversos métodos didácticos transversales a diferentes disciplinas. La revisión de la literatura reciente revela que entre las metodologías pedagógicas que han emergido con éxito destaca la metodología Ágil, particularmente Scrum, como un enfoque efectivo para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

A. Desarrollo Ágil

Este desarrollo representa un compendio de marcos de trabajo, prácticas óptimas y metodologías enfocadas en el avance de soluciones tecnológicas mediante iteraciones sucesivas y acumulativas realizadas por equipos multidisciplinarios y autogestionados. Estos equipos se rigen por un conjunto de valores fundamentales y doce principios delineados en el

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Manifiesto Ágil para el Desarrollo de Software, concebido por destacados profesionales del ámbito en 2001 [8] [9].

SCRUM, una de las metodologías ágiles más reconocidas para la gestión de proyectos [10], estructura un proyecto en ciclos cortos llamados sprints, con una duración aproximada de tres semanas cada uno. Al final de cada sprint, se entrega una porción de software funcional que añade valor incremental al proyecto, permitiendo al cliente utilizar de inmediato estas nuevas funcionalidades.

Dentro de un proyecto SCRUM, se identifican tres roles primordiales:

- Propietario del Producto: Define las características y objetivos del proyecto, priorizando su rentabilidad y propuesta de valor en el mercado.
- Scrum Master: Facilita el proceso y resuelve problemas, protegiendo al equipo de distracciones y problemas externos.
- Equipo de Desarrollo: Encargado de desarrollar la solución tecnológica con las funcionalidades requeridas, caracterizándose por ser autónomo, multidisciplinario y co-responsable del proyecto en su totalidad.

La adopción de metodologías ágiles en el sector tecnológico es ampliamente reconocida. Su integración en el ámbito educativo universitario no solo enriquece el conocimiento académico de los estudiantes sino también les equipa con habilidades prácticas, preparándolos eficazmente para su transición al mundo profesional.

En el entorno profesional, el equipo responde colectivamente por el resultado del proyecto, contrastando con el ámbito académico donde es crucial evaluar tanto el desempeño individual como grupal, junto con la consecución de objetivos específicos. Mientras que en la práctica profesional los plazos pueden ser flexibles, en la educación, estos están limitados estrictamente al calendario académico.

Por tanto, se propone una revisión del proceso de enseñanza-aprendizaje que fomente el desarrollo de habilidades blandas en los universitarios, mediante la creación de actividades que promuevan la resolución colaborativa de problemas y una comunicación efectiva.

La implementación de metodologías ágiles en la educación implica la formación de equipos de estudiantes, cuya dinámica interna y comunicación con el profesorado son cruciales. En clases tradicionales, prevalece el trabajo individual; sin embargo, la formación de equipos facilita la gestión y reduce las consultas directas al docente, especialmente en cursos numerosos como los de matemáticas, donde la interacción en pequeños grupos optimiza el proceso de aprendizaje.

B. Asignatura para el estudio

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Las metodologías ágiles han demostrado ser efectivas en especializaciones dentro del ámbito de las tecnologías de la información. En este estudio, abordamos una materia que dista de las áreas previamente mencionadas, seleccionando una asignatura básica y obligatoria en el currículo de ingeniería denominada "Introducción a las Matemáticas para Ingeniería". Esta asignatura forma parte del núcleo inicial del plan de estudios de más de 20 especialidades de ingeniería en la universidad. Es común que los estudiantes de los primeros años perciban las matemáticas como poco relevantes para sus estudios, lo que representa un desafío motivacional tanto para ellos como para sus docentes, aunque muchos reconocen su valor más adelante en su formación académica.

La estructura curricular de esta asignatura contiene cinco unidades:

1. El Plano Vectorial y Vectores en R²: Aquí, los estudiantes abordan problemas de ciencias físicas utilizando álgebra vectorial y ecuaciones lineales.
2. Vectores en el Espacio y Planos en R³: Esta unidad profundiza en vectores y líneas en el espacio tridimensional, con aplicaciones específicas a la ingeniería.
3. Matrices y Sistemas de Ecuaciones Lineales: Los estudiantes emplean matrices y determinantes para resolver sistemas de ecuaciones lineales, además de explorar números complejos y el cálculo diferencial de funciones reales.
4. Nociones de Geometría Analítica: Se enfoca en el reconocimiento de las cónicas y sus elementos característicos.
5. Funciones, Límites y Continuidad: En esta sección, se estudian las propiedades de diversas funciones, incluyendo su dominio y rango.

La universidad promueve el autoaprendizaje, la autonomía y el trabajo en equipo, a través de una metodología de enseñanza activa y participativa. Se hace énfasis en la optimización de recursos para la visualización de objetos en dos y tres dimensiones. Generalmente, la asignatura Introducción a las Matemáticas para Ingeniería se imparte en el primer semestre de los programas de ingeniería, con una asignación de dos horas teóricas y tres prácticas por sesión a lo largo de las 17 sesiones, tiempo que dura un semestre en la universidad. El sistema de evaluación es vigesimal e incluye cuatro prácticas calificadas, dos exámenes y dos evaluaciones por participación oral y cumplimiento de tareas, siendo 12 la nota mínima para aprobar.

El propósito central de esta investigación es optimizar la eficacia y aumentar el atractivo del proceso educativo, adoptando Scrum como una metodología innovadora para el trabajo colaborativo en la enseñanza y aprendizaje. Los objetivos específicos de la investigación están articulados alrededor de las siguientes preguntas clave:

Preg1: ¿Qué metodologías de trabajo has utilizado durante tus estudios secundarios?

Preg2: ¿Qué tipo de metodología esperas tener en tus sesiones universitarias?

Preg3: ¿Qué habilidades blandas consideras que debes desarrollar durante sus estudios universitarios?

Preg4: ¿Cuál es el impacto de Scrum sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje en el grupo piloto de esta investigación?

Preg5: ¿Crees que tus habilidades blandas han mejorado después de terminar la asignatura de Introducción a las Matemáticas para Ingeniería con el uso de Scrum?

II. PROPUESTA

Para nuestra propuesta hemos considerado cuidadosamente las restricciones impuestas por el marco académico, incluidas las limitaciones en cuanto a la modificación del sistema de evaluación, los tiempos asignados y los contenidos programáticos. Nuestra propuesta integra eficazmente los tres tipos de evaluación inherentes a las matemáticas: prácticas calificadas, exámenes y tareas. Proponemos, además, un proceso de aprendizaje con dos categorías adicionales de actividades: participaciones activas en clase y asignaciones para ser desarrolladas en casa.

Dentro de este contexto, hemos puesto especial énfasis en los ejercicios de grupo, identificando aquí una oportunidad óptima para implementar la metodología ágil Scrum, adaptándola al entorno educativo. En esta adaptación, el docente asume dualmente el rol de Propietario del Producto y de Scrum Master, guiando el proceso de aprendizaje y asegurando la alineación de los objetivos educativos con las actividades propuestas. Cada equipo de estudiantes, compuesto por cinco miembros, designa un representante que asume responsabilidades del rol de Scrum Master, facilitando la comunicación y la organización interna del grupo. Destacamos la inclusión en cada equipo de al menos un estudiante con competencias matemáticas avanzadas, para fomentar un entorno de aprendizaje colaborativo y enriquecedor.

En cuanto a los artefactos de Scrum adaptados a nuestra propuesta, el Product Backlog incluye los temas detallados en el plan de estudio de la asignatura, organizados por unidades de aprendizaje. Las historias de usuario, transformadas en un conjunto de tareas individuales, están diseñadas para promover el análisis y la resolución autónoma de problemas, con criterios de aceptación claramente definidos que, en este contexto, se traducen en la obtención de una calificación aprobatoria para la tarea en cuestión.

El enfoque pedagógico propone que cada miembro del equipo trabaje en ejemplos específicos para construir el fundamento matemático necesario de manera independiente. Esto prepara el terreno para abordar tareas más complejas que requieren de la práctica del contenido aprendido. Aunque todos los integrantes del grupo resuelven los ejemplos individuales para asegurar una base común de conocimiento, el Scrum Master tiene la facultad de distribuir las tareas entre los miembros del equipo,

garantizando así el cumplimiento de los criterios de aceptación establecidos. Según los principios de Scrum, una Historia de Usuario se considera completada únicamente cuando se satisfacen estos criterios, asegurando un estándar de calidad y comprensión en el aprendizaje.

Esta metodología no solo propicia un entorno de aprendizaje más dinámico y participativo, sino que también prepara a los estudiantes para el mundo profesional, donde el trabajo en equipo, la gestión ágil de proyectos y la capacidad de adaptarse rápidamente a nuevos desafíos son competencias altamente valoradas.

Durante la primera sesión, el profesor presenta el programa de la asignatura, detallando la metodología pedagógica a implementar, los contenidos a cubrir, los recursos disponibles en el aula virtual y el esquema que será usado en la evaluación. Esta introducción es fundamental para orientar a los estudiantes universitarios sobre el enfoque y expectativas del curso.

Al iniciar la segunda semana, se establece la rutina de realizar una reunión diaria de Scrum (Daily Scrum) con el propósito de comunicar, a través del Scrum Master, los aprendizajes adquiridos durante la semana. Este encuentro sirve para identificar ejercicios que presentaron dificultades, compartir recursos adicionales consultados para resolver problemas y discutir las actividades programadas para la semana en curso. En función de la retroalimentación de cada grupo, el profesor aborda y resuelve las cuestiones pendientes, asegurando así la comprensión integral de los contenidos.

En el marco de Scrum, cada Sprint implica fases de planificación, implementación, revisión y retrospectiva, correspondiendo cada Sprint con cada unidad académica específica. A continuación, especificamos las funciones que cumplirán cada uno de los roles durante estas fases:

- **Planificación de Sprint:** El docente establece el alcance del módulo, detallando los objetivos de aprendizaje, los criterios de evaluación, las tareas a realizar y el método de evaluación. Toda esta información es compartida previamente con los estudiantes a través del programa de estudios y materiales complementarios proporcionados.

- **Implementación de Sprint:** En esta fase, el profesor asesora y guía a los estudiantes en su aprendizaje, ofreciendo explicaciones adicionales sobre temas que requieran atención especial.

- **Revisión del Sprint:** El profesor aplica prácticas y exámenes previstos en el programa, seguida de la evaluación individual de cada estudiante.

- **Retrospectiva de Sprint:** Los estudiantes reflexionan sobre sus resultados individuales y grupales, identificando habilidades y

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

capacidades que deben mejorar para ser aplicadas en la siguiente unidad.

Esta estructura no solo promueve una gestión eficaz del aprendizaje, sino que también fomenta una cultura de evaluación continua y mejora colaborativa, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos académicos y profesionales con una mentalidad ágil y adaptativa.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el objetivo de potenciar la eficiencia y el atractivo del proceso educativo, se implementó el marco de trabajo Scrum en la asignatura "Introducción a las Matemáticas para Ingeniería". Este enfoque buscaba no solo revitalizar la metodología de enseñanza sino también preparar a los estudiantes de ingeniería con las competencias necesarias para su futuro profesional.

La investigación arrancó con la aplicación de un cuestionario inicial destinado a explorar tres ejes temáticos fundamentales. Estos ejes incluían: las experiencias educativas previas en el nivel secundario, opiniones sobre metodologías modernas de enseñanza y el interés de los estudiantes por desarrollar habilidades blandas cruciales para el ámbito laboral. Posteriormente, se procedió a rediseñar el curso basándose en las estrategias delineadas en el capítulo 2 de nuestra propuesta de investigación. De los 300 estudiantes matriculados en la asignatura, se seleccionó un grupo focal de 50 estudiantes para participar en este estudio. Al concluir el curso, se evaluaron y compararon los resultados académicos de este grupo con estudiantes de otros grupos de universitarios.

Para profundizar en los hallazgos y responder a las preguntas de investigación, se administró un segundo cuestionario al grupo focal. Este instrumento permitió medir la satisfacción estudiantil con la metodología Scrum implementada, el rendimiento académico alcanzado y el grado en que se cumplieron sus expectativas respecto al desarrollo de habilidades blandas.

Los cuestionarios se distribuyeron electrónicamente y se aplicaron mediante formularios web, utilizando preguntas abiertas, semicerradas y cerradas. El diseño instrumental se apoyó en la escala de Likert, omitiendo deliberadamente la opción neutral para incentivar respuestas más definidas.

La evaluación del impacto de esta metodología sobre el rendimiento académico se basó en los resultados de las prácticas calificadas, así como de los exámenes parcial y final. Para el análisis estadístico, se utilizaron medidas de variabilidad y de tendencia central, comparando posteriormente los resultados del grupo focal con los de los demás grupos.

Los datos recabados corresponden a estudiantes de primer año de carreras de ingeniería durante la primera mitad del año 2023.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Se recolectaron a través de dos encuestas anónimas, una al inicio y otra al final del semestre, y se complementaron con los resultados académicos del grupo focal y de otros grupos. En total, se obtuvieron 150 cuestionarios que fueron respondidos en la primera encuesta, fueron 50 los cuestionarios que fueron respondidos en la última encuesta del grupo focal, y los datos de rendimiento de 200 estudiantes, incluyendo el grupo focal y otros grupos. La utilización de Google Forms permitió garantizar el anonimato de las respuestas y facilitó la gestión y análisis de los datos recopilados.

Este enfoque integral de investigación proporcionó una visión detallada sobre la efectividad del marco de trabajo Scrum en el contexto educativo de la ingeniería, revelando su potencial para enriquecer tanto el proceso de enseñanza-aprendizaje como la preparación de estudiantes universitarios a los desafíos del mundo laboral.

IV. RESULTADOS

El inicio de nuestro estudio implicó la aplicación de un cuestionario detallado destinado a recoger información valiosa sobre las experiencias previas de educación de los estudiantes en el nivel secundario, sus percepciones y expectativas hacia una educación moderna y dinámica, y las habilidades y competencias que consideraban esenciales para optimizar su desempeño en el futuro ámbito laboral. Este análisis preliminar tenía como fin último explorar la viabilidad y el potencial impacto de integrar la metodología Scrum en el proceso educativo, contrastándolo con los métodos tradicionales empleados en sus experiencias educativas anteriores.

Los hallazgos de esta primera etapa revelaron una clara demanda por parte de los estudiantes de un enfoque más interactivo y práctico en su formación, lo que resaltó la desconexión entre las metodologías convencionales de enseñanza y las expectativas de los alumnos hacia una educación que efectivamente prepare a los individuos para los desafíos del mundo real. Además, se identificó un marcado interés en desarrollar no solo competencias técnicas sino también habilidades blandas, tales como trabajo en equipo, solución de problemas, pensamiento crítico y comunicación efectiva, que son ampliamente valoradas en el entorno laboral actual.

La comparación entre la aplicación de Scrum en contextos profesionales y su potencial adaptación al ámbito educativo secundario sugirió una oportunidad significativa para reformar y enriquecer el proceso de enseñanza y aprendizaje. Los estudiantes percibieron positivamente la posibilidad de implementar un modelo más ágil y colaborativo, similar al de Scrum, que promoviera la autonomía, la responsabilidad compartida y un aprendizaje más aplicado y reflexivo.

La necesidad de adaptar la educación a las demandas y características de la sociedad actual se hizo evidente,

impulsando la consideración de Scrum no solo como una metodología de gestión de proyectos sino como un modelo pedagógico potencialmente revolucionario. Este hallazgo subraya la importancia de repensar y actualizar los métodos educativos para alinearlos más estrechamente con las habilidades requeridas en el siglo XXI, marcando un paso crucial hacia la innovación en el ámbito educativo.

La figura 1, muestra la distribución de las preferencias de los estudiantes respecto a los métodos de organización del trabajo durante sus estudios secundarios, basado en una encuesta aplicada a 150 estudiantes de los 200 matriculados en el primer ciclo de estudios de las carreras de ingeniería. De las respuestas recogidas, se observa que:

- La mayoría de los estudiantes (70.7%) prefirieron el Trabajo Individual como método de organización del trabajo en sus sesiones de clase durante la secundaria.
- Un 16.0% de los estudiantes indicaron que el Trabajo Individual con guía docente fue su método preferido.
- El Trabajo en Equipo fue seleccionado por un 8.0% de los encuestados, mostrando una preferencia moderada.
- Solo un 5.3% de los estudiantes optó por el Trabajo por Pares, lo que sugiere que es el menos favorito entre los métodos mencionados.

Estos resultados podrían indicar que, durante la secundaria, los estudiantes tienen una tendencia a trabajar de manera autónoma. Sin embargo, un porcentaje no despreciable también valora la guía de los docentes durante su trabajo individual. La colaboración, ya sea en pares o en grupos más grandes, parece ser menos común, lo que puede reflejar una oportunidad para fortalecer las habilidades de trabajo en equipo de cara a los requisitos colaborativos frecuentes en estudios de ingeniería y en el entorno profesional.

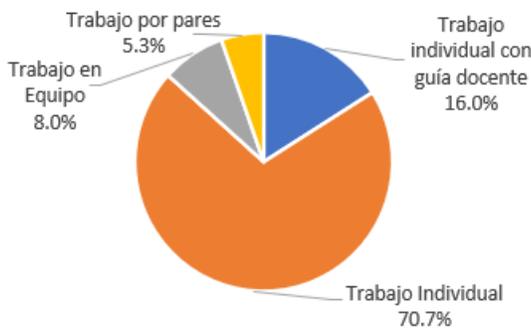


Figura 1. Métodos de trabajo utilizados en la secundaria.

La figura 2, proporciona una visión clara de las preferencias de los estudiantes en cuanto a los métodos de trabajo que desean aplicar durante las sesiones de clase. Los datos, que forman parte de la misma investigación educativa, muestran que:

- Una mayoría significativa de los estudiantes, el 46.0%, prefiere el Trabajo en Equipo durante las sesiones de clase.
- El Trabajo por Pares es la segunda preferencia más popular, elegida por el 38.7% de los estudiantes.
- Un menor porcentaje, 9.3%, opta por el Trabajo Individual con guía docente, lo que indica una preferencia por el apoyo directo del profesorado mientras trabajan de manera autónoma.
- Solo el 6.0% de los estudiantes prefiere trabajar completamente solos, escogiendo el Trabajo Individual como su método preferido.

Estos resultados indican una clara inclinación hacia métodos colaborativos de aprendizaje. La preferencia por el trabajo en equipo y por pares sugiere que los estudiantes valoran la interacción y el aprendizaje colaborativo, elementos que son fundamentales en entornos profesionales, especialmente en el campo de la ingeniería donde los proyectos suelen requerir de un enfoque de equipo. Además, el interés por el trabajo individual con guía docente podría reflejar la necesidad de un apoyo más personalizado en el aprendizaje, mientras que la menor preferencia por el trabajo individual sin asistencia podría indicar una tendencia de los estudiantes hacia entornos de aprendizaje más interactivos y de apoyo mutuo.

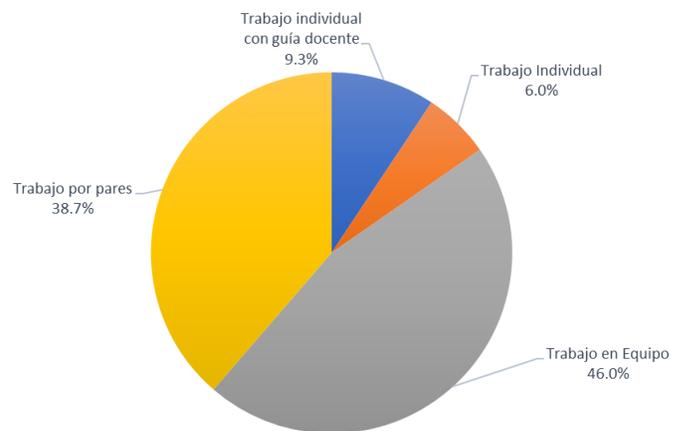


Figura 2. Preferencias del método de trabajo que prefieren los estudiantes en sus clases universitarias

La figura 3 proporciona información sobre la participación de los estudiantes durante las sesiones de clase, como parte del mismo estudio sobre educación en ingeniería. Según los datos representados:

- Una abrumadora mayoría de los estudiantes, el 90.67%, se identifican como Estudiantes Activos, lo que indica un alto grado de participación e interacción durante las sesiones de clase.
- Por otro lado, un pequeño porcentaje, el 9.33%, se categoriza como Estudiantes Pasivos, sugiriendo que estos estudiantes son menos propensos a participar activamente en las actividades de clase.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Este marcado contraste refleja que la gran mayoría de los estudiantes están comprometidos con el proceso de aprendizaje, mostrando disposición para involucrarse en discusiones, proyectos de grupo y otras actividades interactivas que forman parte del método de enseñanza. El bajo porcentaje de estudiantes pasivos podría señalar una minoría que podría beneficiarse de métodos adicionales de motivación o estrategias de enseñanza que fomenten una mayor participación.

En el contexto de aplicar metodologías ágiles como Scrum, la alta actividad estudiantil es prometedora, dado que tales métodos requieren una participación activa para el éxito del proceso de aprendizaje. Este hallazgo podría ser un indicativo positivo para la aplicación de métodos de enseñanza interactivos y colaborativos, alineados con las preferencias de la mayoría de los estudiantes.

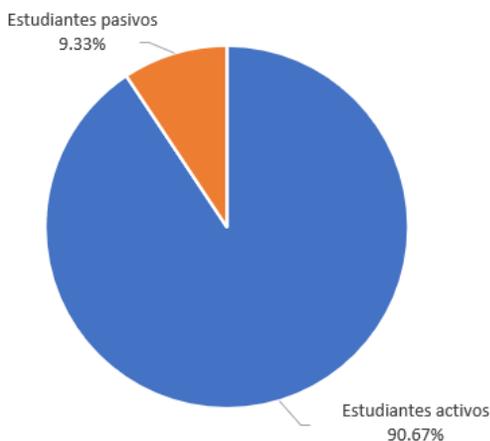


Figura 3. Actividad de los estudiantes durante las sesiones de clase

En el mismo cuestionario se obtuvieron resultados que representan el ranking de habilidades que los estudiantes encuestados consideran importantes desarrollar durante sus estudios universitarios, en comparación con las habilidades destacadas por el Foro Económico Mundial para el año 2020, tomando en cuenta que el eje horizontal representa el número de estudiantes que seleccionaron cada habilidad y las barras representan diferentes habilidades, podemos ver que las habilidades consideradas por los estudiantes como más importantes o más críticas para su desarrollo personal y profesional son:

- Creatividad, originalidad e iniciativa
- Habilidades de comunicación
- Pensamiento crítico y análisis
- Resolver problemas complejos

Las habilidades menos críticas por los estudiantes o tal vez ya las consideran suficientemente desarrolladas en su educación actual, son:

- Aprendizaje activo y estrategias de aprendizaje

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

- Pensamiento analítico e innovación
- Empatía
- Comprensión al leer y escuchar activamente

El hecho de que la creatividad, las habilidades de comunicación, y el pensamiento crítico encabezen la lista no es sorprendente, ya que estas son frecuentemente citadas como habilidades esenciales en el mercado laboral moderno y son enfatizadas por organizaciones como el Foro Económico Mundial. La alta valoración de la capacidad para resolver problemas complejos también se alinea con las demandas de un entorno laboral que es cada vez más dinámico y tecnológicamente avanzado.

Por otro lado, habilidades como la empatía y la comprensión activa pueden ser vistas como fundamentales en entornos colaborativos y multidisciplinarios, aunque parecen no ser seleccionadas con tanta frecuencia por los encuestados. Esto puede reflejar una percepción de que las habilidades técnicas o de análisis son más prioritarias en el contexto de sus campos de estudio específicos.

La figura 4 podría utilizarse para informar a las instituciones educativas sobre las áreas de desarrollo de habilidades que los estudiantes consideran más valiosas, lo que podría influir en el diseño de currículos y en la implementación de programas de desarrollo estudiantil.

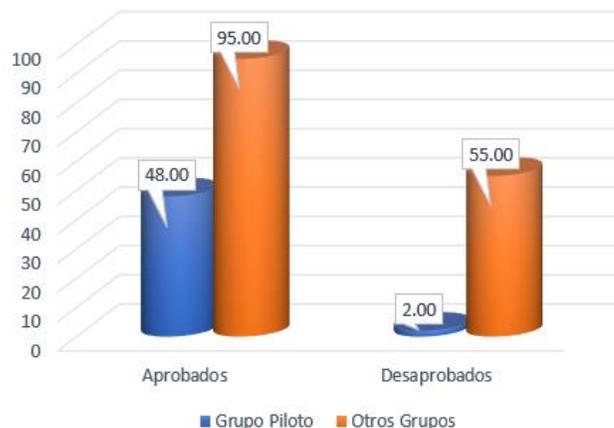


Figura 4. Cantidad de universitarios aprobados y desaprobados en la asignatura

Con esta información adicional, ahora podemos calcular las tasas de aprobación y desaprobación para cada grupo:

Para el grupo piloto de 50 estudiantes:

- Aprobados: 43 estudiantes aprobaron, lo que representa el 86% del grupo piloto.
- Desaprobados: 7 estudiantes no aprobaron, lo que representa el 14% del grupo piloto.

Para el grupo de control de 150 estudiantes:

- Aprobados: 91 estudiantes aprobaron, lo que representa el 60.67% del grupo de control.

- Desaprobados: 59 estudiantes no aprobaron, lo que representa el 39.33% del grupo de control.

Estos cálculos muestran que una mayor proporción de estudiantes en el grupo piloto aprobó la asignatura en comparación con el grupo de control. Específicamente, el grupo piloto tiene una tasa de aprobación 25.33 puntos porcentuales más alta que el grupo de control (86% frente a 60.67%). Además, la tasa de desaprobación es significativamente más baja en el grupo piloto que en el grupo de control, con una diferencia de 25.33 puntos porcentuales (14% frente a 39.33%). Estas diferencias son estadísticamente significativas y sugieren que la intervención aplicada al grupo piloto fue efectiva en mejorar las tasas de éxito de los estudiantes. Este resultado puede ser indicativo de la eficacia de las metodologías de enseñanza utilizadas con el grupo piloto o de otros factores de soporte que podrían haber contribuido a su mejor rendimiento. Sería útil realizar un análisis más profundo para comprender las razones detrás de estas diferencias y para considerar la implementación de prácticas similares a las utilizadas con el grupo piloto en poblaciones estudiantiles más amplias.

En la figura 5, la suma de las categorías "Muy satisfecho" y "Satisfecho" alcanza el 88%, lo que indica que la gran mayoría de los estudiantes tiene una percepción positiva de la propuesta de la asignatura. Solo un pequeño porcentaje se muestra poco satisfecho, lo que podría indicar áreas específicas que necesitan atención o mejora.

Este nivel alto de satisfacción general podría sugerir que los cambios o las metodologías implementadas en la asignatura se alinean bien con las expectativas y necesidades de los estudiantes. La información proporcionada podría ser utilizada por los responsables de la asignatura para fortalecer y mantener las prácticas educativas que están funcionando bien y para identificar y abordar las preocupaciones de aquellos que están menos satisfechos.

¿Está Ud. satisfecho con la propuesta realizada en la asignatura?

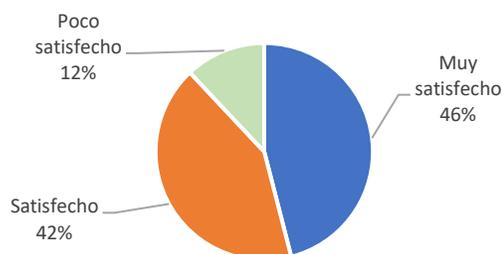


Figura 5. Resultados del cuestionario después de concluir la asignatura sobre la satisfacción del método aplicado.

En la figura 6, se puede ver en conjunto, el 84% de los estudiantes se siente satisfecho o muy satisfecho con sus calificaciones, lo que indica una percepción generalmente positiva de los resultados obtenidos. Solo un 16% expresa algún grado de insatisfacción, con un muy pequeño porcentaje mostrando un alto nivel de insatisfacción.

Este nivel alto de satisfacción puede sugerir que los estudiantes se sienten justamente evaluados o que las metas académicas establecidas han sido alcanzadas por la mayoría. Por otro lado, el porcentaje de estudiantes que no está satisfecho podría señalar la necesidad de revisar los criterios de evaluación, ofrecer apoyo adicional o mejorar la comunicación sobre cómo mejorar en futuras evaluaciones.

La baja tasa de gran insatisfacción es alentadora, pero aún así es importante abordar las preocupaciones de este grupo para mejorar su experiencia educativa y resultados académicos en el futuro.

¿Ud. está satisfecho con la calificación obtenida?

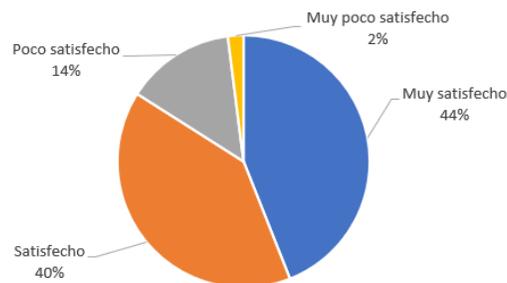


Figura 6. Resultados del cuestionario acerca de la satisfacción por las calificaciones obtenidas

En la figura 7, en total, el 90% de los estudiantes se muestra favorable a la idea de aplicar el mismo método en la próxima asignatura, lo cual sugiere una aceptación abrumadora de la metodología empleada. La ausencia de estudiantes muy en

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

desacuerdo es notable y sugiere una respuesta positiva generalizada al método de enseñanza actual.

El 10% de los estudiantes que no están de acuerdo podría indicar un pequeño grupo que prefiere un enfoque diferente o que posiblemente no se benefició tanto del método como otros. Es importante para los educadores considerar este feedback para ajustar y personalizar los métodos de enseñanza, asegurando que aborden las necesidades de todos los estudiantes.

Este resultado puede ser un fuerte respaldo para la metodología utilizada y podría justificar su implementación en otros cursos o programas, siempre teniendo en cuenta la necesidad de seguir evaluando y mejorando la experiencia educativa en base a la retroalimentación de los estudiantes.

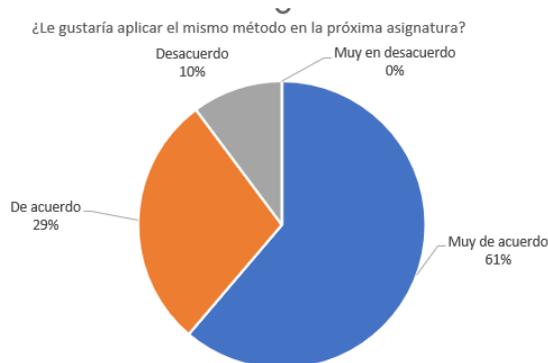


Figura 7. Resultados del cuestionario referente a la continuidad del método aplicado

DISCUSIÓN

Numerosas universidades han adoptado el marco de trabajo Scrum y otras metodologías ágiles como Kanban o Lean, especialmente en cursos de ingeniería de software y ciencias de la computación. Esta adopción se evidencia en investigaciones como las de Kropp y Meier [11], Melnik y Maurer [12], Capuñay-Uceda y Antón [13], y Von Wangenheim [14], que subrayan la meta común de preparar a los estudiantes para el entorno profesional.

La integración de metodologías ágiles en la educación se extiende más allá de las disciplinas informáticas. Ejemplos notables incluyen la implementación de Scrum en la educación secundaria de química por Vogelzang [15] y el enfoque "Scrumage" para la enseñanza de Matemática Discreta por Duvall [16], así como la adaptación de eduScrum para escuelas primarias y secundarias descrita por Ihij [17]. Estas aplicaciones comparten los elementos fundamentales de Scrum, como roles, artefactos y ceremonias, aunque con variaciones como la duración de los sprints. Por ejemplo, algunos métodos emplean sprints fijos de dos semanas, mientras que otros, como

Scrumage, permiten longitudes variables para alinearse con las unidades del curso [16]. Además, eduScrum recomienda una implementación integral sin detallar su adaptación a la educación universitaria.

La propuesta que presentamos no se enfoca específicamente en los estilos de aprendizaje de los estudiantes, tal como lo hizo Scott [18], quien encontró que los estudiantes tienden a tener un rendimiento mejor cuando las clases se alinean con su estilo de aprendizaje. En cambio, hemos incorporado elementos de aprendizaje activo para atender a estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje.

Nuestro enfoque no abarca todos los aspectos del proceso Scrum ni proporciona un marco tan extenso como eduScrum o eXtreme Teaching [19]. Sin embargo, comparte con estos trabajos la finalidad de adaptar Scrum al contexto educativo, buscando equilibrar la estructura y flexibilidad para optimizar el aprendizaje.

La integración de la metodología Scrum en la enseñanza de matemáticas para ingeniería ha demostrado ser una estrategia pedagógica valiosa, alineada con las expectativas contemporáneas y las características intrínsecas de la nueva generación de estudiantes universitarios. Los datos reflejan una tendencia marcada hacia la autonomía en la educación secundaria, con un 70.7% de los estudiantes prefiriendo el trabajo individual, mientras que un significativo 16.0% valoraba la guía docente durante este trabajo autónomo. Este patrón sugiere una base de estudiantes que, aunque acostumbrados a la independencia, reconocen el valor de la orientación pedagógica, lo que subraya la relevancia de integrar la metodología Scrum en el aula universitaria.

La preferencia por enfoques colaborativos de aprendizaje, con un 46.0% favorables al trabajo en equipo y un 38.7% al trabajo por pares, refleja un cambio deseado hacia métodos más interactivos y de apoyo mutuo. Estos hallazgos son congruentes con las prácticas ágiles de Scrum que promueven la colaboración y la autonomía, aspectos críticos en la educación superior y el entorno profesional.

Además, la activa participación de los estudiantes en las sesiones de clase, con un 90.67% identificándose como activos, fortalece la viabilidad de la metodología Scrum, que requiere de una participación activa y comprometida para el éxito educativo. A su vez, el reconocimiento de la importancia de las habilidades blandas como la creatividad, comunicación, y pensamiento crítico, resalta la necesidad de un currículo que prepare a los estudiantes para los retos del mundo laboral moderno.

La satisfacción general con la metodología implementada, con un 88% de los estudiantes satisfechos con la propuesta de la asignatura y un 84% con las calificaciones obtenidas, indica que

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

las estrategias de enseñanza aplicadas se alinean bien con las expectativas estudiantiles. La aceptación abrumadora del 90% hacia la aplicación del mismo método en futuras asignaturas reitera el respaldo a la metodología Scrum.

Finalmente, al comparar los grupos piloto y de control, se observa una marcada diferencia en las tasas de aprobación, con un 86% del grupo piloto aprobando la asignatura en comparación con el 60.67% del grupo de control. Este dato sugiere que la metodología Scrum tiene un efecto positivo en el rendimiento académico, lo que apoya su adopción más amplia en el currículo universitario.

CONCLUSIONES

El estudio realizado evidencia una respuesta positiva significativa hacia la implementación de la metodología Scrum en la asignatura "Introducción a las Matemáticas para Ingeniería". La efectividad de la intervención se refleja en una tasa de aprobación del 86% en el grupo piloto, superando notablemente el 60.67% del grupo de control. Esta mejora en el rendimiento académico es un indicativo del valor agregado por Scrum al proceso educativo, reforzando la pertinencia de su adopción en la enseñanza universitaria.

La satisfacción general de los estudiantes con la propuesta de la asignatura es alta, con un 88% expresando satisfacción o gran satisfacción, y un 90% mostrándose favorable a continuar con la misma metodología en futuros cursos. Esto subraya la alineación de la metodología con las expectativas estudiantiles y su posible rol en la mejora continua de la experiencia educativa.

Los resultados también destacan una clara inclinación de los estudiantes hacia métodos de aprendizaje colaborativos y una preferencia por desarrollar habilidades blandas esenciales para el mercado laboral moderno, como la creatividad, la comunicación, y el pensamiento crítico. La investigación proporciona una base sólida para que las instituciones educativas consideren estas preferencias en el diseño de currículos y programas de desarrollo estudiantil.

En conclusión, la adopción de Scrum en el ámbito educativo de la ingeniería ha demostrado ser una estrategia prometedora, alentando la participación activa, fomentando habilidades colaborativas y preparando a los estudiantes para los desafíos del futuro. El enfoque integral de la investigación permite una visión detallada de su efectividad, con potencial para enriquecer tanto el proceso de enseñanza y aprendizaje como la preparación de los estudiantes para el mundo laboral.

- [1] S. Bennett, K. Maton y L. Kevin, «The ‘digital natives’ debate: A critical review of the evidence,» *British Journal of Educational Technology*, vol. 39, n° 5, pp. 775-786., 2008.
- [2] K. Beck, M. Beedle, A. van Bennekum, A. Cockburn y W. Cunningham, «Agile Alliance Agile Esenciales,» 2001. [En línea]. Available: <https://www.agilealliance.org/agile-essentials/>. [Último acceso: 22 mayo 2022].
- [3] «Agile Alliance,» 2001. [En línea]. Available: <https://www.agilealliance.org/agile101/12-principles-behind-the-agile-manifesto/>.
- [4] K. Schwaber, *Agile Project Management with Scrum*, Redmond, WA.: Microsoft Press, 2004.
- [5] M. Kropp y A. Meier, «Teaching agile software development at university level: Values, management and craftsmanship,» de *26th International Conference on Software Engineering Education and Training (CSEET)*, San Francisco, CA, USA, 2013.
- [6] G. Melnik y F. Maurer, «Introducing agile methods in learning environments: Lessons learned.,» de *Agile Conference*, New Orleans, LA, USA, 2003.
- [7] O. E. Capuñay-Uceda y J. M. Antón Perez, «Influencia de SCRUM en los plazos de entrega y rendimiento en los proyectos de las asignaturas de Desarrollo de Software,» *Revista Iberoamericana De Tecnología En Educación Y Educación En Tecnología*, n° 29, p. e4, 2021.
- [8] C. G. Von Wangenheim, R. Savi y A. F. Borgatto, «SCRUMIA - An educational game for teaching SCRUM in computing courses,» *J. Syst. Softw*, n° 86, pp. 2675-2687, 2013.
- [9] J. Vogelzang, W. Admiraal y J. Driel, «Scrum methodology as an effective scaffold to promote students learning and motivation in context-based secondary chemist education,» *Eurasia J. Math Science Technology Education*, p. 1783, 2019.
- [10] S. Duvall, D. Hutchings y R. Duvall, «Scrumage: A method for incorporating multiple, simultaneous pedagogical styles in classroom.,» de *49th ACM Technical ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, Baltimore, MD, USA, 2018.
- [1] A. Ihij, R. van Solingen y W. Wijnands, «The eduScrum Guide 2015,» 2015. [En línea]. Available: [http://eduscrum.nl/en/file/CKFiles/The_eduScrum_Guide_EN_1.2\(1\).pdf](http://eduscrum.nl/en/file/CKFiles/The_eduScrum_Guide_EN_1.2(1).pdf). [Último acceso: 20 mayo 2020].
- [1] E. Scott, G. Rodriguez, A. Soria y M. Campo, «Towards better Scrum learning using learning styles,» *Journal Systems and Software*, pp. 242-253, 2016.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

- [1 R. Andersson y L. Bendix, «eXtreme teaching: A
3] framework for continuous improvement,» *Computing
Science Education*, pp. 175-184, 2006.
- [1 M. Prensky, «Digital natives, digital immigrants,» *On the
4] Horizon*, vol. 9, n° 5, pp. 1-6, 2001.
- [1 M. Robles, «Executive perceptions of the top 10 soft
5] skills needed in today's workplace. , 75(4), .,» *Business
Communication Quarterly*, vol. 75, n° 4, pp. 453-465,
2012.
- [1 J. Sutherland y K. Schwaber, «The Scrum Guide,» 2013.
6] [En línea]. Available: Recuperado de
<https://www.scrumguides.org/>.
- [1 J. Boalerova y C. Dweckova, *Matematicke Citenie*,
7] Bratislava: Tatran, 2016.
- [1 F. Patacsil y C. Tablatin, «Exploring the importance of
8] soft and hard skills as perceived by IT internship
students and industry: A gap analisis,» *Journal
Technology Science Education*, p. 347, 2017.
- [1 R. P. Bringula y A. C. Balcoba, «Employable skills of
9] information technology graduates in the philippines: Do
industry practitioners and educators have the same
view?,» Association for Computing Machinery, New
York, 2016.