

Niveles de aplicación de marcos de trabajo de automatización de pruebas de software en la industria costarricense

Application Levels of Software Testing on Automation Frameworks in the Costa Rican Industry

Steve Gerardo Montoya Jiménez,¹

Josué Francisco Monge Álvarez²

José Daniel Saborío Zúñiga³

Julio Córdoba Retana,⁴

Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología,
2022

Resumen

De acuerdo con Dilmegani (2022), a partir del 2019, más del 23 % del presupuesto anual de IT de la organización se asigna a control de calidad y pruebas. El 98 % de los líderes de IT dicen que la automatización de los procesos comerciales es vital para impulsar los beneficios comerciales, por lo que las pruebas de software en marcos de automatización son un aspecto clave para el desarrollo sostenible y responsable empresarial. En este contexto se formuló la pregunta: ¿cuáles son las mejores metodologías de trabajo en inteligencia artificial dentro de un *framework*, y cuál *framework* permite un sistema escalable para que la automatización de estas sea óptima en las empresas en Costa Rica? Para responder, se llevó a cabo un estudio cualitativo y exploratorio, utilizando los datos de las entrevistas realizadas a técnicos y especialistas costarricenses en el campo informático sobre la incorporación de marcos de automatización. Entre los principales hallazgos, se determinó que la automatización está aquí para acercar a la empresa o país a un modelo más organizado y eficiente. Por tanto, esta investigación podría ser un punto de partida para otros estudios específicos a nivel de *frameworks* de automatización y su uso efectivo.

¹ Desarrollador de RPA y programación web. Correo: smontoyaj304@ulacit.ed.cr

² Desarrollador de software para web con experiencia en logística y producción. Correo: jmongea704@ulacit.ed.cr

³ Desarrollador web con experiencia en UI/UX.

⁴ Especialista en innovación con más de 20 años de experiencia en la gestión tecnológica en el mercado financiero latinoamericano, en organizaciones como BAC Credomatic, Promerica, DaVivienda y Colpatria. Ha dirigido la innovación para clientes en Centroamérica, Panamá, República Dominicana, México, Colombia y Ecuador. Ha acompañado a más de 50 clientes en América Latina en la introducción de prácticas como Customer Experience, Design Thinking, Lean, Scrum, Kanban, Agilismo Escalado (SAFe), CMMi 2.0, ISO 9001, ITIL y COBIT. Dirigió con éxito la certificación de Grupo Babel en ISO 9001:2015 y la evaluación de CMMi Dev Nivel 3. <https://orcid.org/0000-0002-1700-2358>. Correo: jcordobar022@ulacit.ed.cr

Palabras clave: automatización, *framework*, inteligencia artificial, comprensión de datos, era digital.

Abstract

According to Dilmegani (2022), as of 2019, more than 23% of the organization's annual IT budget is allocated to QA and testing. 98% of IT leaders say automating business processes is vital to driving business benefits. For this reason, software testing in automation frameworks becomes a key aspect for sustainable and responsible business development. Thanks to this, the question was formulated: What are the best work methodologies in artificial intelligence, within a framework and which framework allows a scalable system so that the automation of these is optimal within companies in Costa Rica? For this, it was necessary to carry out a qualitative and exploratory study, using data from interviews with Costa Rican technicians and specialists in the computer field on the incorporation of automation frameworks. Amongst the main findings, it was determined that automation is here to bring a company or country closer to a more organized and efficient model. Therefore, this research could be a starting point for other specific studies at the level of automation frameworks and their effective use.

Keywords: automation, framework, artificial intelligence, data analysis, digital age.

Introducción

La presente investigación destaca la información más valiosa y aplicable para la mejora de la automatización en *frameworks* en el ámbito nacional, y el uso que se le podrían dar, teniendo en cuenta información que exponga y evidencie la mejor opción para diferentes finalidades de la automatización y su exposición útil en empresas de Costa Rica. Se busca no solo evidenciar información vigente relacionada con el tema, sino también instruir y exponer un aspecto que está teniendo un gran impacto exponencial en el mundo: la inteligencia artificial.

Después de haber recolectado una gran cantidad de información de sus clientes, las empresas a nivel mundial se han dado cuenta de lo importante que es esta, y su gran utilidad para el desarrollo corporativo y social. Con los sistemas automatizados, se pueden encontrar los problemas más rápido, y también una solución de manera más pronta.

Las tecnologías basadas en la IA (Inteligencia Artificial) ya están siendo utilizadas para ayudar a los humanos a beneficiarse de mejoras significativas y disfrutar de una mayor eficiencia en casi todos los ámbitos de la vida. Pero el gran crecimiento de la IA también nos obliga a estar atentos para prevenir y analizar las posibles desventajas directas o indirectas

que pueda generar la proliferación de la IA. La IA se puede aplicar en casi todas las situaciones. Éstas son sólo algunas de las aplicaciones técnicas de la IA que están creciendo rápidamente en la actualidad:

- Reconocimiento de imágenes estáticas, clasificación y etiquetado: estas herramientas son útiles para una amplia gama de industrias.
- Mejoras del desempeño de la estrategia algorítmica comercial: ya ha sido implementada de diversas maneras en el sector financiero.
- Procesamiento eficiente y escalable de datos de pacientes: e Brossi esto ayudará a que la atención médica sea más efectiva y eficiente.
- Mantenimiento predictivo: otra herramienta ampliamente aplicable en diferentes sectores industriales.
- Detección y clasificación de objetos: puede verse en la industria de vehículos autónomos, aunque también tiene potencial para muchos otros campos.
- Distribución de contenido en las redes sociales: se trata principalmente de una herramienta de marketing utilizada en las redes sociales, pero también puede usarse para crear conciencia entre las organizaciones sin ánimo de lucro o para difundir información rápidamente como servicio público.
- Protección contra amenazas de seguridad cibernética: es una herramienta importante para los bancos y los sistemas que envían y reciben pagos en línea. (Brossi, 2021, pp. 17-18).

La importancia que tiene el tema y su utilidad a nivel social-humano es significativa, por lo cual se desarrolló la presente investigación a fin de determinar cuál *framework* automatizado puede ser de mayor utilidad a nivel nacional, de acuerdo con su impacto corporativo.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son las mejores metodologías de trabajo en inteligencia artificial dentro de un *framework*, y cuál *framework* permite un sistema escalable para que la automatización de estas sea óptima en las empresas en Costa Rica?

Objetivo general

Evidenciar, por medio de una investigación teórica justificada con textos académicos, la validez, eficacia y mejor opción a la hora de utilizar o escoger un sistema de *framework* enfocado en pruebas de automatización y su utilidad en software.

Objetivos específicos

- Valorar los cuatro *frameworks* de pruebas más utilizados a nivel mundial para sistemas de inteligencia artificial.
- Comprobar los *frameworks* de automatización de prueba que más se utilizan en la empresa privada en Costa Rica.
- Definir las metodologías y mejores prácticas de código en *frameworks* para mejorar aplicaciones que trabajen con inteligencia artificial.
- Aclarar por qué y cómo un *framework* es el indicado para solucionar la pregunta de investigación.
- Determinar la mejor propuesta de *framework* para automatización de prueba a nivel nacional, con base en los resultados de la investigación.
- Proponer un *framework* de automatización de pruebas, que permita un mejoramiento de la accesibilidad en los procesos de prueba de software y su implementación.

Forma de alcanzar los objetivos

Para definir las metas de la indagación, se hizo una revisión bibliográfica en diferentes bases de datos como EBSCO y Google Scholar, así como en sitios web oficiales. Las fuentes y materiales utilizados se verificaron, a fin de constatar que fuera confiable, para que contribuyera con la investigación, cumpliendo todos los requisitos de un documento académico, con información verídica y verificada.

Hay diferentes formas para evaluar y realizar una investigación con respecto a los marcos de trabajo accesibles, a fin de continuar analizando el *framework* escogido en el procedimiento que se hace, tras el desarrollo de novedosas aplicaciones a nivel general en la industria costarricense, pudiendo ser de utilidad para responder a la pregunta de investigación.

El periodo de validez del estudio debe ser lo más amplio posible, por lo que se requiere producir una composición de pruebas y referencias metódicas que después se puedan aplicar en un futuro, y se mantenga el mismo grado de calidad durante los próximos cinco años después de la

publicación de esta investigación. El identificar marcos accesibles en el mercado costarricense que cumplan con los requisitos del plan ayudará con las pruebas y conclusiones del proyecto.

En el proceso de desarrollo, la automatización de pruebas juega varios papeles diferentes. Repetir las mismas pruebas varias veces ahorra tiempo y esfuerzo, mientras los probadores ganan confianza en su trabajo, gracias a la automatización del marco de trabajo, por lo que, en busca de lo necesario, hay que contemplar que son muchos conjuntos de datos diferentes los que se usan en los métodos de prueba. Por esta razón, es relevante escoger un marco de trabajo que beneficie la automatización de marcos de trabajo, lo cual es lo que se busca en esta investigación.

La automatización de una prueba, luego de que se haya probado su validez, ofrece un punto de vista claro con respecto a cómo se hace la prueba a menudo; es importante considerar este tipo de datos, con respecto a cómo se puede investigar o tomar en cuenta un marco de trabajo relevante para la investigación. Las pruebas de regresión, que es la práctica de llevar a cabo pruebas ya aprobadas mientras avanzan el desarrollo, también se pueden tomar en cuenta con base en la experiencia de su uso en Costa Rica; además, se necesita automatización para asegurar que las funcionalidades que ya se han implementado no se rompan. Todos estos datos e información se pueden usar en la investigación para alcanzar los objetivos.

Revisión bibliográfica

Cuando se habla de la importancia de los *frameworks* de automatización, es normal pensar en la simplificación de los procesos y lo que esto implica para la mejora de la vida humana como tal. Es clave analizar las diferentes formas en que se ha desarrollado la automatización en otros países, para mejorar lo que se hace en Costa Rica. Esto permitirá tener una mejor idea del amplio panorama de los procesos que existen y explorar las oportunidades de simplificación que hay actualmente. Todo esto incluye diferentes modalidades de automatización de la interfaz de usuario (UI, por sus siglas en inglés de *User Interface*), manejo adecuado de excepciones, integración con herramientas, capas de manejo de datos e integración con herramientas continuas.

La relación que tiene el usuario y su experiencia van de la mano con la interfaz con la que trabaja, y eso puede determinar qué tan buena es la usabilidad de una interfaz. De acuerdo con Morales-Urrutia *et al.* (2019), “la usabilidad es un término ya conocido y aplicado como un proceso que presenta métricas para su evaluación que dependen de la efectividad, eficiencia y satisfacción” (p. 149).

Al haber tantos componentes para analizar, experimentar y trabajar, se pueden crear las diferentes partes que se necesitan para el correcto funcionamiento de un sistema automatizado, como los miles que existen hoy. A su vez, como cada uno de estos engranajes debe ser mantenido por

especialistas, estos son fuente de información sobre los sistemas sobre los que trata la presente investigación.

Los programas de software han evolucionado para ser una parte integral de la vida cotidiana, ya que potencialmente afectan a millones de personas, en varios aspectos de la vida, y esto requiere un software seguro y confiable. Desafortunadamente, los humanos son propensos al error cuando la información es mucha e igual, pero un sistema de inteligencia artificial trabaja perfectamente con mucha información del mismo tipo, por lo tanto, los hechos fundamentales de la participación de los seres humanos en el desarrollo de software son que cometen más errores en ese tipo de condiciones. Se puede mencionar que cuando la información es mucha y repetida, los sistemas de automatización en *frameworks* son perfectos para el trabajo, mientras que los humanos trabajan mejor cuando es menos información y de diferentes tipos.

Los factores definitivos en proyectos de pruebas de software exitosos y eficientes se pueden categorizar de diferentes maneras, para empezar, se tiene que definir el tipo de data (información) que el sistema va a analizar, además de seleccionar y utilizar un método de prueba, y elegir usar la herramienta o el *framework* adecuados.

Los métodos de prueba en software forman parte de las diversas estrategias o enfoques utilizados para probar una aplicación, garantizar que se comporte y se vea como se esperaba. Estas incluyen desde las pruebas *front-end* hasta las de *back-end*, siendo que el desarrollo se compone de “la capa de presentación (FrontEnd) y una capa de acceso a datos (BackEnd). El FrontEnd trabaja la interfaz visual, y hace que el usuario pueda interactuar con nuestro sitio o sistema” (Pérez Ibarra *et al.*, 2021, p. 3).

Como lo mencionan Malik y Ashima Mehta (2022), el *framework* puede trabajar de manera óptima bajo las condiciones adecuadas, con información igual y repetible:

Los marcos de automatización permiten a los probadores de automatización simplificar el desarrollo y la ejecución de pruebas. Un marco de automatización típico proporciona un entorno para ejecutar planes de prueba y generar salida repetible. Son herramientas especializadas que le ayudan en sus tareas diarias de automatización de pruebas (p. 2777). (Traducción libre del autor).

Con respecto a qué podría ser automatizado, esto es un poco complicado de responder, pues el mundo todavía se encuentra en un momento en el que se sigue incrementando el desarrollo de la inteligencia artificial y esta mejora día a día; sin embargo, Herrera y Salamanca (2020) señalan una serie de normas que se deberían seguir para encontrar una respuesta a esa pregunta:

Hay varios aspectos para tener en cuenta a la hora de seleccionar candidatos para automatizar; los siguientes procesos, por ejemplo, deberían ser automatizados los pasos repetitivos, tareas de alto riesgo, operativamente hablando, tareas con baja calidad y/o rendimiento, tareas que involucren múltiples personas y múltiples pasos (p. 13)

No obstante, si se busca cuáles procesos o características se necesitan para automatizar un proceso, se pueden mencionar los siguientes: “pasos bien definidos y basados en reglas claras, que sea lógico, que la entrada de la tarea pueda ser dirigida al sistema de software, que la entrada pueda ser descifrada por sistemas de software, que la salida del software sea accesible, y que los beneficios sean mayores a sus costos” (Herrera y Salamanca, 2020, p. 14).

Un sistema automatizado es un entorno que utiliza un programa de computadora que genera procedimientos que le permiten a un conjunto de componentes operar de manera autónoma. La automatización se utiliza para aprovechar y facilitar la eficiencia de cualquier tipo de proceso repetitivo una vez creado. Hay varias técnicas para mejorar su comportamiento y uso, como mencionan Herrera y Salamanca (2020):

En la actualidad se cuenta con varias técnicas para automatización que se han venido desarrollando y mejorando con los años.

Custom software: Desarrollo de software nuevo para realizar tareas repetitivas.

Runbook: Son una recopilación de un conjunto de comandos o tareas que se desempeñan en el mantenimiento de otro tipo de actividades.

Batch: Son usados para correr una secuencia de comandos que serán ejecutados con un sólo clic o comando; también pueden ser programados para para ejecutarse en un momento específico usando un planificador.

Wrapper: Envuelve software existente o clientes de una aplicación. El wrapper monitorea la actividad de una aplicación cliente y se desempeña basado en sus reglas del negocio.

Integración base de datos/Servicios Web: en integración base de datos leemos/escribimos directamente a un cliente de base de datos. En servicios web nos comunicamos con el sistema cliente usando un servicio web.

Automatización de navegador: Puede ser usada para leer desde un sitio web y guardar los resultados en una base de datos. El uso de este tipo de técnicas permite cambiar, agregar o eliminar componentes de la página web (p. 15).

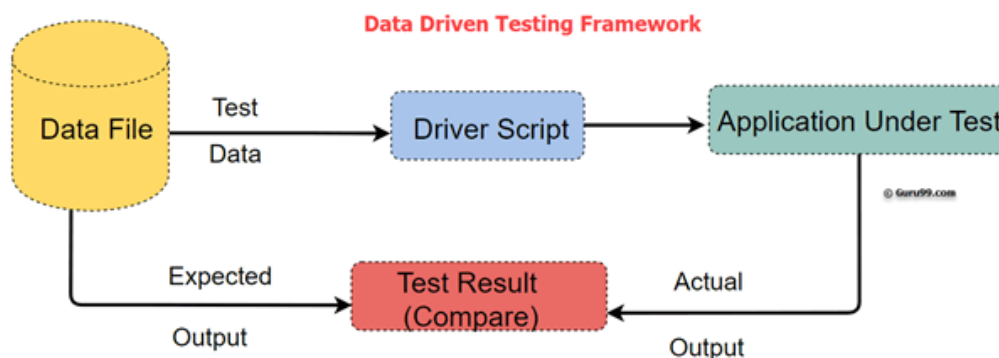
En las pruebas de software, la automatización permite ejecutar las pruebas de manera más rápida y consistente que las pruebas manuales. Actualmente, para realizar pruebas funcionales automatizadas, existen herramientas como Selenium, TestNG, Sikuli, Cypress, Watir, TestCafe, WebdriverIO y Power Apps, entre otras. Dentro de cada uno de ellos hay opciones para comparar los resultados obtenidos y los resultados esperados, y generar informes.

Entre los tipos de *frameworks* de automatización está el Data Driven Testing (pruebas de información), el cual es un método de testeo en el que los datos son almacenados en formato de tabla o de hoja de cálculo. Las pruebas basadas en datos les permiten a los evaluadores ingresar un solo *script* de prueba que puede ejecutar pruebas para todos los datos de prueba de una tabla y esperar el resultado en la misma tabla. También se llaman *table-driven testing* o *parameterized testing*, y son pruebas basadas en tablas o pruebas parametrizadas; los procedimientos controlados por tablas son esquemas que permiten buscar información en una tabla.

En la figura 1 se observa que al comenzar el *script* de automatización, se leerán las instrucciones o probarán los datos de entrada de la hoja de Excel, luego los datos de entrada se ingresan en la aplicación bajo prueba y posteriormente se realizan los casos de prueba y se devuelven los resultados. Al finalizar, los datos de salida de la prueba se almacenan en la hoja de Excel.

Figura 1

Mecanismo de Data Driven Testing

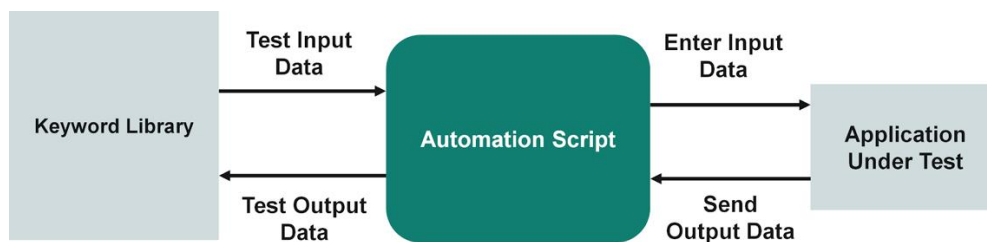


Nota: La figura representa las conexiones conceptuales del proceso Data Driven Test. Fuente: *What is Data Driven Testing? Learn to create Framework*, Hamilton, T., 2022, párr. 2 (<https://www.guru99.com/data-driven-testing.html>).

También están los mecanismos como el Keyword Driven Testing (pruebas de palabras clave), el cual posee operaciones e instrucciones escritas en una hoja de cálculo para el *framework* (figura 2).

Figura 2

Mecanismo de Keyword Driven Testing

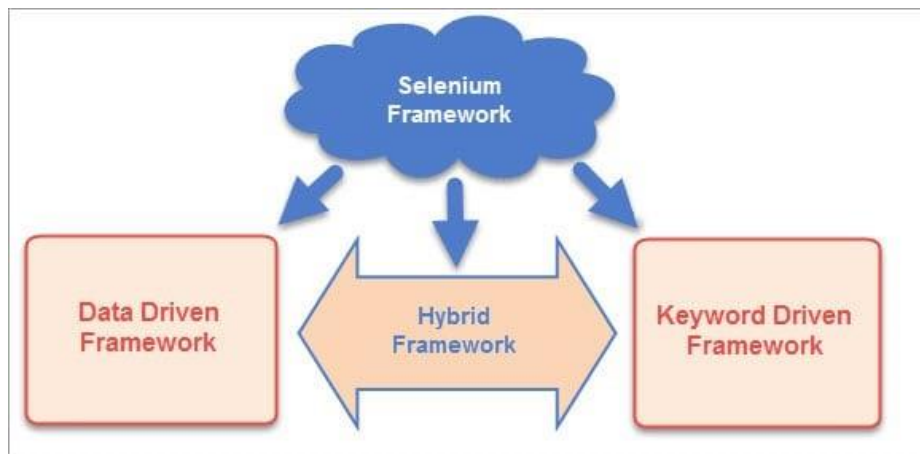


Nota: La figura representa las conexiones conceptuales del mecanismo Keyword Driven Test. Fuente: Keyword Driven Framework in Selenium, N Vaidya., 2020 (<https://www.browserstack.com/guide/keyword-driven-framework-in-selenium>).

Para comprender un Modular Driven Framework se observa que en la mayor parte de la aplicación web se tienen varios conjuntos de acciones que siempre se ejecutan. En lugar de escribir esas acciones una y otra vez en nuestra prueba, se agrupan en un método y luego se llama a ese método en el *script* de prueba. La modularidad evita la duplicación de código. En el futuro, si hay algún cambio en la serie de acciones, todo lo que se tiene que hacer es realizar cambios en la secuencia de comandos de su método modular principal. Ningún caso de prueba se verá afectado por el cambio (Sharma, 2021).

Figura 3

Mapa conceptual de Hybrid Framework.

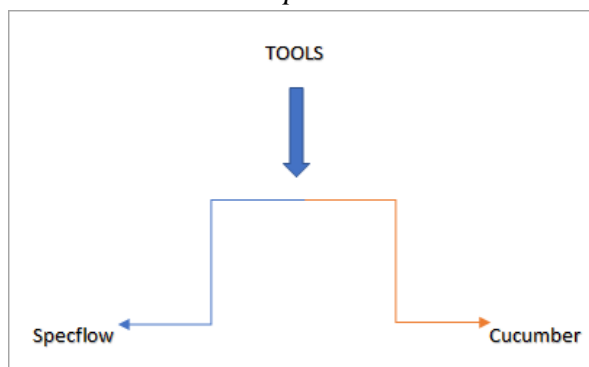


Nota: La figura representa las conexiones conceptuales del mecanismo Hybrid Framework. Fuente: *What Is Hybrid Framework in Selenium?* (2022). Parr 2. *Software Testing Help*. <https://www.softwaretestinghelp.com/hybrid-framework-in-selenium/>

Como se puede ver en la figura 3 anterior, el Hybrid Driven Framework es una combinación de ambos, Data-Driven y Keyword-Driven Framework. Aquí, los *keywords* y los datos de prueba se externalizan. Las palabras clave se mantienen en un archivo de clase Java separado y los datos de prueba se pueden mantener en un archivo de propiedades o uno de Excel, y pueden usar el proveedor de datos de un marco TestNG (Software Testing Help, 2022).

Figura 4

Mapa conceptual de Behavioral Driven Development.



Nota: La figura representa las conexiones conceptuales del mecanismo Behavioral Driven Development en un entorno utilizando Cucumber. Fuente: *BDD (Behavior Driven Development) Framework: A Complete Tutorial*, Software Testing Help, 2022, párr. 8 (<https://www.softwaretestinghelp.com/bdd-framework>)

El marco BDD, el desarrollo impulsado por el comportamiento (figura 4) es un enfoque de desarrollo de software que le permite al probador/analista de negocios crear casos de prueba en un lenguaje de texto simple.

El lenguaje simple utilizado en los escenarios ayuda incluso a los miembros del equipo sin conocimientos técnicos a comprender lo que sucede en el proyecto de software. Esto mejora la comunicación entre los equipos técnicos y no técnicos, los gerentes y las partes interesadas.

De acuerdo con Software Testing Help (2022), “Cucumber es una herramienta de marco BDD impulsado por el comportamiento: Dado – Cuándo – Entonces (Given, When, Then). En donde básicamente una condicional donde un resultado con base a una situación” (párr. 9). (Traducción libre del autor).

El estado para las pruebas de automatización está evolucionando debido a los conceptos de vanguardia que se han ido presentando en todo el mundo, esto también hace que se empeore la evaluación de los servicios basados en modelos de un solo tipo que no necesita una metodología de prueba específica del dominio, como mencionan Golonka y Varela (2019): “los cambios deben hacerse de manera que minimicen el impacto y los esfuerzos para actualizar los sistemas ya existentes” (p. 965). (Traducción libre del autor).

En procedimientos de auditoría, la finalidad primordial es poder analizar las modalidades de prueba con marcos de trabajo que permitan un sistema escalable, integrando los tipos y técnicas

de prueba como asunto de análisis para un sistema que se demuestre que pueda ser escalable a más de un nivel de la empresa en Costa Rica, por tanto, para mejorar aún más la eficiencia y la eficacia de la práctica de auditoría, los auditores deben repensar los métodos y aprovechar la tecnología más nueva (Cohen y Rozario, 2019).

Para robustecer la calidad del programa, es fundamental ver si las pruebas tienen la posibilidad de hacerse sin actuaciones físicas, y además se debe tener en cuenta si las emulaciones tienen la posibilidad de ser utilizadas en un escenario con límite, de manera que se pueda hacer una simulación de lo que realmente se haría en el trabajo con un marco de trabajo ya establecido, tal y como mencionan Mubarak Albarka y Chen (2019):

Una de las tácticas de vanguardia que demostró ser beneficiosa para los sistemas basados únicamente en programa es la automatización de pruebas, ya que se ha visto que la automatización de pruebas solo es ventajosa en términos de precio y tiempo una vez que el número total de ejecuciones de prueba es mayor a 2, tal como se menciona en el siguiente texto: “los factores definitorios para proyectos de prueba de software exitosos y eficientes son: (a) seleccionar y usar un método de prueba apropiado, y (b) elegir y usar la herramienta o el marco de automatización de prueba correcto” (p. 217). (Traducción libre del autor).

Esto muestra inequívocamente que la automatización de pruebas en marcos de trabajo, a pesar del elevado precio de configuración inicial, disminuye el costo si se empieza con la elección correcta y lo necesario para probar el programa, como lo indica Salohonka (2020):

Los tipos de pruebas útiles se identificaron en función de las necesidades actuales de la empresa. Los tipos y niveles de prueba identificados fueron verificados para ser relevantes para las necesidades de la empresa con los expertos de la empresa (p. 79). (Traducción libre del autor).

Ya que la dependencia de los sistemas físicos provoca que la automatización de pruebas para el desarrollo de las cosas sea un reto, se buscan oportunidades de automatización de pruebas dentro del dominio y validación de los procedimientos de prueba sugeridos, usando un marco de automatización de pruebas estudiado con base en las necesidades del software y futuras pruebas. A este respecto, Nokleberg y Hawkes (2020) comentan que “en Google, dichos marcos y plataformas han experimentado una amplia adopción orgánica y han tenido un impacto positivo significativo” (p. 7). (Traducción libre del autor).

A partir de un criterio técnico, el marco de prueba automatizado es una recopilación personalizada de recursos interactivos capaces de hacer pruebas de secuencias de comandos y proveer informes enteros de los resultados de las pruebas; la obra exitosa de un marco de prueba automatizado

necesita considerar el consejo de expertos en control de calidad del programa, quienes tienen la posibilidad de monitorear, dirigir y mejorar la exactitud de los resultados de una prueba, ya que un marco de trabajo bien elaborado para pruebas automatizadas les brinda la posibilidad a los evaluadores y trabajadores de llevar a cabo pruebas automatizadas de una forma simple y práctica.

El procedimiento en la elección de un marco de trabajo juega un papel clave dentro de las pruebas de automatización, ya que una vez que se dictamina cómo configurar los trabajos de automatización para optimizar los productos de un programa, se da la oportunidad para el asentimiento del qué, dónde, cómo y en qué momento se ejercen los componentes necesarios para la automatización, hallando así el marco de trabajo para pruebas ideal que pertenece a los fines claves del enfoque de prueba de automatización, esto se ha de tomar en cuenta, ya que como mencionan Ateşoğulları & Mishra (2020) cuando señalan que “las aplicaciones de las pruebas de automatización difieren de las pruebas manuales, a diferencia de las pruebas manuales, las pruebas de automatización no son adecuadas para todas las áreas” (p. 64). (Traducción libre del autor).

Hipótesis

Los sistemas de automatización de *framework* representan una reducción de esfuerzo humano y ahorro económico para las personas y empresas. Simplifican el proceso de análisis de tendencias y permiten tener una nueva perspectiva para conocer información dada en muchas áreas de la sociedad. Todo esto crea un mayor control en el seguimiento de los consumidores, de las cadenas de consumo y hasta de países, lo cual demanda una investigación con un enfoque relacionado.

Metodología

Para crear una investigación precisa y lograr con éxito sus objetivos, es esencial establecer una metodología que describa los procesos y actividades de esta, como el enfoque, el tipo de investigación, el estudio y la forma de recopilación de datos. Esto ayuda a comprender cómo funciona y a demostrar la veracidad de los datos referenciados.

La presente investigación se clasifica como cualitativa, ya que su enfoque se basa principalmente en los métodos de recolección de datos y su interpretación dentro de una referencia o punto de vista relacionado con el concepto por solucionar.

En el enfoque cualitativo, el proceso es repetitivo e iterativo, por lo que la recopilación y el análisis de datos pueden realizarse al mismo tiempo y de diferentes fuentes. Durante este proceso, puede haber cambios en la investigación o en la hipótesis, a medida que se descubren nuevas características posibles dentro de esta. Con este enfoque se estudian

datos descriptivos, como las palabras y los discursos de las personas, quienes los expresan de forma hablada y escrita. Se puede sintetizar un concepto, dada la conducta observable y el análisis de estudios seleccionados para una investigación. De esta forma, la investigación cualitativa permite comprender la profundidad de un fenómeno a partir de la mirada de los actores sociales, la que se integra a los modelos explicativos cuantitativos, como es el caso de los fenómenos de la salud, donde la explicación de ellos no está completa sin la perspectiva de los sujetos que portan la salud/enfermedad. (Cueto Urbina, 2020, p. 2).

Al tener una dirección de enfoque correctamente planteada, se podrá avanzar de una manera estructural en la investigación, y formar bases estables para las cuales dadas hipótesis puedan tener una clara síntesis y veracidad a la hora de ser expuestas o desarrolladas.

Por otra parte, la investigación es de tipo exploratorio, con un análisis basado en documentación y datos recolectados por varias fuentes anteriormente verificadas, que evidencian, demuestran y exponen varios puntos de vista, los cuales pueden ayudar a llegar a una conclusión basada en datos cualitativos dentro de una propuesta, para solucionar un aspecto general o específico.

Al considerar estos temas, se puede entender que el tipo de investigación realizada se enfoca en la exploración de puntos de vista, discursos, trabajos escritos o investigaciones académicas que hayan sido publicadas o realizadas por individuos que tengan en consideración el análisis de la experiencia de los usuarios por investigar y los mismos resultados.

Ya que los requisitos de diseño se verifican en la prueba hecha en el plan y tienen que ser pensados para utilizarse en el futuro, es necesario definir el tipo de individuos que se van a evaluar antes de detallar la hipótesis, por lo que los individuos del conjunto objetivo deben ser costarricenses con experiencia y continua vivencia haciendo un trabajo con consumidores potenciales, o mostrando y trabajando con aplicaciones y demás softwares.

Análisis de resultados

Para Conejero (2020),

En la investigación cualitativa el investigador no descubre, construye el conocimiento en conjunto con los sujetos del estudio, lo que, si bien permite una comprensión más acabada de la realidad y evita el reduccionismo, aparece la presencia de sesgos en quien realiza el estudio, por lo cual se recomienda el trabajo en equipo o el apoyo en el análisis de datos de otros investigadores, para disminuir las subjetividades propias de cada individuo (p. 242).

Con respecto a la sección de resultados, Bermúdez Rubio *et al.* (2021) indican

Tiene por objetivo informar sin ningún tipo de interpretación subjetiva tipo de interpretación subjetiva; esta se limita a transmitir los datos de la manera más objetiva y sencilla posible. En cambio, el análisis y la interpretación de los resultados se encuentran en la sección de discusión del documento. Varios autores coinciden en afirmar que la sección de resultados debería responder a la pregunta “¿qué encontró en su investigación?”.

Esta sección debe asegurarse de mencionar toda la información relevante, incluidos los hallazgos, de modo que proporcione una visión precisa de lo que se encontró en el estudio, la investigación o el trabajo de grado. En ese sentido, si la hipótesis espera resultados más significativos desde el punto de vista estadístico, no se deben omitir los hallazgos si no respaldan las predicciones, pues estos pueden proporcionar inspiración importante para futuras exploraciones de un tema (pp. 3-4).

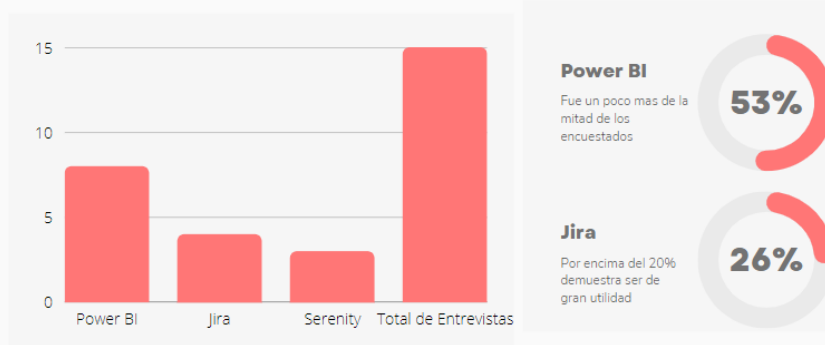
Las entrevistas se realizaron mediante formularios. Las sesiones tuvieron una duración de entre 25 a 35 minutos. Las preguntas fueron abiertas, lo que permitió obtener diferentes impresiones de los entrevistados respecto a los niveles de aplicación de marcos de trabajo de automatización de pruebas de software en la industria costarricense. Se solicitó el apoyo de quince personas del gremio sobre proyectos de tecnología de información, y se obtuvo la confirmación de todas para realizar las entrevistas. Entre ellos se cuenta con especialistas en automatización de mercadeo, ingenieros en sistemas, diseñadores gráficos, publicistas y desarrolladores web.

El enfoque exploratorio permite tener una idea de lo que se estará llevando a cabo; sin embargo, no tiene un control ni visualización de los resultados hasta que se complete el muestreo. Busca principalmente descubrir mediante resultados recolectados, un aproximado que permita evidenciar cierta inclinación hacia un objetivo, la misma recolección está enfocada hacia participantes sociales de la misma área.

Figura 5.

Barra de gráficos con porcentajes, evidencia visual.

ENTREVISTAS



Nota: La figura representa una evidencia de utilidad de porcentajes con *frameworks* de automatización hacia los entrevistados. Fuente: Elaboración propia (2022).

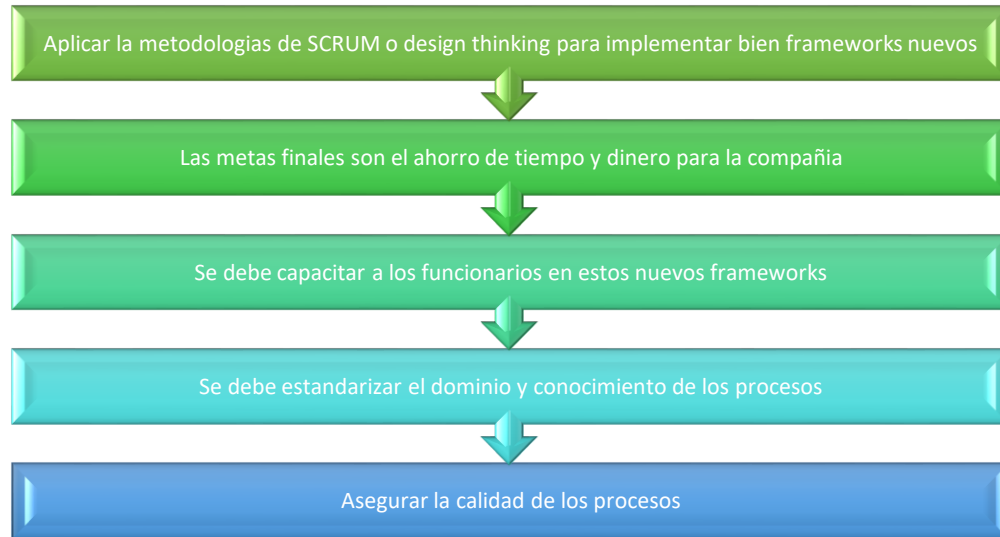
Tal como se muestra en la figura 5, al consultarles a los entrevistados sobre el mecanismo de *framework* que utilizan en su organización, el 53 % comentó haber trabajado con Power BI; un 26 %, con plataformas como Jira y Power Apps; y el porcentaje restante mencionó trabajar con Serenity. Ninguno de los entrevistados demostró tener conocimiento sobre los *frameworks* de automatización que utiliza el gobierno de Costa Rica.

Se evidencia un amplio uso de Power BI entre los entrevistados que trabajan en el área de automatización, los cuales también mencionan su utilización en los sectores de reportaría, análisis de datos, y visualización de gráficos y barras.

En la figura 6 observan los principales criterios que debe tener una empresa para implementar *frameworks* de automatización. Llama la atención que varios de los entrevistados coinciden en la importancia de implementar metodologías ágiles al capacitar a los funcionarios con sus herramientas.

Figura 6.

Criterios fundamentales para implementar frameworks de automatización dentro de una empresa.



Nota: La figura representa el criterio experto de las personas entrevistadas. Fuente: Elaboración propia (2022).

Cuando se preguntó sobre los procesos empresariales automatizables con *frameworks*, se obtuvieron los siguientes:

1. Procesos de revisión
2. QA o Quality Assurance (aseguramiento de calidad)
3. Rastreo de registros
4. Métricas
5. Procesos de abastecimiento
6. Generación de bases de datos

Finalmente, los componentes que debe tener un *framework* de automatización para promover la producción sostenible, innovadora y responsable en la gestión de empresas son:

1. Un ambiente de testeado para prototipar los *frameworks*
2. Que sea amigable con el usuario
3. Que le genere un ahorro de tiempo a la empresa
4. Capacidad de manejo de información en la nube
5. Versatilidad en la descarga de análisis o documentación

Discusión de los resultados

Tal y como mencionan Malik y Ashima Mehta (2022),

Los marcos de automatización permiten a los probadores de automatización simplificar el desarrollo y la ejecución de pruebas. Un marco de automatización típico proporciona un entorno para ejecutar planes de prueba y generar salida repetible. Son herramientas especializadas que le ayudan en sus tareas diarias de automatización de pruebas (p. 2777).

Al analizar los resultados de las entrevistas, se puede observar que los mismos funcionarios están de acuerdo con los beneficios que les brindan estos procesos a sus empresas. Cohen *et al.* (2019) indican que su finalidad primordial es poder analizar las modalidades de prueba con marcos de trabajo que permitan un sistema escalable, integrando los tipos y técnicas de prueba como asunto de análisis para un sistema que se demuestre pueda ser escalable a más de un nivel de la empresa. En el ámbito de la auditoría, para mejorar aún más la eficiencia en la práctica, los auditores deben repensar los métodos y aprovechar la tecnología más nueva. Sin embargo, al mencionar a los entrevistados si conocen sobre sistemas de metodologías ágiles utilizados a nivel gubernamental, ellos expresan un desconocimiento total, lo cual pone en evidencia la poca información pública que se maneja de este tipo de información.

En las entrevistas, es claro que Power BI es la primera escogencia a la hora de ser considerada una herramienta para utilizar en marcos de automatización, esta es bastante versátil para la implementación de entrada y salida repetible de datos, permite una conexión fácil y rápida con la mayoría de aplicación de Microsoft, lo cual facilita su manejo. Además, es completamente programable utilizando comandos básicos, lo cual hace más sencillo el uso y la implementación en cualquier ambiente de desarrollo y programación de software.

Como se menciona, la parte visual de la data es sumamente importante según los entrevistados. Microsoft Docs (2022) asegura que: “Power BI es una colección de servicios de software, aplicaciones y conectores que funcionan conjuntamente para convertir orígenes de datos sin relación entre sí en información coherente, interactiva y atractiva visualmente” (párr. 1).

Según Calculate Data Inc. (2022), dirigir un negocio requiere una toma de decisiones constante y precisa. Mientras tanto, una mejor toma de decisiones sigue un análisis preciso que exige su mejor elección en la herramienta de análisis. Ciertamente, todo el mundo se inclina por productos de máximas prestaciones y mínima inversión. Lo mismo ocurre con una herramienta de análisis. Entre los beneficios encontrados en la plataforma se encuentran buen precio, visualización personalizada, cuadros de mando a la medida, fácil integración, cambio fácil sin restricciones de velocidad y memoria, publicación segura de informes, no se necesita soporte técnico, simplicidad y estabilidad de rendimiento, integración de servicios de datos avanzados, fácil accesibilidad a los datos, innovación constante, acceso a través de múltiples plataformas y dispositivos.

Power BI Desktop integra tecnologías probadas del motor de consultas de Microsoft, modelado de datos y visualización. Los analistas de datos y otros usuarios pueden crear colecciones de consultas, conexiones de datos, modelos e informes, y compartirlos fácilmente con otros. A través de la combinación de Power BI Desktop y el servicio Power BI, es más fácil modelar, compilar, compartir y extender nuevas conclusiones del mundo de los datos (Microsoft Docs, 2022).

Analizando lo expuesto, se puede evidenciar que la herramienta permite una usabilidad escalable, interpretación de datos completamente programable, una interfaz amigable y útil al usuario. Además, aunque hay algunas diferencias entre las universidades de los entrevistados y en los grados académicos, todos conocen la herramienta, por lo que es viable que además tengan la posibilidad de hacer cursos semejantes en su compañía, o los hayan llevado *online*, de manera que tales cursos se ofrecen dentro del propio sitio de Microsoft Power BI & Tiles (2021).

No hubo diferencia por territorio, de acuerdo con los criterios de objetivo y trascendencia. Se constató que las cuestiones llevadas a cabo en el territorio nacional prestan menor atención a los criterios de este rubro como el desconocimiento de que herramientas de automatización maneja el régimen de hoy y sus respectivos marcos de trabajo; asimismo, se puede asegurar que la mayoría conoce la herramienta Power BI.

Esto es importante, porque es un marco de trabajo de automatización de trabajo que va de la mano con la necesidad fundada en el marco teórico, de asociarlo con el objetivo, problema e interrogantes investigativas del trabajo. Además, el marco teórico da forma a las cuestiones de indagación y ayuda a conservar el propósito del estudio en un enfoque específico. (Sittenfeld Molina, 2022).

Por otra parte, vincular aplicaciones a las novedosas posibilidades de la plataforma es hoy muchísimo más simple que anteriormente. Si una plataforma no es compatible con varias funcionalidades avanzadas al inicio de su desarrollo, solo tiene la elección de omitir las características de la aplicación que necesitan aquellas funcionalidades y todavía se puede utilizar la aplicación primordial. Esto se ve como un enorme beneficio, debido a que las pruebas de la aplicación tienen la posibilidad de empezar temprano en el desarrollo de la plataforma y, por consiguiente, la madurez de la aplicación se incrementa de forma considerable, lo cual muestra que por su naturaleza, Power BI es bastante utilizado para lidiar con diferentes labores que manejan las distintas compañías.

Tal como menciona Nokleberg y Hawkes (2020), la dependencia de los sistemas físicos provoca que la automatización de pruebas para el desarrollo de las cosas sea un reto, de manera que se buscan oportunidades de automatización de pruebas dentro del dominio y validación de los procedimientos de prueba sugeridos usando un marco de automatización de pruebas estudiado con base en las necesidades del software y futuras pruebas. Las empresas deben realizar ajustes organizacionales antes de aplicar *frameworks* de automatización. Los entrevistados coinciden en que un trabajo que debe realizarse para lograr la optimización es la respectiva inducción,

capacitación, interiorización, asimilación de los conceptos y herramientas del mecanismo. El principal objetivo de esa capacitación es que puedan desenvolver el concepto de “automatización” como principal motivador para la mejora de los procesos.

Similar a lo explicado por Herrera y Salamanca (2020), si se busca algo específico, para poder automatizar un proceso es necesario que cumpla con las siguientes características: pasos bien definidos y basados en reglas claras, que sea lógico, que la entrada de la tarea pueda ser dirigida al sistema de software, que la entrada pueda ser descifrada por sistemas de software, que la salida del software sea accesible y que los beneficios sean mayores a sus costos. Estas variables y condiciones fueron comentadas por los entrevistados en la presente investigación.

Actualmente, para realizar pruebas funcionales automatizadas, existen herramientas como Selenium, TestNG, Sikuli, Cypress, Watir, TestCafe, WebdriverIO, entre otras. En cada una de ellas hay opciones para comparar los resultados obtenidos y los resultados esperados, y generar informes. Los entrevistados no mencionaron varios de estos *frameworks*, por lo que se entiende que a nivel nacional, las herramientas de automatización son muy generalizadas y no tan diversas. En la entrevista se menciona PowerBI como el predominante en sus instituciones.

Uno de los mayores retos que enfrentan las empresas es la capacitación de los empleados para estos mecanismos de automatización y la inminente necesidad de presentarle al personal las herramientas necesarias para el control y administración de estas, pero sin una adecuada capacitación no se lograrán los resultados deseados. Es aquí donde está la importancia de tener una metodología ágil de procesamiento, comentan nuestros entrevistados.

Los entrevistados también indican que la alineación de la estrategia con metodologías ágiles resulta indispensable para que se puedan organizar; se menciona el sistema Scrum, el cual es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto. Estas prácticas se apoyan unas a otras, y su selección tiene origen en un estudio de la manera de trabajar de equipos altamente productivos y ágiles.

De acuerdo con Sarazu Cotrina (2022),

SCRUM permite la entrega de producto funcional mientras se mejora o se planifica mejoras en el mismo por cada entrega. La automatización del proceso de ventas en SAP ERP trajo consigo un aumento del 232% en las ventas, una disminución en el tiempo que tomaba la creación de las cotizaciones para los clientes antes duraba 3 días la generación de estas y luego de la implementación del proyecto solo demoraba 10 minutos, generación automática

de pedidos, ordenes de fabricación y facturas, así como una disminución en la pérdida de los clientes potenciales (p. IV).

Destaca el cambio radical anteriormente mencionado utilizando metodologías Scrum dentro de la productividad de la empresa. Sin embargo, no todas las empresas sostienen el presupuesto necesario para invertir en este. La carencia de cursos de calidad suficiente y de una sección de teoría sobre tecnologías educativas y redacción académica a nivel de posgrado puede impedir que los alumnos y trabajadores sean conscientes de la realidad de automatización de procesos en los instrumentos accesibles, y que se maneje el régimen, de forma que es poco común que reciban información correcta sobre este asunto.

Los entrevistados concuerdan en que los beneficios de la gestión de proyectos Scrum comprenden la flexibilidad, pues es una metodología de gestión de proyectos diseñada para responder fácil y positivamente al cambio. Con los métodos de gestión de proyectos y los cursos de gestión convencionales, los requisitos cambiantes pueden ser una pesadilla. Lo contrario es cierto con enfoques como Scrum y su metodología principal, Agile. Estos están diseñados para responder en todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto. También hablan de su versatilidad. Scrum comenzó en la industria del software, pero sus principios y procesos se pueden aplicar en casi cualquier lugar. Asimismo, se pueden utilizar para gestionar pequeños y grandes proyectos. Poder mantener un valor rápido y frecuente. En un proyecto Scrum, el valor se entrega a las partes interesadas (a menudo clientes) desde el principio y durante todo el ciclo de vida del proyecto. Poseen roles de equipo claros, más en un Equipo Scrum, todos entienden su rol y las responsabilidades que esto implica. Esta es una excelente protección: no se pierde nada. También crea un equipo muy unido y de alto rendimiento. Cada miembro confía en que los demás llevarán a cabo sus funciones y se comunicarán si se requiere alguna ayuda.

La transparencia es uno de los tres pilares de Scrum, los principios fundamentales sobre los que se construye el resto de Scrum. Diferentes elementos dentro de un Scrum Sprint (ciclo de proyecto) ayudan a mantener este pilar; Scrum Board muestra las tareas en curso y su progreso; Daily Standup Meeting brinda la oportunidad de señalar cualquier obstáculo; y Sprint Planning and Review describe claramente las prioridades y los logros del Sprint, respectivamente.

En lo que respecta a la colaboración mejorada, Scrum Board y Daily Standup Meeting también sirven como plataforma para compartir ideas y soluciones. Scrum ofrece y fomenta una mejor comunicación y colaboración. La mejora de la comunicación también se extiende a todas las partes interesadas del proyecto. El propietario del producto Scrum (a menudo denominado "parte interesada clave" del proyecto) está en comunicación continua con el cliente. Actúa como la voz del cliente dentro del Equipo Scrum. Con un nivel de comunicación más frecuente, una representación sólida y una entrega de valor frecuente, las partes interesadas del proyecto Scrum tienden a estar bastante satisfechas en general. Gracias a este tipo de prácticas de aprendizaje y

mejora continua una Retrospectiva de Sprint tiene lugar al final de cada Sprint. Este es un tiempo dedicado para que el equipo mire hacia atrás en el Sprint final, para evaluar sus fortalezas y debilidades. Esta oportunidad de aprendizaje puede generar un conocimiento valioso que el equipo lleva a Sprints futuros para ayudarlos a trabajar de manera más inteligente. Los elementos combinados que hacen que Scrum sea más comunicativo, flexible y productivo lo convierten en un proyecto de menor riesgo. Cuando se implementa correctamente, Scrum es indefinidamente sostenible. Esto facilita la planificación para una entrega más constante de valor y resultados.

Además, el hecho de que la cantidad de libros y capítulos de libros que tienen información sobre teorías en relación con este campo sean subjetivamente nueva para el año 2022, ya que las raíces del campo de las tecnologías educativas son muchísimo más viejas, en la actualidad podría haber afectado los resultados (García y Solano, 2021).

Los participantes en la presente investigación evidencian que este tipo de desarrollos tienen una gran cantidad de beneficios en metodología y teoría. Esto abre la puerta a innumerables estudios, especializaciones y nuevas ramas de trabajo. Se teme la era de la transición digital, porque se desconoce su alcance. Es parte de nuestro propio proceso de sofisticación el tener que adaptarnos a nuevas tecnologías que otras personas han desarrollado y crecer, aprender y madurar con estas.

Los entrevistados coinciden en que las mejores prácticas en la automatización de pruebas son las pruebas en dispositivos reales, la distribución de tareas según habilidades, pruebas de una función por caso y proporcionar opción de llamada de versión. Además, concuerdan en que la utilización de *frameworks* de automatización simplifica no solo el análisis de datos de una empresa, sino cualquier proceso que consuma tiempo, dinero y que les represente un gasto energético; la solución de estos largos procesos se puede reducir a un *framework* de automatización programado, adecuado y específicamente creado para las necesidades de cada entidad empresarial siguiendo las metodologías ágiles.

Conclusiones y recomendaciones

Se concluye que, como base para producir el plan inicial para la automatización de un proceso, es necesario averiguar lo suficiente como para lograr comprender todo lo primordial del paso a paso, que cumpla con los requerimientos necesarios para que el proceso pueda ser automatizado y que se logre llegar a usar de la forma más competente, de acuerdo con el tiempo del plan, todo sumado a los conocimientos que se tenga del software o plan de procesos por automatizar.

El objetivo de la automatización de procesos es facilitar que las empresas hagan su trabajo, e involucra reducir el tiempo y el precio de realizarlo. Uno de los elementos más importantes que

las empresas deben tener en cuenta al hacer esta clase de sistema es el diseño, que debería estar inspirado en que un sistema debería construirse para funcionar sin inconvenientes y además debería estar en compañía por un mínimo de errores.

Como menciona Imarticus (2021),

Medida que crece una empresa, y también lo hace su generación de datos, se vuelve cada vez más difícil administrar este gran volumen de datos de manera efectiva. Es necesario que exista un sistema que pueda identificar las lagunas, analizar las necesidades y recomendar soluciones para garantizar el crecimiento del negocio. Aquí es donde entra en juego el análisis empresarial.

El análisis comercial es un componente clave de la historia de crecimiento de cada empresa. En términos simples, es una práctica basada en la investigación que impulsa el cambio organizacional para brindar resultados de mayor valor para las partes interesadas de una empresa. Debido a la importancia fundamental del análisis empresarial para la existencia de las empresas, el campo en sí se ha convertido en un vasto mercado de oportunidades. Se han desarrollado muchas herramientas de análisis de negocios con características únicas. Uno de ellos es Microsoft Power BI (párrs. 1 y 2). (Traducción libre del autor).

Todo sistema puede ser escalable y debería serlo, diferentes opciones para automatizar una tarea o visualizarla siempre serán aspectos de mejora, y con base en lo que se usa o maneja en la actualidad debería poder funcionar siempre que se sigan las buenas prácticas que se recomiendan hoy cuando se busca automatizar un proyecto.

La iniciativa primordial de este plan es poder exponer resultados, de forma que se proponga dar resoluciones sencillas, rápidas y disponibles a los inconvenientes más frecuentes que muestra el área y proceso por estudiar, de manera que a nivel nacional se puedan replicar las prácticas más eficientes para dar soluciones automatizadas.

Además, es fundamental señalar que la base para la producción de automatización se inspira primero en tener un diseño reutilizable, y que cada una de las piezas primordiales del plan tienen que completarse con un margen de error mínimo, para que todo funcione de forma correcta, más eficientemente, sabiendo que hay muchas pruebas y prototipos involucrados en la automatización de procesos para reducir el costo y su elaboración.

El principal y posible problema de la automatización es que es necesario un presupuesto alto para lograr sacarle el mayor beneficio dentro de una posición autónoma o fuera de una empresa, pues puede dar resultados opuestos si se llega a tener inconvenientes de rendimiento o funcionamiento dentro de lo presupuestado. Además, es necesaria una licencia, lo cual genera un costo adicional,

dependiendo de los servicios que se vayan a manejar para las diferentes rutas en la optimización de procesos.

Con base en lo anterior, se puede identificar una constante en la misma idea de mantener ciertos parámetros a la hora de considerar un proceso automatizado. Los entrevistados también concuerdan en que se necesita la adecuada capacitación de la herramienta o servicio por utilizar antes de considerarlo un proceso escalable.

Uno de los elementos más relevantes que las empresas tienen que considerar al producir un sistema de esta clase es la parte visual de los datos. En Microsoft Power BI, se posee la función de relacionar de forma sencilla lo que pasa en los datos, lo cual es fundamental. Los entrevistados además señalaron que la parte visual de los datos debería ser bastante fundamental para asegurar que sean importantes para el negocio. Además de poder visualizar datos, Microsoft Docs también puede ayudar a las empresas a conectar lo que pasa en los datos, y esto es muy importante.

Según Myers y Sparkman (2022), “una correcta adopción de Power BI supone la creación de procesos, soporte técnico, herramientas y datos eficaces y su integración en los patrones continuos de uso normales de los creadores de contenido, los consumidores y las partes interesadas de la organización (sección Adopción de Power BI, párr. 1).

Finalmente, hay un uso claro y confiable de la documentación y los informes de datos. Los mismos procesos ágiles mencionados previamente abogan por conservar estándares de seguridad y usabilidad en ellos, mediante aspectos como conservar una nomenclatura clara y concisa, comunicación comercial correcta y positiva, y comprensión de los procedimientos y flujos por continuar, formular una solución idónea con los documentos y datos por usar en la automatización.

Se recomienda que un proceso automatizado conlleve una metodología precisa, constante, repetida e invariable. En aspectos relacionados a interfaz la recolección de datos ayudó a evidenciar la gran diferencia que puede significar la utilidad de la interfaz dentro de esta, gracias a características como una clara descripción de información por agregar; formatos visuales claros; y en relación con datos por utilizar, gráficos y muestreos de datos visuales.

Cabe considerar que el uso de ambiente de prueba ayuda a minimizar riesgos y permite la visualización a futuro de un posible escenario para el cual este pueda o no estar preparado, y es que la automatización de pruebas es un tema bastante amplio y no trivial, además de que existen innumerables enfoques posibles y se adaptan de manera diferente a distintos entornos.

Se nota un claro y robusto uso en lo que es documentación y reportería de datos dentro de los comentarios brindados por los participantes de la entrevista. Los mismos procesos ágiles anteriormente mencionados explican parámetros para mantener estándares de seguridad y

practicidad, en temas como mantener una nomenclatura clara y concisa, utilizar datos precisos en pasos repetidos, una correcta comunicación efectiva dentro de un negocio, el entendimiento de procedimiento y flujos por seguir, y formular una correcta solución con los documentos y datos por utilizar dentro de un marco de automatización.

¿Cuáles son las mejores metodologías de trabajo en inteligencia artificial, dentro de un *framework* y cuál *framework* permite un sistema escalable para que la automatización de estas sea óptima dentro de las empresas en Costa Rica? Considerando lo mencionado anteriormente, la investigación y las entrevistas concluyen que Power BI es el sistema que mejor se acopla a todas las necesidades para utilidad automatizada que podría tener una empresa en Costa Rica.

Power BI es una atractiva herramienta de análisis basada en la nube de Microsoft que se fundamenta en los principios del análisis ágil. Esta les permite a los usuarios visualizar y analizar un gran volumen de datos de la empresa para fortalecer las operaciones.

Ofrece una interfaz amigable y fácil de visualizar como anteriormente se explicó en el análisis de resultados; es escalable, ya que el sistema es completamente programable, sus componentes pueden ser cambiados y la información por recibir también. La información que procesa es repetida y de gran cantidad, lo cual le permite visualizar gráficos de tendencia o porcentajes relacionales. Además, permite sincronización con todas las aplicaciones de Microsoft, por ende, es una herramienta que cualquier empresa pueda tener dentro de su dominio, lo cual la vuelve un proceso fácil de implementar en una capacitación.

La utilidad del *framework* no estaría completa sin una metodología ágil que la implemente; los entrevistados mencionan un claro énfasis en SCRUM y sus procesos flexibles, lo cual lo vuelven la escogencia de metodología para implementar dentro de un sistema de procesos automatizados.

SCRUM es uno de los marcos dentro de la metodología ágil que se utiliza para crear hipótesis, probarlas, analizar resultados y hacer ajustes. Es una forma de prueba y error de alto funcionamiento, que les permite a los analistas de negocios filtrar las más mínimas discrepancias.

Se recomienda también usar la metodología SCRUM para administrar proyectos donde los requisitos cambian o el alcance del producto final no se amplía, pero cuando se logra un producto funcional, se agrega valor.

Se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas y estándares para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto o proceso.

Procesos de implementación y estandarización como: Revisión QA o Quality Assurance (Aseguramiento de Calidad), rastreo de registros, métricas, procesos de abastecimiento y

generación de bases de datos son claros procedimientos laborales del día a día en muchas empresas de Costa Rica, las cuales principalmente se ven siempre relacionadas con algún tipo de sistema automatizado. Por ser varios procesos los que forman parte de un flujo SCRUM, ha sido ya durante bastante tiempo un estándar de calidad para el mejoramiento de estos, una práctica que también debe seguir siendo implementada junto con la automatización.

Se llegó a la conclusión de que reducir el tiempo y el costo de las pruebas, aumentar la cobertura de las pruebas, definir la precisión de las pruebas, flexibilizar la velocidad de retroalimentación y mejorar la comprensión de los datos son prácticas en los sistemas automatizados que definen sus niveles de aplicabilidad en cualquier ambiente, y esto funciona para poder dar un margen de utilidad a nivel nacional.

Por último, se recomienda hacer un análisis del presupuesto para sistemas de automatización y metodologías ágiles como los son Power BI y SCRUM, dependiendo de los factores que la entidad piense que les puedan convenir.

Referencias

- Algarni, M. A. (2021). *Contract Lifecycle Management: Processes and Benefits. In Innovative and Agile Contracting for Digital Transformation and Industry*. IGI Global.
- Anton, P.S., Tannehill, B., McKeon, J., Goirigolzarri, B., Holliday, M. A., Lorell, M. A., & Younossi, O. (2021). *Strategies for Acquisition Agility. Approaches for Speeding Delivery of Defense Capabilities* (https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR4193.html). RAND Corporation.
- Ateşoğulları, D., & Mishra, A. (2020). Automation testing tools: A comparative view. *International Journal on Information Technologies & Security*, 12(4), 63-76. https://www.researchgate.net/publication/346109409_AUTOMATION_TESTING_TOOLS_A_COMPARATIVE_VIEW
- Bermúdez Rubio, D., Cuenca Rivera, P. E., García Murillo, P. G., Gonzalo Gutiérrez Gómez, G., Portela Ramírez, A. J. (2021). Sugerencias para escribir análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones en tesis y trabajos de grado. *Revista CITAS*, 7(1). https://www.researchgate.net/profile/Paulo-German-Murillo/publication/359467158_Sugerencias_para_escribir_analisis_de_resultados_conclusiones_y_recomendaciones_en_tesis_y_trabajos_de_grado/links/623dcfab8068956f3c4a9e89/Sugerencias-para-escribir-analisis-de-resultados-conclusiones-y-recomendaciones-en-tesis-y-trabajos-de-grado.pdf
- Brossi, L., Rivieri, E. y Castillo, A. M. (2021). *Inteligencia artificial y sociedad*. https://static0planetadelibroscom.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39308_Inteligencia_artificial.pdf

- Cabraca, M. (2020, 6 abril). QA: ¿Necesito un Framework de Automatización? *Encora*.
<https://www.encora.com/es/blog/qa-necesito-un-framework-de-automatizacion>
- Calculate Data Inc. (2022). *Top 12 Benefits of Power BI*.
<https://www.calculatedata.com/benefits-of-power-bi/>
- Cohen, M., Rozario, A. M., & Zhang, C. (2019). Exploring the use of robotic process automation (RPA) in substantive audit procedures. *The CPA Journal*, 89(7), 49-53.
<https://www.cpajournal.com/2019/08/14/exploring-the-use-of-robotic-process-automation-rpa-in-substantive-audit-procedures/>
- Conejero, J. C. (2020). Una aproximación a la investigación cualitativa. *Neumología Pediátrica*, 15(1), 242-244. <https://www.neumologia-pediatrica.cl/index.php/NP/article/view/57/57>
- Cueto Urbina (2020). *Investigación Cualitativa*.
<https://ieya.uv.cl/index.php/asid/article/download/2574/2500>
- Dilmegani, C. (2022, 27 de julio). Automation Testing: Types, Frameworks, Tools & Best Practices. *AIMultiple*. <https://research.aimultiple.com/automation-testing/>
- García, J. J. B. y Solano, J. S. (2021). Informes dinámicos de ventas con herramientas de bussines Intelligence (Power Bi). *Técnica contable y financiera*, (40), 136-149.
- Golonka, P., & Varela, F. (2019). *Consolidation and redesign of CERN industrial controls frameworks*. Proceedings of ICALEPCS2019, New York.
- Hamilton, T. (2022, 30 Abril). What is Data Driven Testing? Learn to create Framework. Guru99. <https://www.guru99.com/data-driven-testing.html>
- Herrera, J. M. y Salamanca, J. F. (2020). *Acercamiento a los frameworks de automatización robótica de procesos (RPA)*. [Tesis de grado]. Universidad Tecnológica de Pereira.

<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/a51d9aea-8d1a-4c87-bbce-918a43e8a815/content>

Herschmann, J., Murphy, T., Scheibmeir, J., & Quadrants, V. A. M. (2019). *Magic Quadrant for Software Test Automation. Technical Report.*

https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17999/Sarazu_cc.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Imarticus. (2021, 11 de noviembre). Ultimate Comparison Guide: Scrum, Agile and Power BI. *Imarticus Blog*. <https://blog.imarticus.org/ultimate-comparison-guide-scrum-agile-and-power-bi/>

Keyword Driven Framework in Selenium. (2020, 20 de julio). *BrowserStack*.

<https://www.browserstack.com/guide/keyword-driven-framework-in-selenium>

Krichen, M., & Alroobaea, R. (2019). *A new model-based framework for testing security of iot systems in smart cities using attack trees and price timed automata*. SCITEPRESS-Science and Technology Publications.

Malik, A., & Ashima Mehta, A. (2022). Automation Testing. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 4(6), 2775-2779.

https://www.irjmets.com/uploadedfiles/paper/issue_6_june_2022/26481/final/fin_irjmets1655841769.pdf

Merina, C., Anggraini, N., & Hakiem, N. (2018, October). *A Comparative analysis of test automation frameworks performance for functional testing in android-based applications using the distance to the ideal alternative method*. In 2018 Third International Conference on Informatics and Computing (ICIC) (pp. 1-6). IEEE.

- Microsoft Docs. (2022). *¿Qué es Power BI?*
- Morales-Urrutia, E., Ocaña, J. M. C., Aguirre, J. L. S. y Pérez-Marín, D. (2019). Interfaz de usuario enfocado en el co-diseño con niños. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E22), 147-160.
- Mubarak Albarka, U., & Chen, Z. (2019). A study of automated software testing: Automation tools and frameworks. *International Journal of Computer Science Engineering (IJCSE)*, 8(6), 217-225.
https://www.researchgate.net/publication/338282426_A_Study_of_Automated_Software_Testing_Automation_Tools_and_Frameworks
- Myers, P. y Sparkman, M. (2022, 12 de agosto). *Hoja de ruta de adopción de Power BI - Power BI*. Microsoft Docs. <https://docs.microsoft.com/es-es/power-bi/guidance/powerbi-adoption-roadmap-overview>
- Nokleberg, C., & Hawkes, B. (2020). Best Practice: Application Frameworks: While powerful, frameworks are not for everyone. *Queue*, 18(6), 52-77.
- Paiva, A. C., Maciel, D., & Silva, A. R. D. (2019, May). *From requirements to automated acceptance tests with the RSL language*. In *International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering* (pp. 39-57). Springer, Cham.
- Pérez Ibarra. (2021). *Herramientas y tecnologías para el desarrollo web desde el FrontEnd al BackEnd*
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/120476>
- Power, B. I., Excel, U., Desktop, P. B., & Tiles, P. (2021). *Microsoft POWER BI*.
<https://powerbi.microsoft.com/en-us>.
- Salohonka, M. (2020). *Automated testing of React Native applications*.

<https://lutpub.lut.fi/handle/10024/160734>

Sarazu Cotrina, C. D. (2022). *Automatización del proceso de ventas de una empresa automotriz en SAP usando metodología Scrum*. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.

Scrum Online. (2021, 24 Junio). *Benefits of Scrum (10 Awesome Benefits for Any Project)*.
<https://scrumonline.ie/10-benefits-of-scrum/>

Sharma, L. (2021). *Modular Driven Framework*. <https://www.toolsqa.com/selenium-webdriver/modular-driven/>

Silvola, R. P., & Sargsyan, L. (2022). *DevOps and CI/CD for WinCC Open Architecture Applications and Frameworks*. JACoW ICALEPCS, 2021, 281-285

Sittenfeld Molina, C. R. (2022). *Creación de herramienta de planificación para partes de reparación de computadoras e impresoras HP Inc. usando SQL y Power BI*. [Tesis de Licenciatura], Universidad Latina de Costa Rica.
https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/1583/1/TFG_Ulatina_Christian_Sittenfeld_Molina_200802075088.pdf

Software Testing Help. (2022). *BDD (Behavior Driven Development) Framework: A Complete Tutorial*. <https://www.softwaretestinghelp.com/bdd-framework/>

Sokhi, R. S., Singh, V., Querol, X., Finardi, S., Targino, A. C., de Fatima Andrade, M., ... & Zavala, M. (2021). A global observational analysis to understand changes in air quality during exceptionally low anthropogenic emission conditions. *Environment international*, 157, 106818.

What Is Hybrid Framework in Selenium? (2022). *Software Testing Help*.
<https://www.softwaretestinghelp.com/hybrid-framework-in-selenium>

Anexo A. Propuesta de entrevistas

Parte I.

Informar al especialista participante la finalidad de la investigación, que tiene carácter confidencial y que la participación es voluntaria. Se le solicita el consentimiento para utilizar su opinión para este estudio. El participante puede negarse a contestar, o terminar la entrevista en el momento que lo desee. La entrevista no durará más de 30 minutos.

Parte II.

Guía de preguntas para entrevista

1. Por favor indique su profesión, su experiencia en el área de automatización y los temas que conoce relacionados en la agilidad empresarial.
2. ¿Cuáles son los *frameworks* de automatización (por ejemplo, Power BI, Selenium, Jasmine, Sikuli, Cypress, PyTest, Serenity, WebdriverIO, etc.) que conoce y cuáles son los beneficios que usted considera que tienen?
3. Por favor explique el *framework* de automatización que utiliza su organización y cuáles otros mecanismos de interfaces ágiles conoce que se utilicen a nivel nacional.
4. ¿Cuál es el *framework* de automatización que prefiere? ¿Dónde lo ha visto ser utilizado? ¿Para cuáles usos?
5. ¿Ha escuchado de los *frameworks* de automatización que utiliza el Gobierno de Costa Rica? ¿Qué ha escuchado y cuál es su opinión al respecto?
6. ¿Cuáles son los criterios que usted considera fundamentales para permitir implementar los *frameworks* de automatización en una empresa?
7. ¿Cuáles procesos empresariales conoce que son automatizables con *frameworks*?
8. ¿Cuáles características debe tener un *framework* de automatización para promover la producción sostenible, innovadora y responsable en la gestión de empresas?