

INGENIERÍA DE SOFTWARE: APORTES, DESAFÍOS DE LA METODOLOGÍA SCRUM PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN PANAMÁ



Software Engineering: Contributions, Challenges of the Scrum methodology for information systems in Panama.

Gordón Graell, Roberto Daniel

Roberto Daniel Gordón Graell

roberto.gordon@up.ac.pa

Universidad de Panamá, Facultad de Informática,
Electrónica y Comunicación, Panamá

Revista FAECO sapiens

Universidad de Panamá, Panamá

ISSN: 2644-3821

Periodicidad: Semestral

vol. 6, núm. 2, 2023

faecosapiens@gmail.com

Recepción: 31 Julio 2022

Aprobación: 12 Noviembre 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/221/2214494008/>

Resumen: La ingeniería del software es una disciplina de la ciencia de la información que utiliza variadas metodologías de diseño cuyas características se adaptan a las necesidades del usuario/cliente. Cada sistema de información es un diseño complejo cuya funcionalidad responde a una operatividad determinada. Dentro de las metodologías ágiles se encuentra Scrum, que se identifica por la comunicación permanente con el cliente, el desarrollo por etapas, la adaptabilidad del proceso, el producto resultante y la arquitectura eficaz por encima del registro riguroso del proceso. En la última década del siglo XXI se usa Scrum como estrategia de formación universitaria con resultados positivos. El artículo que se presenta es una revisión documental de las diferentes formas de su aplicación en entornos universitarios, cuya principal conclusión es la posibilidad de incrementar la eficacia del aprendizaje de las disciplinas relacionadas con las áreas del diseño de sistemas de información digital en las universidades panameñas.

Palabras clave: Educación Universitaria, Ingeniería de Software, Sistemas de Información, Scrum.

Abstract: Software engineering is a discipline of information science that uses various design methodologies whose characteristics are adapted to the needs of the user/client. Each information system is a complex design whose functionality responds to a determined operability. Among the agile methodologies is Scrum, which is identified by the permanent communication with the client, the development by stages, the adaptability of the process, the resulting product and the effective architecture over the rigorous registration of the process. In the last decade of the 21st century, Scrum has been used as a university training strategy with positive results. The article presented is a documentary review of the different forms of its application in university environments whose main conclusion is the possibility of increasing the effectiveness of learning the disciplines related to the areas of digital information systems design in Panamanian universities.

Keywords: University Education, Software Engineering, Information Systems, Scrum.

INTRODUCCIÓN

La amplitud de los campos de las ciencias informáticas hace de la disciplina de la ingeniería del software una actividad innovadora, permanentemente, en la que los sistemas de información varían y se desarrollan tan rápidamente que la única característica invariable es la disrupción. Las tecnologías digitales crecen exponencialmente, en la medida en que crece la conectividad y el número de usuarios creando un impacto sistémico permanente y un reto para el ingeniero y diseñador.

Es una revolución digital que transforma todos los fenómenos de la sociedad al punto que muchas de las actividades, como la educación o los servicios bancarios cuya presencia física del ciudadano era indispensable, se realizan a distancia y de manera virtual. Para Rovira (2021) la disrupción genera demandas de diferentes signos.

A nivel de la sociedad, la disrupción digital genera cambios en los modelos de comunicación, interacción y consumo que se reflejan en una mayor demanda de dispositivos, software con más funcionalidades, servicios de computación en la nube y de tráfico de datos, así como de habilidades digitales básicas para la utilización de las tecnologías asociadas. (p. 11)

En el lugar denominado ciberespacio, todo nuevo sistema digital de información requiere de un soporte particular para su función, diseñado según las necesidades del usuario. El ciberespacio es una herramienta integrada por formas complejas de desarrollos informáticos que permiten la existencia real de información en sistemas que no se perciben de forma física, es la cultura de lo digital que abarca todas las áreas de la sociedad moderna (Quintero y López, 2022).

La variedad de usos y tecnologías implica variedad de formas de programación, diseño y puesta en marcha de los diferentes dispositivos, equipos y programas que son parte integral de la ingeniería de software. Las metodologías de diseño de los programas, que también han evolucionado y variado con el tiempo, son la historia de varias décadas de ingenio humano que llevaron al conjunto de la humanidad hasta la era de la revolución industrial digital (Llanes y Lorenzo, 2021).

La era de la humanidad digital nos provee de internet en una red mundial global, de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) que hacen más pequeño el mundo, del Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) en la que los aparatos se comunican con otros aparatos según su propia necesidad y hasta de Inteligencia Artificial (IA) equipos que simulan la toma de decisiones humanas sin la carga de la ética. La tecnología domina el mundo (AEFO, s/f).

Las diferentes metodologías de diseño se adaptan al momento histórico, desarrollo de conocimientos y formas de entender la creación de saber informático. Han sido catalogadas desde diferentes aspectos tanto por los materiales de los que se sirven, los procesos que realizan o las necesidades del usuario, siendo agrupadas y nombradas en su gran mayoría y según la filosofía de los autores especializados, como tradicionales y ágiles (Maida y Pacienza, 2015).

Las metodologías ágiles de diseño de software son varias, aunque las más nombradas son eXtreme Programming (XP por sus siglas en inglés) y Scrum (que hace referencia a una estrategia de equipo en el rubgy). Se caracterizan por su adaptabilidad, por la maleabilidad permisiva, o amplia, de su función que por la “pureza” de la arquitectura y los controles y que se piensan y desarrollan según la necesidad del usuario (Zumba, 2018).

Su base filosófica es el manifiesto ágil, un documento alternativo a las metodologías tradicionales como práctica que se concentra en el usuario, en las personas y no en los procesos. Abre la práctica de la informática al común de la gente diseñando productos y aplicaciones de uso corriente, cotidiano y fácil. Zumba (2018) resume que.

Las metodologías ágiles, más que un marco de procedimientos y herramientas se conciben como una filosofía, una práctica orientada a las personas... en prospectiva se mueven hacia un ambiente de “Post-agilismo” integrando a las escuelas ya

posicionadas herramientas como el Kanban, el visual thinking y graphic design; así quedó explícito en temarios de eventos recientes como la conferencia Agile Spain 2017 celebrada en noviembre en Sevilla, España. (p. 21)

Las metodologías ágiles son flexibles, sus proyectos son subdivididos en proyectos más pequeños, incluyen comunicación constante con el cliente, son altamente colaborativos y se adaptan mejor a los cambios. De hecho, el cambio en los requerimientos es una característica esperada al igual que las entregas constantes al cliente y la retroalimentación por parte de él (Riano, 2021).

Scrum es una metodología ágil cuyo proceso realiza regularmente un conjunto de tareas, siempre dentro de un objetivo principal como es el trabajo colaborativo de un equipo formado por un número determinado de participantes para cada etapa. Es un proceso repetitivo en el que los pasos, en el desarrollo de la iteración, incrementan su complejidad, pero también la facilidad de su desarrollo en una paradoja tecnológica que sólo se presenta en las tecnologías digitales porque se dirigen hacia la calidad del software más que a la excesiva documentación (Sobrevilla et al, 2017).

Scrum cumple las características fundamentales de las metodologías ágiles. Es adaptativa, no predictiva y está orientada a las necesidades del usuario más que al desarrollo de los procesos. Con ella se hacen entregas parciales, en tiempos cortos y determinados, se obvia la suposición previa de los posibles cambios que se producirán en el desarrollo del software, sino asumirlos como un valor agregado en favor del usuario (Romero, 2018).

No se fundamenta en lo que puede hacer el software sino en las necesidades del usuario y el equipo de desarrolladores que se requiere. Se soporta tanto en la tecnología disponible como en el conocimiento del equipo de personas que desarrollan un software con la complejidad necesaria para satisfacer las necesidades del cliente en un rango de tiempo que haga suficientemente rentable el costo de la inversión, de allí su carácter adaptativo. “Scrum utiliza un enfoque incremental que tiene como fundamento la teoría de control empírico de procesos. Esta teoría se fundamenta en transparencia, inspección y adaptación (...)” (Navarro et al, 2013).

Es una metodología flexible cuya gestión de desarrollo de los sistemas de información se fundamenta en maximizar el retorno de la inversión para el usuario. Primero se construye la funcionalidad, como valor mayor para el usuario, que se somete a los principios de inspección continua, adaptación, auto-gestión e innovación. Su método de trabajo relaciona la innovación, la motivación y el compromiso de equipo como forma de trabajo para aprovechar, y fortalecer, las capacidades individuales de los desarrolladores (Aldair, 2019).

Desde el punto de vista de los negocios la intención de la metodología es involucrar al usuario/cliente en el desarrollo de su producto en un proceso de iteración y mejoramiento permanente que, al mismo tiempo, permite la introducción de cambios funcionales que se ajustan a las prioridades del usuario reflejado en el software ajustado a los objetivos empresariales.

Entre los beneficios de la metodología están el cumplimiento de las expectativas del usuario/cliente a corto plazo, el establecimiento de prioridades según su necesidad y el valor que le puede aportar el desarrollo, el equipo también estima las posibilidades y retroalimenta de manera regular y repetida espacios de tiempo cortos, denominados sprint, para la comprobación y modificaciones del cliente.

Ese proceso principal determina un desarrollo flexible a cambios propuestos por el cliente y su satisfacción y conocimiento del trabajo. También reduce el tiempo de entrega del producto final y la prueba, en caliente, de las funcionalidades. De igual forma el método de trabajo en equipo con el cliente, la retroalimentación iterativa en espacios de tiempo cortos y las pruebas en caliente garantizan la mayor calidad posible del sistema de información que será el producto final. Gómez et al (2020) señalan que.

En Scrum se realizan entregas parciales del producto final, ejecutadas en ciclos cortos y de duración fija llamados iteraciones, que normalmente son de 2 semanas; sin embargo, en algunos equipos pueden ser de 3 y hasta 4 semanas. Dichas entregas son priorizadas de acuerdo con el valor que aportan y a la prontitud con que se quieren obtener resultados (...) (p. 6)

Con la metodología Scrum el cliente reduce la burocracia y motiva la autonomía de los equipos de trabajo, permite a los ingenieros del software y diseñadores promediar el tiempo de evolución de las etapas

y desarrollos de las funcionalidades y reduce los riesgos al anticiparlos con cierta eficacia. Se refleja en la maximización del retorno de la inversión y en la reducción de costos para el cliente (Chávez, 2019).

La metodología se emplea para el desarrollo de sistemas de información en todas las áreas del desarrollo social. Desde la aparición del Manifiesto por el desarrollo ágil del software, a inicios del siglo XXI, su aplicación ha evolucionado y derivado en diferentes métodos adaptados a las especificidades del cliente y usuarios. Una de esas áreas es la educación universitaria en la cual gana espacios como forma efectiva y eficaz del aprendizaje de programación y desarrollo de software.

En la ingeniería del software es necesario mantener una revisión permanente, con visión académica, de las experiencias de desarrollo de sistemas de información. El seguimiento de la técnica y la ciencia que se desarrolla en las universidades permite la investigación comparativa, el trabajo colaborativo por arriba de la competencia, la experimentación en entornos controlados y la generación de resultados en plazos de tiempo cortos y determinados para los que Scrum es muy eficaz.

Es importante la revisión de políticas y trabajos científicos y el análisis de sus fortalezas y debilidades, con visión crítica y constructiva para, dentro de la metodología Scrum, demostrar la factibilidad e importancia de su aplicación como método didáctico en las universidades panameñas.

CONTENIDO

Es una revisión de la aplicación de la metodología ágil Scrum y su desarrollo en las dos primeras décadas del siglo XXI que incluye la modelación del mismo proceso, para el año 2020, por parte de sus creadores. También de su utilización en el desarrollo de sistemas de información en fenómenos sociales como movilidad, salud y comercio. De igual forma se analiza su aplicación como estrategia de enseñanza universitaria.

Se utilizaron los buscadores académicos y científicos: Google Scholar, Scielo y Redalyc en los que se ubicaron documentos con soporte científico de los que se escogieron, a través de la lectura de resúmenes y trabajos, los referenciados en el artículo como muestra significativa de la aplicación de la metodología.

SCRUM 2020

Ken Schwaber y Jeff Sutherland (2020) son considerados, por la gran mayoría de los autores especializados, como los padres de Scrum. Veinte años después del primer documento, presentan una guía de Scrum que evoluciona en torno a cuatro elementos como base de articulación de todo el proceso: Valores, roles, eventos y artefactos. Schwaber y Sutherland (2020) definen la metodología como:

Scrum es un marco de trabajo ligero que ayuda a las personas, equipos y organizaciones a generar valor a través de soluciones adaptativas para problemas complejos.

En pocas palabras, Scrum requiere que un Scrum Master fomente un entorno en el que:

- Un dueño de producto que ordena el trabajo para un problema complejo en un grupo de productos.
- El Equipo Scrum convierte una selección del trabajo en un Incremento de valor durante un evento.
- El Equipo Scrum y sus interesados inspeccionan los resultados y se ajustan para el siguiente evento.
- Iteración (p. 3)

En relación a los valores afirman que la clave en el éxito del uso de la metodología depende, en mucho, de que los involucrados en el desarrollo de productos sean conscientes de lo que significan cinco valores: compromiso, enfoque, apertura, respeto y coraje.

En congruencia con el manifiesto ágil la metodología define tres roles cada uno con su peso específico: El dueño del producto, el Scrum Master y los miembros del equipo de desarrollo. El dueño

del Producto tiene la visión de como requiere la funcionalidad y, por lo tanto, es el responsable de la gestión en la organización del trabajo priorizando sus necesidades de producto backlog determinadas en una lista de elementos sobre los que trabajará el equipo Scrum.

El Scrum Master es un desarrollador del equipo cuya principal responsabilidad de que se aplique correctamente la metodología y el despeje de obstáculos e impedimentos, internos o externos, el desarrollo del proceso. El equipo Scrum son los desarrolladores que deciden como hacer el trabajo de manera autónoma y autoorganizada.

Scrum es una cadena de eventos en un proceso cuya principal característica es la iteración en una serie de fases llamadas sprints. Un sprint podría traducirse en “aceleración” y determina como cada evento que lo compone se realiza en una duración corta, previamente fijada, que, a su vez, determina la duración del sprint y sirve como limitante para el resto de los sprints. Es lo más parecido al atletismo de velocidad por equipos.

La planificación de cada sprint la realiza el equipo Scrum de manera colaborativa y define las acciones, formas y plazos del mismo. El Scrum Diario es la reunión diaria, de allí el nombre, realizada durante el sprint como forma de evaluación del progreso de los objetivos planificados para el sprint. Hacia el final del proceso ocurren dos eventos: La Revisión de resultados del Sprint, para futuras adaptaciones, y la Retrospectiva del Sprint que aumentará la calidad y eficiencia del trabajo del equipo scrum.

Los registros de seguimiento del proceso se denominan Artefactos. Permiten una memoria histórica no tan rigurosa como en otras metodologías, pero no por ello incompletas. Son los elementos base del seguimiento del trabajo del equipo y el estado del producto. La Guía establece que los artefactos también dependen de las decisiones del equipo, pero destacan la lista o Backlog del Producto y una lista de trabajo emergente y ordenada que el equipo defina.

Aplicaciones de Scrum

La metodología Scrum se adapta a cualquier tipo de desarrollo sea comercial, o no, sin importar, sobremanera, la complejidad del software producto. A través de buscadores de la red, académicos o no, se encuentra un importante número de propuestas en diferentes campos. Arias y Becerra (2018) presentan el diseño de Sistemas de Información Geográfica (SIG) de uso recurrente y cotidiano en la sociedad moderna. Los autores reseñan que “Uno de los problemas más recurrentes durante el desarrollo del SIG, es la insatisfacción del usuario final, debido a que los usuarios finales no interactúan con el desarrollo hasta que el proceso finaliza” (p. 36).

Lo anterior lo identifican como consecuencia de que la gestión de la información geográfica es deficiente, los datos no son tratados en profundidad, que al final significa inconsistencias como:

- Estructuras de almacenamiento que carecen de aspectos esenciales del proceso de diseño planteado durante la elicitación de requisitos cuya consecuencia es la pérdida de información valiosa y necesaria de procesos para el SIG construido.
- Métodos de visualización y consulta de la información que no cumplen las expectativas del usuario, significa consultas de baja efectividad que deja por fuera elementos geográficos que requieren de una alta carga de procesamiento de información y despliegue en equipos tipo desktop.
- Métodos de consulta con inconsistencias en aspecto de usabilidad de las herramientas desarrolladas a la medida para el SIG. Son procesos dispendiosos de procesamiento de datos para obtener un determinado mapa.

El diagnóstico define como necesario la integración, al equipo tradicional de Scrum y sus roles, de: Analista de geodatos, analista de bases de datos espaciales, analista de sistemas de información

geográfico y desarrollador geográfico. De igual forma el dueño del producto, debe tener habilidades de geolocalización pues es el responsable de gestionar el Product Backlog y del seguimiento constante a los artefactos diseñados en cada sprint para que cumplan los requerimientos técnicos (Arias y Becerra, 2018)

Errigo y Palacios (2019) presentan una aplicación móvil cuya función es ser alerta de emergencias médicas para los miembros de la comunidad educativa de la universidad de Chiriquí. Los autores señalan Scrum como el método de desarrollo idóneo del proyecto, en razón de la compleja dinámica propia de la universidad. “Esta metodología está indicada, para proyectos de entornos difíciles, donde se desea un rápido resultado, considerando que los requerimientos no estén bien definidos, pero, donde se reúnen la flexibilidad, compromiso y productividad.” (p. 148)

Díaz et al (2018) presentan el resultado del desarrollo de un sistema de información basado en la automatización de los resultados de las pruebas de evaluación diagnóstica de sexto grado de primaria y tercer grado de secundaria del estado de Campeche, México, para el que definieron a Scrum como idóneo debido al entorno volátil, la multiplicidad de datos y procesos a realizar y los diferentes requisitos de cada funcionalidad.

En la fase de planificación se identificó como dueño de producto a la Coordinación Estatal de Evaluación del Estado de Campeche y los objetivos de los diferentes sprint. El Product Backlog se definió con usuarios del sistema (profesores, supervisores y Coordinación Estatal de Evaluación) y se adelantó el proceso de sprint con adaptaciones y modificaciones que dieron como resultados una Interfaz gráfica amigable para los docentes de la educación básica que permite la generación de reportes de desempeño de la evaluación diagnóstica y las demás funcionalidades de una herramienta de registro y consulta de estadística educativa.

En los buscadores académicos se encuentran multiplicidad de trabajos académicos en los que Scrum se escoge debido a la complejidad, los elementos integradores del diseño del sistema de información como se representa en la tabla 1.

TABLA 1
Trabajos académicos con aplicación de Scrum

Autores y año	Objetivo	Determinante
González y Pérez (2017)	Videojuegos	Multiplicidad de métricas a evaluar
Castillo (2018)	Transferencias de dinero	Complejidad del sistema interbancario
Mantilla et al (2016)	Control de movilidad	Complejidad de entorno y usuarios
Paredes (2022)	Sistema de registro	Multiplicidad y renovación de datos
Burgos et al (2019)	Desarrollo de software	Multiplicidad de objetivos de clientes

Fuente: Elaboración propia.

Scrum universitario

Tymkiw et al (2020) presentan un trabajo de utilización de scrum como herramienta de mediación del aprendizaje de lenguajes de programación en una investigación cualitativa cuasiexperimental con sujetos estudiantes de la carrera de sistemas en una universidad privada, cursantes de Programación II, como grupo experimental y estudiantes que habían cursado los dos años anteriores como grupo de control.

El resultado del experimento es que las características del método ágil permitieron un nivel de aprobación mayor de la cátedra, fundamentada en el trabajo colaborativo y la necesidad de entregas rápidas.

“Los estudiantes lograron asimilar los contenidos, trabajar en forma colaborativa y autoorganizada, administrar los tiempos de entregas, asumir los diferentes roles y exponer satisfactoriamente el trabajo realizado, lo que cultiva el trabajo en equipo, competencia indispensable en el desarrollo de software. (Tymkiw et al, 2020, p. 87)

Galindo et al (2019) presentan un método de innovación educativa para la creación de empresas a través de Scrum. Su ponencia es la presentación y sustentación de una asignatura cuyo diseño de cátedras de aprendizaje por proyecto tiene el doble propósito de la fijación del método ágil como conocimiento informático y como estrategia de organización y gerencia empresarial.

La escogencia del método es debido a su flexibilidad que representa el mundo empresarial actual de contextos profundamente dinámicos, competitivos y cambiantes en los que la estructura organizacional del talento humano juega un papel fundamental en la competitividad y debe ser flexible, adaptable rápidamente a los cambios, con altos niveles de autonomía y toma de decisión y comunicación permanente.

En Panamá la propuesta final de apoderamiento de la metodología ágil de proyectos de software para la Fábrica de Software de la universidad tecnológica de Panamá del trabajo de Sánchez (2018) se fundamenta en Scrum como método principal complementado con DSDM (Dynamic Systems Development Method, por sus siglas en inglés), ASD (Adaptative Software Development), Crystal Clear y Kanban. En su metodología obtiene altos porcentuales de preferencia en criterios de planificación, alcance, tiempo de desarrollo, costos y riesgos.

El trabajo que presenta viene integrado con una investigación y propuesta de aplicación detallados en la que la identificación de los elementos de Scrum en el ambiente dinámico y cambiante muestran la complejidad de la estructura social a la que atenderá el producto obtenido y, por lo tanto, la misma estructura social compleja que integran los equipos de trabajo de Scrum y la multiplicidad de objetivos de cada sprint.

La factibilidad del uso de Scrum en educación se ve reflejada en la gran cantidad de documentos académicos que se encuentran en los buscadores académicos y abiertamente en la red. La ponencia de Grau y Capuz (2021) presenta un modelo de Scrum adaptado al proceso de enseñanza-aprendizaje en un contexto de agilidad necesario para la renovación del ambiente en el aula en la búsqueda de aprendizajes más dinámicos y eficaces, para el docente, y efectivos para el que aprende.

La ponencia es un análisis de casos de desarrollo con Scrum que abarca algo más de una década (2011-2020) con el que afirman que el cambio de paradigma en las aulas, hacia la metodología, es el resultado de la necesidad de la agilidad en otros ámbitos del desarrollo de los sistemas de información. Se crea el concepto Volátil, Incierto, Complejo y Ambiguo (VUCA, por su acrónimo en inglés) que refleja la necesidad de la agilidad de los sistemas de software en las organizaciones, los equipos y los usuarios como respuesta a las demandas de la disrupción de la tecnología y la competitividad del mercado.

VUCA se contrapone a Estático, Predecible, Ordenado y Definido (SPOD, por su acrónimo en inglés) al que desplaza en una nueva realidad en la que los estudiantes aprenden rápidamente. En ese marco el profesor/ activador se convierte en un catalizador, un acelerante del proceso de aprendizaje en donde el estudiante aprende y se adapta al campo laboral que encontrará en el futuro (Grau y Capuz, 2021).

Los autores señalan a Jurado y Muñoz (2017) quienes afirman que el éxito de la metodología en el aula radica en sus raíces constructivistas puesto que el conocimiento se crea a través de experiencias propias. Además de ello Scrum es un medio idóneo para la creación de un ambiente de trabajo colaborativo en un entorno autorregulado en el que los alumnos se organizan sub dividiendo el trabajo, creando sus propias pautas de integración, supervisión, retroalimentación y prueba de productos.

Implementar Scrum en un aula de educación universitaria es una estrategia sencilla que oculta, de alguna manera, la complejidad del proceso. “(...) dividir una gran tarea de aprendizaje en varias pequeñas, unir a los estudiantes en equipos y confiarles la planificación de su propio aprendizaje.” (Grau y Capuz, 2021, p.

2282) Desde ese punto de partida deben identificarse los elementos del aula con los de la metodología a saber: El docente asume el rol del dueño del producto, el Scrum master serán los estudiantes facilitadores en cada equipo y de manera diferenciada y los desarrolladores serán los estudiantes en los diferentes equipos Scrum que resulten del diagnóstico y la planificación de las actividades.

La metodología Scrum es la que mejor se adapta a proyectos densos, complejos, cuya búsqueda de información y diagnóstico muestra entornos volátiles y cambiantes en los que los métodos predictivos presentan mayor nivel de ineficacia que los ágiles.

CONCLUSIONES

Scrum es una metodología de desarrollo de sistemas de información dinámica que se fundamenta en la evolución de los equipos de trabajo en torno a las necesidades de funcionalidad de un usuario determinado sea este una organización social compleja o una individualidad. El eje de trabajo es el cliente/usuario y la comunicación retro alimentadora el proceso fundamental del mismo.

La función principal de las universidades es la creación de conocimiento, tanto el que va a los registros como el que se lleva el talento humano que será profesional egresado de la institución. Para las cátedras relacionadas con la programación de sistemas de información Scrum es un método eficaz para la fijación de los conocimientos y la innovación además de la potenciación de productos gracias a la suma de talentos de los equipos de trabajo.

Las universidades panameñas pueden orientar su política de desarrollo de sistemas de comunicación hacia sus propios productos. Los grupos Scrum de cada cátedra pueden trabajar “en caliente” diseñando sistemas de control, Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA), organización de repositorios documentales institucionales o cualquiera de los elementos que forman sus plataformas virtuales y sus sistemas de formación y educación digitales.

El profesional de la ingeniería de software tiene la posibilidad de escoger la metodología de desarrollo que más se adapte al diseño del producto. No está atado a una sola forma de arquitectura de sistemas de información puesto que el análisis técnico científico y la innovación son parte integral de su formación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEFO. (s/f). Revolución digital en lo social. Asociación Española de Fundaciones: <https://disrupciondigital.fundaciones.org/estudio/>
- Aldair, N. (2019). Implementación de un generador de casos de prueba para procedimientos en lenguaje java. (Tesis para optar por el título de ingeniero informático) Universidad Nacional de Piura: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1876/INF-VIE-IPA-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, J., y Becerra, C. D. (2018). Propuesta de un método para desarrollar sistemas de Información geográfica a partir de la metodología de desarrollo ágil - SCRUM. Cuaderno Activa, 10(1), 29 - 41.: <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/490>
- Burgos, F., Fanari, A., y Sáñez, V. (2019). Scrum como método ágil implementado en una empresa de desarrollo de software. (Tesis para optar por el título de Licenciatura en administración de empresa) Universidad Nacional de Tucumán: <http://repositorio.face.unt.edu.ar:8920/bitstream/handle/123456789/35/SCRUM%20COMO%20M%c3%89TODO%20%c3%81GIL%20IMPLEMENTADO%20EN%20UNA%20EMPRESA%20DE%20DESARROLLO%20DE%20SOFTWARE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castillo, P. (2018). Transferencia de dinero de celular a celular para mejorar el proceso de transferencias para clientes del BBVA Continental utilizando Android y Scrum. (Tesis para optar por el título de ingeniería de sistemas) Universidad Nacional Mayor de San Marcos : <https://hdl.handle.net/20500.12672/17749>

- Chávez, J. (2019). Estandarización de los procesos de desarrollo de software utilizando buenas prácticas de programación y scrum como marco de trabajo ágil en departamentos de TI. (Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de Magister en Gerencia de Sistemas de Información) Universidad Técnica de Ambato: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29604/1/Tesis_t1561msi.pdf
- Díaz, M., Castro, A., González, E., y Cosgaya, B. (2018). Automatización de las evaluaciones diagnósticas a gran escala por medio de la metodología Scrum. *Conciencia Tecnológica*, (56), 1-12: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94457671005>
- Errigo, S., y Palacios, J. (2019). Análisis de requerimientos para una app de alerta de emergencias médicas en la UTP Centro Regional de Chiriquí. III Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica y Móvil – AmITIC 2019, 146-152: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/2307/3195>
- Galindo, F., De-la-Varga, J., Nadales, E., Nadales, D., y Nadales, A. (2019). Implantación y evaluación de la metodología scrum en “Creación de Empresas”: un proyecto de innovación educativa. 5º Congreso internacional de innovación educativa. Ponencia de innovación, 1-9: <https://www.coursehero.com/file/40954862/Scrum-methodologypdf/>
- Gómez, E., Marcillo, M., y Ramírez, N. (2020). Metodologías ágiles para el desarrollo de proyectos. (Artículo presentado para optar al título de profesional en administración de empresas): https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/2038/METODOLOGIAS_%C3%81GILES_PARA_DESARROLLO_PROYECTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gonzalez, J., y Perez, E. (2017). Una propuesta metodológica para la construcción de videojuegos. *Memorias De Congresos UTP*, 1(1), 64-70: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/1299>
- Grau, J. V., y Capuz, S. (2021). La extensión de la Agilidad al ámbito docente a través de scrum & eduScrum. 25º Congreso Internacional de Gestión e Ingeniería de Proyectos, Alcoi.: <http://dspace.aeipro.com/xmlui/handle/123456789/3047>
- Llanes, M., y Lorenzo, E. (2021). La cuarta revolución industrial y una nueva aliada: calidad 4.0. *Ciencias Holguín*, 27(2), 67-74: <https://www.redalyc.org/journal/1815/181566671006/181566671006.pdf>
- Maida, E., y Pacenzia, J. (2015). Metodologías de desarrollo de software. (Tesis de Licenciatura en Sistemas y Computación) Universidad Católica Argentina: <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/522/1/metodologias- desarrollo-software.pdf>
- Mantilla, D., Godoy, V., y Acero, E. (2016). Desarrollo de un prototipo tecnológico de control para la movilidad de vehículos en la universidad de Cundinamarca sede Fusagasugá. (Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero de Sistemas) Universidad de Cundinamarca: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/334/Prototipo%20tecnologico%20de%20control%20para%20la%20movilidad%20de%20vehiculos%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Navarro, A., Fernández, J., y Morales, J. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *PROSPECTIVA*, 11(2), 30-39: <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250736004.pdf>
- Paredes, W. (2022). Propuesta de implementación de un sistema informático web para la escuela de obreros de la asociación cristiana fuente de vida – Chimbote; 2021. (Tesis para optar por el título de ingeniero de sistemas) Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote: https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/26191/SISTEMA_INFORMATICO_PAREDES_FLORES_WILLIAM_PERCY.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quintero, L., y López, M. (2022). Aproximación a la definición de cultura digital universitaria y las dimensiones que la constituyen. *Revista en línea Knowledge*, 1, 213–239: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistaconhecimentoonline/article/view/2875/3009>
- Riano, N. (2021). Estudio comparativo de metodologías tradicionales y ágiles aplicadas en la gestión de proyectos. (Trabajo de grado para optar por el título de especialista en proyecto) Universidad Pontificia Bolivariana de Buenaventura : https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/9611/223_1%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Romero, M. (2018). Desarrollo de Pagina web para la denuncia ciudadana en faltas al reglamento de tránsito y la educación vial. (Tesina para obtener el grado de Ingeniero en Informática) Universidad Politécnica de Sinaloa: <http://repositorio.upsin.edu.mx/formatos/TesinaRomeroCarrilloMarioRafael9320.pdf>
- Rovira, S. ((coord) 2021). Tecnologías digitales para un nuevo futuro. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL): https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46816/1/S2000961_es.pdf
- Sánchez, N. (2018). Aplicación de la metodología ágil: un instrumento para mejorar la gestión de proyectos de software en el centro de investigación e innovación en TICS de la universidad tecnológica de Panamá. (Tesis para optar al título de maestría en ingeniería del software aplicada) Universidad Tecnológica de Panamá: <https://rida2.utp.ac.pa/bitstream/handle/123456789/11517/Tesis-Magistral-NicholSanchezK.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Schwaber, K., y Sutherland, J. (2020). The Scrum Guide. The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game. <https://scrumguides.org>: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf#zoom=100>
- Sobrevilla, G., Hernández, J., y Velasco, P. (2017). Aplicando Scrum y Prácticas de Ingeniería de Software para la Mejora Continua del Desarrollo de un Sistema Ciber-Físico. ReCIBE. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica, 6(1), 1-13: <https://www.redalyc.org/journal/5122/512253717001/>
- Tymkiw, N., Bournissen, J., y Tumino, M. (2020). SCRUM como Herramienta Metodológica para el Aprendizaje de la Programación. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (26), 81-89: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/107263/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zumba, J. (2018). Evolución de las Metodologías y Modelos utilizados en el Desarrollo de Software. INNOVA Research Journal, 3(10), 20-33: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6777227>