

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

**INSTITUTO DE CIENCIAS BASÍCAS E INGENIERÍA**

**“Manual Técnico para la implementación de un marco metodológico para la evaluación de la usabilidad de los Sistemas de Información de las universidades del Estado de Hidalgo: Un Enfoque Metodológico para mejorar la experiencia de usuario”**

**PRESENTA:**

**Gabriel de Jesús Guerrero Yepez**

**CURSO RELACIONADO:**

**Desarrollo de proyectos computacionales**

**Mineral de la reforma, Hidalgo**

**Noviembre, 2024**

**ÍNDICE**

Autorizaciones…………………………………………………………………7

Fundamentación de la Problemática en la Evaluación de Usabilidad y Calidad: Problemática a Resolver……………………………………………7

PROPÓSITO…………………………………………………………………...8

Objetivos………………………………………………………………………..8

**Objetivo general………………………………………………………………………………....8**

**Objetivo específico……………………………………………………………………………...9**

ALCANCES Y LIMITACIONES…………………………………………….10

**Alcances………………………………………………………………………………...........10**

**Limitaciones………………………………………………………………………………….11**

Metodología utilizada……………………………………………………… 12

Responsable………………………………………………………………….13

Frecuencia de revisión………………………………………………………13

Estado del arte……………………………………………………………….14

**Trabajos previos…………………………………………………………………………….15**

**Normas y estándares internacionales…………………………………………………..16**

**Desafíos y retos detectados…………..…………………………………………………..17**

**Justificación del marco metodológico propuesto ……………………………………18**

Vocabulario…………………………………………………………………...19

**Color………...………………………………………………………………………………...19**

**Accesibilidad………………………………………………………………………………...19**

**Evaluación……………………………………………………………………………………21**

**Experiencia de usuario…………………………………………………………………….21**

**Diseño centrado en el usuario……………………………………………………………21**

**Marco metodológico………………………………………………………………………..21**

**Modelos mentales …………………………………………………………………………..21**

**Norma………………………………………………………………………………………….23**

**Norma ISO…………………………………………………………………………………….23**

**Íconos……….………………………………………………………………………………...23**

**Interoperabilidad…………………………………………………………………………….25**

**Seguridad de la información………………………………………………………………26**

**Teoría del color………………………………………………………………………………26**

**Interfaz de usuario…………………………………………………………………………..26**

**Usabilidad web……………………………………………………………………………….26**

**Usuario…………………………………………………………………………………………26**

**Utilidad………………………………………………………………………………………....26**

**Arquitectura de información……………………………………………………………….27**

Antecedentes…………………………………………………………………..27

Introducción…………………………………………………………………….28

Conceptos fundamentales……………………………………………………29

Calendario Secuencial de Fases para la Evaluación de Sistemas de Información Normas y estándares …………………………………………..35

Jakob Nielsen y los principios de usabilidad………………………………..38

Normas y estándares………………………………………………………….46

Marco metodológico…………………………………………………………...69

**Ventajas y desventajas………………………………….....................................................70**

**Fase 1: Definición de los Objetivos de Evaluación…………………………………........72**

**Fase 2: Selección de Métricas y Herramientas de Evaluación………………………75  
Fase 3: Planificación de la evaluación y recolección de datos…………………………81**

**Fase 4: Análisis de resultados y propuestas de mejora…………………………………86**

**Fase 5: Implementación de mejoras y validación de resultados……………………...100**

Página web……………………………………………………………………106

Conclusiones………………………………………………………………….107

Bibliografía…………………………………………………………………….108

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Metodología utilizada para el desarrollo e implementación del proyecto…13

Figura 2: Símbolos literales……………………………………………………………….24

Figura 3: Símbolos metafóricos…………………………………………………………..25

Figura 4: Símbolos arbitrarios-convencionales…………………………………………25

Figura 5: Esquema de Relación usabilidad-experiencia de usuario (UX)…………..35

Figura 6: Calendario Secuencial de Fases para la Evaluación e Implementación de Mejoras……………………………………………………………………………………..37

Figura 7: Tabla de los 10 principios de usabilidad de Jacob Nielsen……………….46

Figura 8: Ejemplo de la Norma ISO 9241………………………………………………47

Figura 9: Ejemplo de aplicación en la página web de la UAEH de la Norma ISO/IEC 25010……………………………………………………………………………………….50

Figura 10: Tabla del modelo de calidad de producto, aplicado a la UAEH………...53

Figura 11: Tabla del modelo de calidad en uso aplicado a la UAEH………………..55

Figura 12: Diagrama de flujo ejemplificado de la Norma ISO 9241-210:2019……..60

Figura 13: Tabla de los componentes principales de la norma Norma IEEE 829….61

Figura 14: Ejemplo de secuencia de la Norma ISO/IEC 25012……………………...62

Figura 15: Representación de Calidad de Productos de Datos………………………64

Figura 16: Ejemplo de relevancia de la Norma ISO/IEC 25012………………………68

Figura 17: Ejemplo de uso de Herramientas para la planificación de la evaluación..81

Figura 18: Ventajas y desventajas de los métodos de evaluación……………………84

Figura 19: Tabla de características para explotar la usabilidad de un sitio web al máximo……………………………………………………………………………………….91

Figura 20: Escala de severidad recomendada para manejo de principios de usabilidad…………………………………………………………………………………….93

Figura 21: Escala de severidad recomendada para manejo de principios de usabilidad aplicada en una universidad del estado de Hidalgo…………………………………….95

Figura: 22: Tabla de propuestas de mejora basada en diversas situaciones……….104

Figura 23: Código QR de acceso a la página…………………………………………..106

# **AUTORIZACIONES**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Elaboró** | **Revisó** | **Aprobó** |
| Gabriel de Jesús Guerrero Yepez | Dr. Víctor Islas Reyes  Director del proyecto terminal en cuestión  Ing. Rubén Serrano Morales  Codirector del proyecto terminal en cuestión | Dr. Víctor Islas Reyes  Director del proyecto terminal en cuestión  Ing. Rubén Serrano Morales  Codirector del proyecto terminal en cuestión |

# **Fundamentación de la Problemática en la Evaluación de Usabilidad y Calidad: Problemática a Resolver**

La problemática que se tiene por resolver es la **falta de un marco metodológico preciso y claro para evaluar la usabilidad y calidad de los sistemas de información en las universidades del Estado de Hidalgo.** La escasa atención en este contexto, donde no existe un enfoque fiable y sistemático para la evaluación de los sistemas de información implementados, puede dar resultados inconsistentes y poco fiables. Esto impacta negativamente la toma de decisiones adecuadas y la eficiencia de estas universidades, que en su mayoría dependen de tales sistemas.

La ausencia de un marco metodológico argumentado impide que las universidades cuenten con un instrumento adecuado y efectivo para evaluar y mejorar la calidad y efectividad de sus sistemas de información. Esto puede traducirse en ineficiencia en el uso de recursos y una baja competitividad en el mercado.

Por ello, es vital desarrollar un marco metodológico que proporcione una guía formal, precisa y bien argumentada para evaluar la usabilidad, eficiencia y calidad de los sistemas de información. Este marco no solo permitirá a las instituciones educativas tomar decisiones informadas, sino que también ofrecerá recomendaciones para mejorar la usabilidad, calidad y efectividad de los sistemas de información utilizados.

# **PROPÓSITO**

Desarrollar e implementar un marco metodológico fundamentado para la evaluación de la usabilidad y calidad de los sistemas de información en las instituciones universitarias del Estado de Hidalgo. Este marco tiene como finalidad garantizar que los sistemas de información sean accesibles y manipulables de manera efectiva y eficiente por sus usuarios, principalmente estudiantes y personas interesadas en ingresar a las universidades. La investigación se centrará en:

* Elevar el rendimiento y la eficiencia de los sistemas de información.
* Reducir errores y decepción por parte de los usuarios.
* Mejorar la experiencia del usuario a través de interfaces intuitivas y funcionales.
* Asegurar que los sistemas de información cumplan con estándares adecuados de usabilidad, calidad y eficiencia, evitando así costos adicionales por mantenimiento y soporte técnico.

Al proporcionar un instrumento claro y fundamentado para la evaluación, esta indagación permitirá a las instituciones universitarias diseñar e implementar sistemas que optimicen la interacción de los usuarios, aumentando la lealtad y satisfacción con los servicios ofrecidos.

**OBJETIVOS**

**Objetivo General**  
Desarrollar un marco metodológico para evaluar la usabilidad y calidad de los sistemas de información empleados en las universidades del Estado de Hidalgo, favoreciendo a dichas entidades que lo apliquen, con un incremento considerable y argumentado de la experiencia de usuario.

# **Objetivos Específicos**

* **Identificar y clasificar** los principales factores que contribuyen a la usabilidad y calidad de los sistemas de información utilizados en las instituciones universitarias del Estado de Hidalgo, permitiendo la formulación de patrones claros que faciliten un entendimiento profundo del impacto en la experiencia del usuario y el desempeño del sistema, lo que resulta en una mejora significativa en el rendimiento y satisfacción del usuario.
* **Analizar, diseñar y validar** una serie de indicadores y métricas que permitan evaluar de forma argumentada la usabilidad, calidad y eficiencia de los sistemas de información en las instituciones universitarias del Estado de Hidalgo. Estos indicadores deberán ser confiables, notables y fáciles de aplicar en diversas situaciones, facilitando una evaluación sistemática y objetiva que conduzca a una mejora continua en el desempeño del sistema.
* **Examinar la relación** entre la usabilidad, calidad y eficiencia de los sistemas de información, así como su influencia en la toma de decisiones informadas en las universidades del Estado de Hidalgo, para determinar cómo el marco metodológico puede contribuir a la mejora de estos sistemas y a la toma efectiva de decisiones.
* **Diseñar y aplicar** una herramienta de recopilación de datos (encuesta, cuestionario, etc.) que evalúe la satisfacción del usuario en relación con los sistemas de información en las universidades del Estado de Hidalgo, con el objetivo de obtener información clara, precisa y confiable sobre las fortalezas y debilidades de cada sistema.

**ALCANCES Y LIMITACIONES**

El desarrollo de un marco metodológico para la evaluación de la usabilidad y calidad de los sistemas de información en las universidades del Estado de Hidalgo es una iniciativa que busca mejorar la interacción de los usuarios con estos sistemas. Sin embargo, como en cualquier investigación, es importante reconocer los alcances y limitaciones del estudio. A continuación, se presentan los aspectos clave que delimitan el impacto de esta indagación.

**Alcances**

* **Herramienta Integral de Evaluación**: Este proyecto proporciona una herramienta completa y útil para evaluar la usabilidad y calidad de los sistemas de información, especialmente las páginas web, de las universidades del Estado de Hidalgo. La evaluación no se limita a aspectos visuales o funcionales, sino que incluye una revisión integral que abarca la interacción con el usuario, la precisión y estabilidad de la información, así como la eficiencia en el uso de recursos. Esto permitirá identificar las áreas de mejora en distintos niveles del sistema.
* **Mejora Continua**: El marco metodológico está diseñado para implementar procesos de mejora continua. Esto significa que las universidades podrán utilizar los resultados de la evaluación para realizar ajustes y cambios conforme sea necesario, fomentando una cultura de mejora constante en sus sistemas de información.
* **Optimización de la Experiencia del Usuario**: Al aplicar este marco metodológico, se espera optimizar la experiencia del usuario, reducir errores en la información e incrementar la confiabilidad de las plataformas. Esto influirá de forma positiva en la percepción y satisfacción de los estudiantes, personal administrativo y la comunidad que utiliza el sistema de información.
* **Expansión del Marco Metodológico**: Este proyecto tiene la capacidad y potencial de expandirse para aplicar el marco metodológico en otros contextos educativos o incluso en sectores distintos. En futuras investigaciones, el marco podrá adaptarse para evaluar diferentes tipos de sistemas, incluyendo aquellos utilizados en el sector gubernamental, aumentando así su impacto.

**Limitaciones**

* **Generalización de Resultados**: Dado que el enfoque del proyecto se adapta únicamente a los sistemas de información de las universidades del Estado de Hidalgo, los resultados obtenidos pueden no ser generalizables a universidades de otras regiones o países. Las necesidades y características de los sistemas de información varían según el contexto, lo que significa que lo que funciona bien en un lugar podría no ser efectivo en otro.
* **Momento de Evaluación**: La evaluación se realizará en un momento específico, por lo que los resultados reflejarán el estado del sistema de información en ese instante. Dado que los sistemas suelen actualizarse con frecuencia, las conclusiones podrían quedar desactualizadas si no se realizan evaluaciones periódicas.
* **Acceso a los Sistemas de Información**: Por razones de seguridad, políticas u otras, algunas universidades pueden no proporcionar acceso completo a sus sistemas de información. Esto limitaría la evaluación a ciertos componentes importantes y afectaría la capacidad de realizar una evaluación exhaustiva.
* **Recursos Disponibles**: La falta de recursos (herramientas tecnológicas, tiempo, personal especializado, entre otros) podría limitar la aplicación de todas las evaluaciones planificadas. Además, un tiempo limitado para la implementación del proyecto podría reducir el número de universidades a las que se les aplique la evaluación.

**METODOLOGÍA UTILIZADA**

* **Metodología SCRUM Implementada**

La metodología SCRUM ha sido aplicada en el desarrollo del marco metodológico con la finalidad de mejorar la usabilidad de los sistemas de información universitarios. Esta metodología hace más sencilla la mejora continua mediante ciclos de trabajo cortos llamados sprints, cada uno enfocado en objetivos específicos, como la definición de términos, normas, elaboración y validación del marco. Los roles clave, como el SCRUM Master, el Product Owner y el Development Team, aseguran una colaboración eficaz y una gestión ágil del proyecto.

Al final de cada sprint, se realiza una retrospectiva para que se evalúen los avances y hacer ajustes necesarios, promoviendo así un proceso de mejora iterativa. Las reuniones frecuentes y la retroalimentación continua permiten mantener el enfoque en la calidad y la adaptabilidad del sistema a las necesidades del usuario.

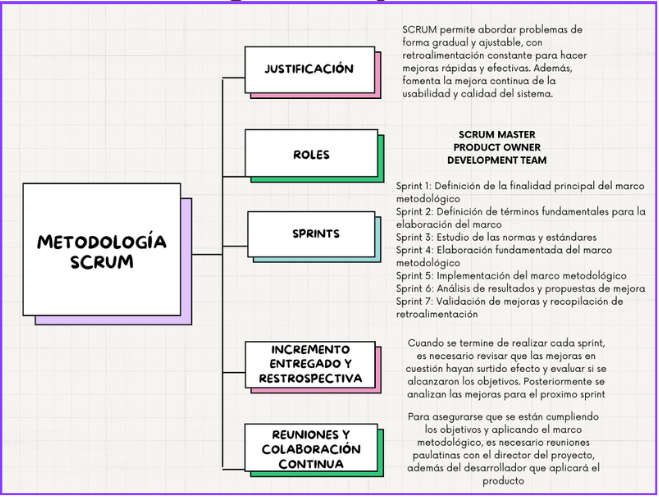
  
La clasificación e implementación de esta metodología se puede visualizar en la siguiente figura:

Figura 1: Metodología utilizada para el desarrollo e implementación del proyecto

**RESPONSABLE**

El responsable de elaborar, difundir, utilizar y mejorar el procedimiento es Gabriel de Jesús Guerrero Yepez (autor de este manual técnico), en coordinación con el director de proyecto, el Dr. Víctor Islas Reyes y el codirector del proyecto Rubén Morales Serrano.

Gabriel de Jesús Guerrero Yepez es el encargado de asegurar que el procedimiento se mantenga actualizado y se difunda efectivamente entre los desarrolladores, facilitando, de esta forma, la implementación de mejoras en la usabilidad y calidad de los sistemas de información que utilizan.

**FRECUENCIA DE REVISIÓN**

Este procedimiento estará sujeto a revisión y a actualización por lo menos **una vez al año,** con la finalidad de que se mantenga relevante y útil para quienes los utilicen, además de que este periodo de revisión, otorgará una mejora continua y la incorporación de nuevos avances tecnológicos, cambios en las necesidades del usuario, y retroalimentación de la efectividad que tiene el procedimiento establecido.

**ESTADO DEL ARTE**

Como en todos los proyectos y trabajos de investigación, es necesario que se aborde el estado del arte, ya que es un mecanismo de gran utilidad que da la posibilidad de hacer la identificación de herramientas y enfoques existentes en las diversas áreas de estudio, y en este caso, la evaluación de usabilidad y calidad de los sistemas de información universitarios, siendo que su objetivo prioritarios es el que se analicen los trabajos previos relacionados, así como normas y estándares internacionales y las herramientas que se usan para que se incremente la experiencia de usuario y se pueda garantizar la calidad que contendrá el software en cuestión. De esta forma, es posible que se localicen áreas de oportunidad que puedan justificar la necesidad de un marco metodológico específico que cumpla con las necesidades para los diferentes sistemas de información que manejan las universidades del Estado de Hidalgo y que son de vital importancia en las funciones que cumplen día a día dentro de la organización.

De forma particular, este análisis destaca la relevancia de que se integren pruebas de usabilidad, así como normas y estándares internacionales, mismos que son considerados como un componente central en la evaluación y diseño de los sistemas de información universitarios. Además, se incluyen las herramientas tecnológicas que más se usan y el impacto que estas tienen en el desarrollo de sistemas de información, como portales web. Por otra parte, este enfoque en particular otorga soluciones que no nada más detecten las deficiencias que existen, sino que de igual forma den recomendaciones concretas que se adapten al contexto educativo institucional.

* **Trabajos previos**

Una vez sabiendo esto, es importante que se abarquen diversos estudios que se relacionan de forma directa con el marco metodológico en cuestión, y que han mostrado exploración en el ámbito de la evaluación de los sistemas de información, tanto en distintos ámbitos, como en el ámbito académico/universitario. Por ejemplo, Cazares y Cornejo (2011) implementaron algunas pruebas de usabilidad en el rediseño del portal web PROMEP de la UAEH, logrando de esta manera, un aumento del 70% de las visitas al sitio. Estas pruebas que se encuentras basados en el modelo “No me hagas pensar” de Steve Krug, resaltan y destacan la importancia de simplificar las interfaces para que se pueda mejorar la experiencia de usuario.

Por otra parte, otro estudio relevante que se relaciona directamente con el ámbito en cuestión, es el de Ángeles Ahumada y colaboradores (2021), quienes hicieron el desarrollo de un instrumento que se basa en ocho criterios de usabilidad para evaluar páginas web de Instituciones de Educación Superior (IES). Este instrumento dio la posibilidad que se presentaran conclusiones que demuestran que aspectos como la navegabilidad, funcionalidad y diseño de interfaces son factores realmente importantes y necesarios para que un sistema de información sea realmente usable y pueda tener la navegabilidad adecuada y de igual forma, estos aspectos se aplicaron a un portal educativo para que se pudieran identificar áreas de mejora. Finalmente, los resultados confirmaron que una evaluación bien estructurada tiene la capacidad de guiar de forma correcta a los desarrolladores hacia mejores concretas, incrementando de manera notable eficiencia y satisfacción del usuario.

Como se puede ver de forma general, este tipo de aplicaciones se puede ver en distintos ámbitos y se evalúa de distintas maneras dependiendo de las necesidades que se tenga en el sistema de información al que se le aplique la evaluación. Es importante destacar que, así como estas indagaciones, la gran mayoría solo se centra en realizar las evaluaciones necesarias sin otorgar una guía de propuestas de mejora que se adapten a las deficiencias detectadas, lo que en el desarrollo de este marco metodológica si se toma en consideración y se abarca de forma adecuada.

* **Normas y estándares internacionales**

Estas herramientas otorgan lineamientos que son realmente esenciales para que se pueda evaluar la calidad y usabilidad en gran medida y adecuada y argumentadamente de los sistemas de información. La ISO 92411-11 define la usabilidad como la capacidad de un producto que tiene para ser utilizado de forma efectiva, eficaz y satisfactoria. Este estándar se complementa de forma adecuada con la ISO/IEC 25010 que detalla un modelo de calidad basado en características como funcionalidad, seguridad y navegabilidad.

Si hablamos acerca del contexto educativo, dichas normas se han aplicado para que se desarrollen herramientas específicas, como los instrumentos que evalúen los criterios de comunicación, operatividad y facilidades de uso de los sistemas de información, como los portales web. Aunque estas guías se consideran fundamentadas, su aplicación en universidades mexicanas, y de forma especial en instituciones públicas, aún se pueden detectar algunas situaciones especiales a las que se enfrentan debido a la falta de metodologías que se adaptan a las necesidades particulares.

* **Desafíos y retos detectados**

A pesar de que los avances en la evaluación de los sistemas de información han sido destacados y notables, aún hay algunas problemáticas y desafíos comunes que es necesario que se aborden por el bien de la navegabilidad y funcionalidad de los sistemas de información que manejan las instituciones, y en especial, las universitarias. Uno de los principales retos es la falta de marcos metodológicos o guías realmente fundamentadas para que se puedan evaluar de forma adecuada y correcta la usabilidad y calidad que manejan los sistemas de información implementados en los sistemas de información de las universidades del Estado de Hidalgo.

Además, las herramientas de las que se dispone, pueden llegar a ser útiles, pero no del todo efectivas y no abordan problemas específicos de los usuarios universitarios. Por ejemplo, plataformas de Google Forms, no da la oportunidad de que se analicen de forma detallada, la interacción del usuario con el sistema, lo que puede reducir de forma considerable su efectividad con la mejora de experiencia de usuario esperada. Estos desafíos justifican la necesidad de la creación de un marco metodológico adecuado y flexible que se pueda adaptar a las particularidades de este contexto y pueda proponer soluciones viables, fundamentadas y completas.

* **Justificación del marco metodológico propuesto**

Una vez dicho esto, y como ya se ha abarcado y mencionado, el marco metodológico desarrollado aborda los desafíos y problemáticas mencionados al incluir estándares internacionales con herramientas (como una página web) y métricas que se adaptan al contexto universitarios del Estado de Hidalgo. Este enfoque en particular, da la posibilidad de evaluar de forma más precisa la usabilidad y calidad de los sistemas de información, otorgando recomendaciones específicas para su mejora, y a diferencia de los enfoques generales, este marco metodológico abarca métricas personalizadas y adaptables, como evaluaciones de usabilidad y satisfacción del usuario, mismas que responden a las necesidades que se identificaron. Por otra parte, ninguna de las guías acerca de este tema, incluye una página web que sirva a los desabolladores para consultar sus dudas, así como compartir sus ideas con otros desabolladores y de esta forma, incluso, mejorar colectivamente.

De esta forma, el análisis del estado del arte evidencia que, aun existen herramientas y normas realmente relevantes y que, aunque estén presentes, no abordan de forma específica y adecuada las necesidades requeridas de los sistemas de información universitarios de las universidades del Estado de Hidalgo. Este marco metodológico representa un avance realmente significativo hacia la optimización de los sistemas de información educativos de la región.

**VOCABULARIO**

A continuación, se presentan las palabras clave que se utilizarán a lo largo de este manual, siendo que el objetivo es facilitar la comprensión de los conceptos y procesos que se abordan, asegurando que los lectores cuenten con un referente claro y preciso para interpretar adecuadamente las directrices y recomendaciones establecidas. En este sentido, con base en las normativas y principios establecidos en la evaluación de sistemas de información, para efectos de este manual, se entiende por:

**Accesibilidad**: Es una característica vital en los sistemas de información, entendida como la capacidad de ser usados y manipulados por personas con distintas capacidades. Se define como la "posibilidad de que un producto o servicio web pueda ser accedido y usado por el mayor número posible de personas, indiferentemente de las limitaciones propias del individuo o del contexto de uso" (Blanco, 2020).

**Color**: Es un concepto relacionado de forma directa con la teoría del color, y que, por más mínimo o irrelevante que parezca, es de vital importancia que se manejen adecuadamente en sistemas de información y en particular, en sistemas de información universitarios. Puede llegar a pensarse que los colores que se deben de implementar en los sistemas de información (en su mayoría o incluso totalidad) deben de estar directamente relacionados con los colores que se manejan en elementos de la organización/institución como el logo, sin embargo, no solo se liga a esto, sino que también, se relaciona directamente con la funcionalidad que tendrá dentro de la interfaz. El uso adecuado de los colores juega un papel realmente crucial en la guía a los usuarios, para facilitar la navegación y reforzar la usabilidad. Cuando el uso de colores no se hace como debería de ser, puede generar problemas de usabilidad graves.

* **Importancia del color en botones y funcionalidades**

Dentro del diseño y creación de las interfaces de los sistemas de información, los colores requieren de ser usados de forma idónea y estratégicamente para la comunicación de significados universales o comunes en estos sistemas que el usuario final pueda entender con facilidad:

**1. Botones de acción principal (CTA - Call To Action)**

Los colores como el azul o el verde, son llamativos y se pueden asociar con acciones positivas como (enviar, confirmar, avanzar).

Dichos colores pueden destacar frente a otros elementos, esto con la finalidad de que el usuario los pueda identificar de forma rápida, eficiente y segura de su funcionamiento.

**2. Alertas o mensajes de error**

El color rojo es el que se asocia de forma directa con la indicación de errores, acciones críticas o problemas.

Este color proporciona apoyo para que el usuario esté alerta ante la situación en cuestión e identifique de forma eficaz y rápida la situación en la que se encuentra

**3. Mensaje de confirmación o éxito**

El verde es usado de forma general para indicar que una acción fue completada de forma exitosa o indicar que el sistema se encuentra funcionando de forma directa.

4. **Acciones informativas o secundarias**

Implantación de colores neutros como el gris o el azul claro son empleados para elementos que tienen menos prioridad o relevancia, pero que, de todas formas, son relevantes.

5. **Contraste y accesibilidad**

Es de vital importancia que los colores que se usan tengan el suficiente y necesario contraste para que se pueda garantizar que son visibles para todos los usuarios, sin excluir a aquellos que tienen discapacidades visuales o de otro tipo.

**Evaluación:** Este concepto es crucial para el proyecto, ya que implica un proceso sistemático de recopilación y análisis de información para evaluar el valor y rendimiento de un sistema. En los sistemas de información, mide usabilidad y satisfacción del usuario, garantizando que se cumplan sus requisitos. Según Arrocha (2021), “la evaluación es un proceso por el cual se determinan cambios generados por una actividad, comparando el estado inicial y el actual con herramientas cualitativas y cuantitativas.”

**Experiencia de usuario**: Este concepto se refiere a cómo un usuario interactúa y percibe un sistema de información, abarcando aspectos como la interacción, facilidad de uso, eficiencia y satisfacción, que influyen en la usabilidad. Según Knapp Bjerén (2003), "la experiencia del usuario es el conjunto de ideas, sensaciones y valoraciones del usuario resultado de la interacción con un producto, influenciada por los objetivos del usuario, las variables culturales y el diseño del interfaz" (Montero, 2020).

**Diseño centrado en el usuario:** Este concepto se refiere a un enfoque de diseño que coloca a los usuarios en el centro del desarrollo, basado en comprender sus necesidades y comportamientos mediante investigación y pruebas continuas. Su propósito es generar sistemas intuitivos y accesibles, mejorando la satisfacción y usabilidad del usuario. Según Montero (2020), "el diseño centrado en el usuario es una filosofía donde el proceso está guiado por información sobre la audiencia del producto, con ciclos iterativos de prueba y optimización".

**Marco metodológico**: El marco metodológico se refiere al conjunto de pasos, técnicas y procedimientos utilizados para formular y resolver problemas. Según Arias (2021), es el "conjunto de pasos, técnicas, y procedimientos que son empleados para formular y resolver problemas." Además, define el enfoque, tipo de investigación y las herramientas que guiarán el desarrollo del estudio.

**Modelos mentales**: Estos modelos se definen como representaciones internas que los usuarios crean en el interior de su mente sobre cómo es la funcionalidad de un sistema o herramienta, esto basado en sus experiencias previas, expectativas y conocimientos.

Si abordamos el contexto de los sistemas de información universitarios, el hecho de que el desarrollador de los mismos, entienda lo mejor posible estos modelos que pueden crear los usuarios, es esencial para que se puedan idear y crear, interfaces que sean realmente intuitivas y funcionales.

Según (Montero, 2020) los modelos mentales, se definen como: Los modelos mentales son nuestros modelos conceptuales acerca de cómo funcionan los objetos, cómo tienen lugar los hechos o cómo se comporta la gente, y son resultado de nuestra tendencia a formar explicaciones de las cosas. **Estos modelos son esenciales para comprender nuestras experiencias, predecir el resultado de nuestras acciones y para manejar situaciones inesperadas. Basamos nuestros modelos mentales en cualquiera que sea el conocimiento que tengamos, real o imaginario, ingenuo o sofisticado.”**

* **Tipos de modelos mentales:**

Existen distintos tipos de modelos o representaciones mentales, mismos que se asocian cada uno a la forma en que las personas perciben, recuerdan y anticipan el funcionamiento que puede tener el sistema y esto, puede ser a través de esquemas conceptuales, más cognitivos, entre otras.

Según (Montero, 2020) los requerimientos de información que puede tener un usuario se pueden subdividir en base de la representación mental que tiene el usuario de dichas necesidades, en dos grupos generales:

**Necesidades sintácticas:** **El usuario conoce el nombre de la opción que está buscando**. Un ejemplo común de este caso es cuando buscamos el teléfono de una persona en una guía telefónica, ya que para encontrarlo debemos conocer previamente el nombre de la persona. También se da cuando utilizamos una aplicación o sitio web habitualmente, y recordamos el nombre de la opción del menú que buscamos.

**Necesidades semánticas: El usuario tiene una representación conceptual de lo que está buscando, pero no necesariamente tiene que ser capaz de verbalizarlo.** En estos casos, los usuarios recorren visualmente (o auditivamente, cuando se trata de usuarios ciegos) las diferentes opciones de los menús, con el fin de reconocer cuál de ellos le llevará a la información necesitada.

**Norma:** Una norma es un documento que establece especificaciones técnicas basadas en el desarrollo tecnológico y la experiencia. Se entiende como un conjunto de directrices globales establecidas por una organización para asegurar que productos, servicios o procesos cumplan con criterios de calidad, seguridad y eficiencia.

**Norma ISO:** Las Normas ISO son esenciales en los sistemas de información, ya que establecen directrices para garantizar la eficiencia, calidad y seguridad en servicios, productos y sistemas. Según Tarín (2020), "ISO son las siglas en inglés de International Organization for Standardization. Se dedica a la creación de normas para asegurar la calidad, seguridad y eficiencia de productos y servicios."

Entre las normas ISO más relevantes para los sistemas de información se encuentran:

* **Norma ISO 9241:** Enfocada en mejorar la usabilidad, define principios relacionados con la interacción del usuario con el sistema, incluyendo facilidad de uso, satisfacción y eficiencia.
* **Norma ISO/IEC 25010:** Estándar clave para evaluar la calidad del software y sistemas de información, abordando seguridad, calidad, eficiencia y mantenibilidad.
* **Norma ISO/IEC 27001:** Prioriza la protección de la información a través de sistemas de gestión de seguridad, crucial para resguardar datos académicos y personales en entornos universitarios.
* **Norma ISO/IEC 12207:** Define procesos para el desarrollo y mantenimiento de software, relevante para proyectos que abarcan todo el ciclo de vida de un sistema de información, desde la planificación hasta el mantenimiento posterior a la implementación.

**Íconos:** Estos elementos son representaciones gráficas que se usan en interfaces de sistemas de información para transmitir (de forma directa) funciones, ideas o acciones de forma concisa y visual. El principal objetivo que tienen es que se comprenda el sistema de forma eficientes y fácil, además de reducir la necesidad de texto e incrementar la experiencia de usuario. Según (Montero, 2020) se define a un icono útil como: “aquel cuyo sentido o función resulta fácil y directamente interpretable. La interpretación de un icono implica establecer una relación o correspondencia entre representación (forma gráfica) y representado (función o significado).”

Los iconos pueden ser clasificados en 4 categorías principales:

**Literal:** El icono otorga similitud de forma directa con lo representado.

Figura 2: Símbolos literales

**Metafórica:** Analogía entre lo que es representado y la representación que se le da, como, por ejemplo, un icono en forma de flecha para salir o regresar a una página anterior dentro del sistema.

Figura 3: Símbolos metafóricos

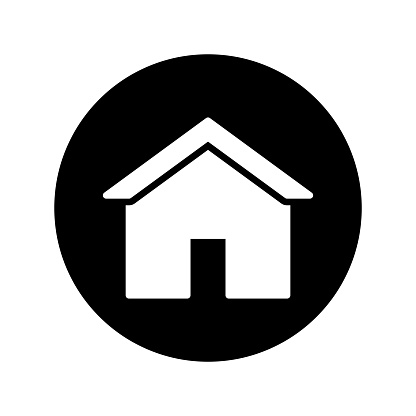
**Arbitraria-convencional:** La relación se encuentra basada en una convención social, como, por ejemplo, el icono de casa para la identificación de la página de inicio dentro de un sitio web.

Figura 4: Símbolos arbitarios-convencionales

**Metonímica:** Categoría que se basa en la asociación mental que se produce entre lo representado y representación, esto ya que, el segundo presenta una relación literal con algo que es parte, causa o consecuencia de lo representado.

**Interoperabilidad:** La interoperabilidad es esencial en los sistemas de información, ya que se refiere a la capacidad de diferentes sistemas y software para comunicarse, intercambiar datos y utilizar la información de manera efectiva. En contextos universitarios, es clave para la integración de servicios y la colaboración entre instituciones. Según Gómez (2019), "la interoperabilidad permite que distintos tipos de ordenadores, redes y aplicaciones trabajen juntos e intercambien información de manera útil."

**Seguridad de la información**: La seguridad de la información es fundamental para garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos en un sistema, especialmente en los sistemas de información universitarios. Se define como "el conjunto de prácticas destinadas a preservar la integridad, la disponibilidad y la confidencialidad de la información, independientemente de su soporte" (Pallero, 2022).

**Teoría del color**: En las páginas web de las universidades del Estado de Hidalgo, la teoría del color es crucial para crear una experiencia de usuario efectiva y agradable. Esta teoría estudia cómo los colores interactúan y afectan la percepción y el comportamiento. "La teoría del color no solo permite diseñar combinaciones atractivas, sino que mejora la funcionalidad y usabilidad al facilitar la identificación de elementos interactivos" (Palmer, 2022), contribuyendo a una mejor experiencia de usuario y eficiencia.

**Interfaz de usuario:** La interfaz de usuario es el punto de interacción entre el usuario y el sistema de información. Debe ser intuitiva, fácil de usar, y diseñada considerando la usabilidad y la experiencia del usuario. "Un mal diseño de la IU puede limitar su uso, ya que es la puerta hacia la funcionalidad del sistema" (Sánchez, 2021).

**Usabilidad web:** En este contexto, donde se evaluará la usabilidad y calidad de los sistemas de información de las universidades del Estado de Hidalgo, es esencial entender la usabilidad web. Este concepto se refiere a la facilidad con la que los usuarios interactúan y navegan en un sitio web de manera eficiente y satisfactoria, garantizando una experiencia positiva, accesibilidad y cumplimiento de objetivos en el ámbito digital.

**Usuario:** En sistemas de información, los usuarios son las personas que interactúan con un sistema para alcanzar un objetivo o realizar una tarea específica. Según Norman (2023), “los usuarios utilizan un sistema con un propósito definido, y su diseño debe centrarse en satisfacer sus necesidades y facilitar sus tareas."

**Utilidad:** Otro concepto fundamental en este ámbito, y que puede relacionarse directamente con el término de usabilidad, es el de utilidad, que es definido como el grado en el que el usuario puede aprovechar para explotar la utilidad que ofrece un producto, en este caso, un sistema de información, esto en base de que un producto será usable en la medida de que el beneficio de usarlo, justifique el esfuerzo que se requiere.

**Arquitectura de información:** Se refiere a cómo está organizado el contenido dentro de un sistema de información para facilitar la navegación y el acceso a la información por parte de los usuarios. Una definición clara es: "La arquitectura de la información es la estructura lógica detrás de la organización, etiquetado y navegación de un sistema, diseñada para que los usuarios puedan encontrar fácilmente lo que buscan" (Rosenfeld, 2020).

**ANTECEDENTES**

El sistema educativo, especialmente en las universidades, ha experimentado importantes transformaciones en la gestión de la información, impulsadas por la adopción de sistemas de información (SI). Estos sistemas han permitido la automatización de procesos administrativos y académicos, como la gestión de calificaciones y la inscripción de estudiantes, mejorando la eficacia institucional en las universidades del Estado de Hidalgo.

A lo largo de las últimas décadas, las universidades del Estado de Hidalgo han adoptado diversas plataformas digitales que permiten gestionar procesos académicos, administrativos y de comunicación. Estas plataformas incluyen portales de estudiantes, sistemas de registro académico, bibliotecas digitales y plataformas de e-learning.

A pesar de los avances en la digitalización de estos servicios, muchos sistemas de información universitarios presentan deficiencias significativas en términos de **usabilidad, calidad y experiencia de usuario.** Según estudios recientes, una mala experiencia de usuario puede provocar frustración, disminución de la eficiencia operativa e incluso una reducción en la satisfacción de los estudiantes y el personal administrativo. En este contexto, surge la necesidad de evaluar y mejorar estos sistemas para asegurar que cumplan con los estándares actuales de calidad y accesibilidad.

Desde su origen en la década de 1960, los SI han evolucionado de simples programas a complejas plataformas que gestionan diversas funciones operativas. Según Álvaro (2019), los SI son fundamentales para la gestión empresarial moderna, facilitando un enfoque en procesos y la mejora continúa orientada al cliente.

La implementación de SI en el ámbito universitario se formalizó en las décadas de 1980 y 1990, coincidiendo con la expansión del acceso a computadoras e Internet. Inicialmente limitados a la administración de registros académicos y financieros, estos sistemas han ampliado su alcance a funciones como la gestión de recursos humanos y la comunicación entre profesores y estudiantes.

Las normas ISO han sido vitales en la estandarización de la calidad y seguridad de los SI. La norma ISO/IEC 12207, por ejemplo, establece un marco para el desarrollo y mantenimiento de software, asegurando que se sigan los estándares globales adecuados. Este manual busca llenar esa brecha proporcionando un marco metodológico que permita a las universidades identificar problemas, evaluarlos y ofrecer soluciones concretas para mejorar la experiencia de usuario.

**INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, las universidades del Estado de Hidalgo dependen en gran medida de los sistemas de información para el desarrollo de sus actividades diarias, siendo estos una pieza clave en su funcionamiento. Un sistema que no opere adecuadamente puede generar problemas graves para la institución. Por ello, la evaluación de la usabilidad, efectividad y calidad de estos sistemas resulta fundamental para asegurar que cumplan con los objetivos y necesidades de las organizaciones que los utilizan. Sin embargo, la falta de un marco metodológico claro y organizado para realizar estas evaluaciones puede dar lugar a resultados poco fiables e inciertos.

Este manual técnico tiene como objetivo principal servir como una herramienta guía para la evaluación de la usabilidad y calidad de los sistemas de información universitarios del Estado de Hidalgo. En un entorno académico, los sistemas de información desempeñan un rol fundamental para la gestión de datos, la comunicación entre los miembros de la comunidad y el acceso a recursos educativos. Sin embargo, estos sistemas pueden presentar problemas relacionados con la experiencia del usuario, la falta de eficiencia o la dificultad de uso, lo que afecta tanto a estudiantes como a personal académico y administrativo.

Este manual proporcionará un marco metodológico fundamentado que permitirá a los administradores de sistemas identificar y corregir problemas de usabilidad y calidad, además de ofrecer recomendaciones específicas de mejora basadas en los resultados obtenidos. De esta manera, se busca optimizar el desempeño de los sistemas de información y mejorar la experiencia de usuario en el contexto universitario.

También, cabe destacar que, en las universidades del Estado de Hidalgo, los sistemas de información enfrentan distintos desafíos y problemáticas que pueden afectar directamente su funcionalidad, uno de los principales desafíos es la complejidad de las interfaces, que no resultan intuitivas para los usuarios, lo que dificulta seriamente su manejo y genera frustración en los usuarios. Otro problema crítico es el bajo rendimiento que tienen los sistemas, siendo que estos se presentan a manera de tiempos de respuesta lentos y frecuentes errores, y esta situación, se debe en gran parte a la falta de actualizaciones y mejoras tecnológicas. De igual forma, hay ausencias claras de mecanismos claros para la evaluación continua de estos sistemas, lo que impide recibir retroalimentación adecuada y fundamentada para realizar las mejoras que se requieren, en este sentido, estas deficiencias impactan de forma directa la operatividad diaria de las universidades y complican la toma de decisiones informadas y estratégicas.

**CONCEPTOS FUNDAMENTALES**

De forma general y específicamente en el contexto universitario, los sistemas de información juegan un papel esencial en la gestión eficiente de los recursos académicos y administrativos. Para garantizar que estos sistemas cumplan con su función de manera óptima y adecuada, es fundamental comprender conceptos clave como la usabilidad, y calidad. Estos aspectos no solo determinan la funcionalidad del sistema, sino que también influyen de manera directa en la experiencia del usuario, lo que a su vez impacta la efectividad general del sistema. A continuación, se abordarán estos conceptos y su relevancia en los sistemas de información universitarios.

**Sistema de información**: Un sistema de información es vital en las instituciones, compuesto por componentes interrelacionados que recogen, procesan, almacenan y distribuyen información para la toma de decisiones y el control. Según Andreu, Ricart y Valor (1991), “el sistema de información es el conjunto formal de procesos que, operando sobre datos estructurados según las necesidades de una empresa, recopila y distribuye la información necesaria para su operación y control, apoyando los procesos de toma de decisiones” **(Devece, 2021).**

Aunado a esto, los sistemas de información no solo gestionan datos, sino que también permiten la automatización de procesos clave, mejorando así la eficiencia en la toma de decisiones y el flujo de información entre estudiantes, docentes y personal administrativo (O’Brien & Marakas, 2020). Esto resulta particularmente importante en las universidades del Estado de Hidalgo, donde estos sistemas son fundamentales para garantizar el correcto funcionamiento de las actividades académicas y administrativas diarias.

**Calidad y usabilidad:** Estas características son fundamentales en los SI universitarios. La calidad se encarga y asegura que los sistemas cumplan con los requisitos técnicos, mientras que la usabilidad, definida por Bevan et al. (1991), es crucial para la satisfacción y rendimiento del usuario. La usabilidad de igual forma impacta en la reducción de costos de producción y mantenimiento, así como en la mejora de la calidad del producto (Rodríguez y Serrano, 2023).

La usabilidad, se refiere a la facilidad con la que los usuarios pueden interactuar con un sistema de información para cumplir sus objetivos. Según la ISO 9241-11, la usabilidad mide la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que los usuarios logran tareas específicas en un entorno particular **(ISO, 1998).** En los sistemas universitarios, una buena usabilidad permite que estudiantes, profesores y personal administrativo hagan uso del sistema sin complicaciones, evitando así problemas y frustraciones, lo que mejora notablemente la experiencia en general.

La calidad, también puede entenderse como una característica que no solo abarca aspectos como el correcto funcionamiento del sistema, sino que también incluye la precisión, consistencia y fiabilidad de la información que se manipula y gestiona. Un sistema de información de calidad asegura que los datos sean completos, actualizados y accesibles, reduciendo errores y mejorando la toma de decisiones **(Pressman, 2022).**

Además, la eficiencia es una característica clave en los SI, entendida como la capacidad del sistema para realizar tareas con el mínimo de recursos, sin comprometer la calidad (Stair & Reynolds, 2018). En un entorno universitario, la eficiencia se traduce en una respuesta ágil a las solicitudes de los usuarios.

**Relación usabilidad-experiencia de usuario (UX)**

Estas dos características, son fundamentales al momento de hablar acerca de sistemas de información, ya que ambas, tienen un impacto directo en estos y pueden proporcionar una mejor o peor utilidad al mismo, dependiendo de como se note su impacto y que tan bien implementadas estén. En este sentido, es de suma importancia que se repasen y entiendan ambos conceptos, así como la relación que tienen ambos y como se ven involucrados en dichos sistemas de información.

Por una parte, la usabilidad se refiere a la facilidad con la que el usuario tiene la capacidad de interactuar con un sistema o producto para lograr sus metas. En este sentido, se abarcan aspectos como la efectividad (la completitud y precisión con la que los usuarios pueden conseguir sus objetivos, la eficiencia (los recursos que se usan en relación con la eficacia del sistema) y la satisfacción del usuario (la percepción del usuario sobre la experiencia de uso).

En cuanto a la experiencia de usuario, esta se refiere a la percepción general del usuario sobre su interacción con un producto o sistema, abarcando no nada más la usabilidad, sino también las expectativas, emociones y actitudes. La experiencia de usuario (UX) incluye aspectos de suma importancia, como lo son el diseño visual, la interacción, accesibilidad e incluso, la respuesta emocional que tiene el usuario.

Retomando el concepto de experiencia de usuario (UX), tenemos que según Knapp Bjerén (2003), "la experiencia del usuario es el conjunto de ideas, sensaciones y valoraciones del usuario resultado de la interacción con un producto, influenciada por los objetivos del usuario, las variables culturales y el diseño del interfaz" **(Montero, 2020).**

Ahora, en este sentido, ambas características que juegan un papel crucial en el desempeño de los sistemas de información, y en especial los educativos, como los de la universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, tienen una estrecha relación entre sí, ya que:

* La usabilidad se considera como un componente crucial en la experiencia de usuario, un sistema que tiene una alta y adecuada usabilidad tiende a generar una experiencia de usuario realmente positiva. Cuando los usuarios pueden navegar fácilmente por un sistema, realizar tareas sin frustraciones ni obstáculos y obtener resultados satisfactorios y esperados, la percepción e idea que tienen del sistema mejoran, lo que contribuye de manera positiva a que se tenga una buena experiencia de usuario (UX)
* Pero, también, es de tomar en cuenta que la usabilidad por si sola no garantiza una experiencia de usuario positiva, por ejemplo, un sistema puede tener una usabilidad bastante apta y adecuada, pero no tener un diseño atractivo o de funcionalidades que resuenen con las necesidades emocionales y que requieren los usuarios. En este sentido, otros factores como el diseño estético, y la alineación con las expectativas que tiene el usuario son realmente necesarios y cruciales.

Tomando en cuenta esto, los factores principales que impactan directamente en la relación son:

**Diseño visual:** Un diseño que visual que sea realmente atractivo, coherente y que resalte puede incrementar notablemente la percepción de usabilidad que se tiene del sistema. Un sistema que se muestra estéticamente amigable y agradable puede generar que los usuarios se sientan más satisfechos y cómodos al momento de usarlo, lo que mejora su experiencia en general de manera notoria.

**Interacción del usuario:** La forma en que los usuarios tienen interacción de forma directa con un sistema, impacta en la usabilidad, así como en la experiencia de usuario. Un ejemplo de esto sería un sistema que ofrece retroalimentación inmediata (como lo son mensajes de confirmación al completar una tarea) puede aumentar en el usuario la sensación de control, además de la satisfacción en general que percibe del sistema.

Involucrándose más en los sistemas de información del ámbito universitario, la relación que existe entre estos dos aspectos es especialmente importante, debido a que los sistemas de información que se manejan, especialmente en este ámbito, deben de ser accesibles y fáciles de usar, en general para cualquier usuario que ingrese y que requiera hacer uso del sistema y en particular para estudiantes, profesores y administradores, ya que afectan de forma directa la calidad de la educación y la gestión administrativa. Además, de acuerdo con (Laudon & Laudon, 2022) esta situación se puede traducir en una mejor retención de uso del sistema en cuestión para los estudiantes y un ambiente educativo más positivo.

La evaluación continua de estos conceptos es crucial para asegurar que los sistemas de información sigan siendo de gran utilidad y relevantes con el avance del tiempo, especialmente en entornos tan dinámicos como lo es el ambiente universitario. Un marco metodológico claro y preciso que guie de manera formal esta evolución, tiene la capacidad de garantizar que las universidades mantengan la competitividad y la eficiencia de sus sistemas. La relación entre estas dos características, se puede visualizar resumidamente en el siguiente diagrama:

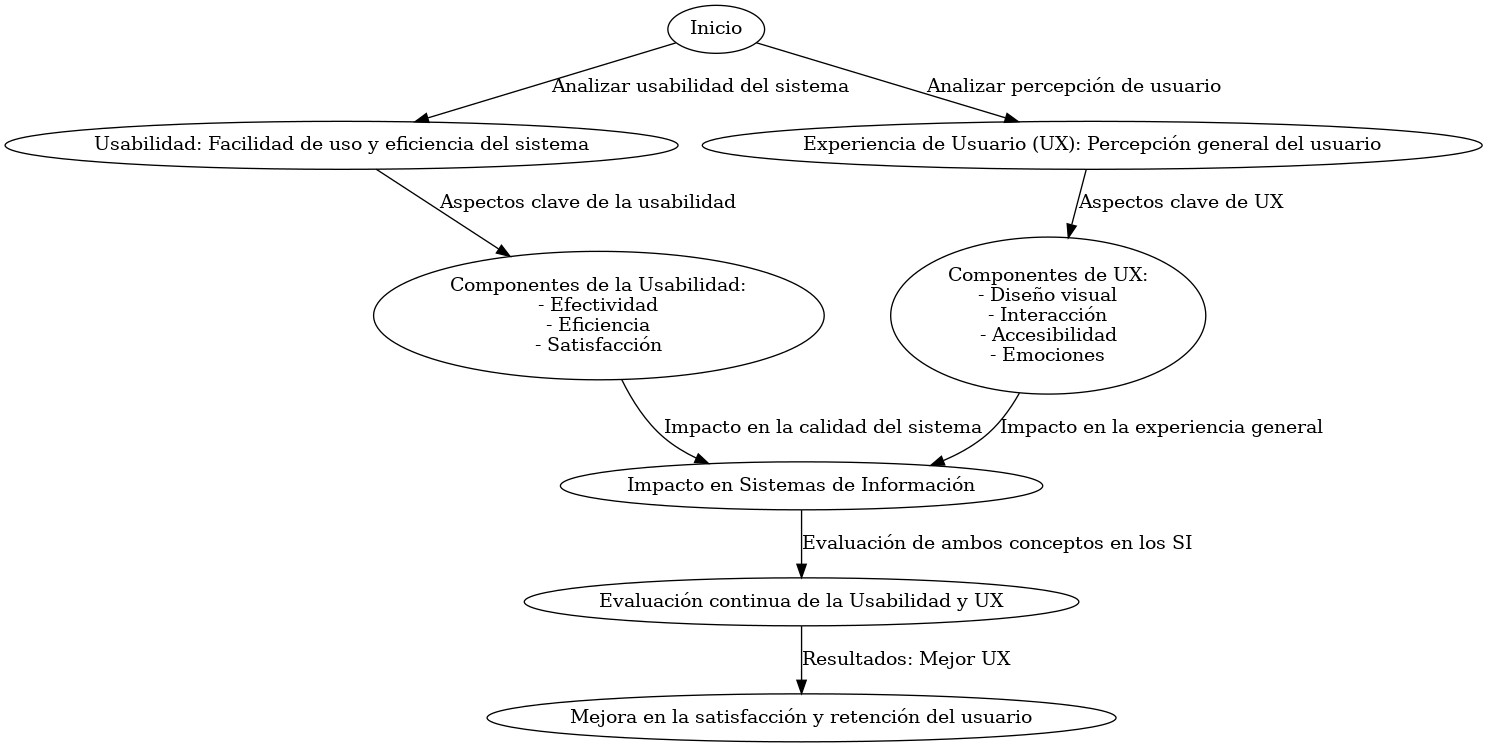


Figura 5: Esquema de Relación usabilidad-experiencia de usuario (UX)

**Calendario Secuencial de Fases para la Evaluación de Sistemas de Información**

La implementación de un calendario para la elaboración y puesta en marcha de las fases del marco metodológico es de gran importancia, ya que, en la evaluación y mejora en los sistemas de información, en general, y en particular, los universitarios, es una práctica esencial en contextos educativos, en donde la calidad, usabilidad y conformidad del sistema impactan de forma directa en la experiencia de usuario, siendo que este enfoque, otorga la posibilidad de que cada fase del proyecto se encuentre alineada, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos de forma estructurada y eficiente. De igual manera, en los entornos universitarios, se requiere haya evaluaciones periódicas en los sistemas de información que se manejan, esto con la finalidad de que se identifiquen áreas de mejora, que se corrijan deficiencias y se respondan a las necesidades que los usuarios van requiriendo, siendo así, que el calendario secuencial de fases responde a este necesidad específicamente, dividiendo el proceso de evaluación en etapas lógicas y escalonadas que facilitan una gestión de proyecto ordenada y clara.

Según la norma ISO 9001, Y el PMI, el calendario secuencial **se basa en principios de gestión de proyectos y de una mejora continua, mismo que garantiza que cada actividad se encuentre bien definida y pueda ser ejecutada con un propósito claro**, además, al implementar este calendario de fases, se aporta para que se optimicen los tiempos y recursos, dando oportunidad a una evaluación exhaustiva y una implementación de mejoras que cumpla con los requisitos del sistema y las expectativas que tienen los usuarios. Cada fase en el calendario secuencial se encuentra diseñada para que se aborden aspectos críticos del sistema de información, y el tiempo asignado en cada etapa es cuidadosamente planificado para que se pueda garantizar su efectividad. La dedicación de tiempo en cada fase otorga un análisis profundo y una ejecución adecuada, minimizando el riesgo de errores y dando la oportunidad que cada mejora se implemente con el máximo beneficio para los usuarios del sistema.

En este sentido, el calendario de fases se divide de la siguiente forma, y requiere que cada fase se implemente en un tiempo en específico, con la finalidad que se pueda lograr el propósito de cada fase de forma adecuada y a tiempo, quedando de la siguiente forma:



Figura 6: Calendario Secuencial de Fases para la Evaluación e Implementación de Mejoras

**Jakob Nielsen y los principios de usabilidad**

A lo largo del tiempo, y con el desarrollo e implementación de los sistemas de información en la mayoría de los ámbitos de la vida cotidiana, ha surgido la necesidad de tener una referencia clave en el diseño de interfaces del usuario, misma referencia que cuando se aplica en dichos sistemas de información, impactan de forma directa y positiva en la mejora de la interacción con el sistema y satisfacción de los usuarios. Con base a esto, Jakob Nielsen, también conocido como “el gurú de la usabilidad”, ha contribuido notablemente para hacer que estas y otras características relacionadas con la usabilidad de los sistemas de información, se hagan presentes, desarrollando obras como “**Ingeniería de la usabilidad”** y principios de usabilidad relevantes en este ámbito, que se enfocan principalmente en que las interfaces sean **eficientes, libres de errores e intuitivas**, siendo que este objetivo se puede conseguir al asegurarse de que el usuario, pueda entender de manera fácil cada uno de los elementos de la interfaz, y que a su vez, pueda navegar en el sistema sin ningún tipo de obstáculo ni frustración. Los aspectos más importantes de estos principios, son:

* **Aportar considerablemente para facilitar la interacción y el aprendizaje:** Lo principios de Nielsen, con el enfoque principal en la visibilidad del estado del sistema y la concordancia del mundo real, se encuentran centrados de manera particular en diseñar una interfaz que pueda mostrar e interpretar el lenguaje del usuario y mantenga una comunicación clara y fluida, Esta situación es realmente esencial en el ámbito de los sistemas de información, ya que, los usuarios deben de poder entender de forma rápida la información que se presenta y el estado de sus operaciones.
* **Reducción de errores y aumento del control sobre el sistema:** Debido al enfoque que tienen los principios en la prevención de errores y el control de la libertad de usuario, los principios de Nielsen apoyan a los usuarios a tener un control de los errores que sin que pierda el control del sistema. En los sistemas de información universitarios, esto es realmente fundamental, debido a que los usuarios como los estudiantes o administrativos, pueden cometer errores cuando se interactúan con datos académicos de alta importancia, y, si se tiene el control sobre dichos errores, puede ser más fácil manejarlos y a su vez, corregirlos.
* **Optimización para usuarios variados**: Estos principios dan la posibilidad de que el sistema de información tenga **flexibilidad y eficiencia de uso**, mismas características que permiten que dichos sistemas se puedan adaptar tanto a usuarios nuevos como expertos, ofertando accesos rápidos o atajos para quienes conocen bien el sistema. Esta característica tiene alta relevancia y se puede visualizar mejor en los sistemas de información universitarios, donde los usuarios (como comunidad universitaria, profesores, estudiantes, administradores, entre otros), tienen niveles variados de experiencia con el sistema.
* **Diseño centrado en el usuario**: Al implementar los principios de usabilidad de Nielsen, se asegura que se den los aspectos y características relevantes para que las interfaces en general no se encuentren sobrecargada de información innecesaria, permitiendo que los usuarios encuentren de forma rápida y eficiente lo que requieren de consultar. Este principio es fundamentalmente útil en los sistemas de información, en donde la cantidad de información puede ser realmente extensa, siendo que, en esos casos, se hace crucial que sea accesible sin ningún tipo de distracciones ni complicaciones.

Un ejemplo práctico de donde y como se pueden aplicar estos principios es el siguiente:

**Ejemplo:** Supongamos que queremos aplicar estos principios de usabilidad en una plataforma de inscripción de materias. Una vez aplicando dichos principios, el sistema podría tener las siguientes características fundamentales:

* Otorgar una retroalimentación clara y precisa al usuario sobre el estado en el que se encuentra su inscripción, siendo esencial que se muestren mensajes tales como **“Inscripción en proceso” o “Materia agregada exitosamente”**, referidos a la visibilidad del sistema.
* Prevenir errores al restringir la inscripción solo a las materias que el estudiante puede tomar según su avance académico (Prevención de errores).
* Hacer uso de términos familiares para el estudiante, a los cuales se asocie y pueda entender de forma correcta, tales como “Materias”, “Horario”, “Profesor”, entre otros, y no términos técnicos que puedan confundir
* Ofrecer accesos rápidos y eficientes a funciones de las que se hace con frecuencia, como la visibilidad de horarios y verificación de materias inscritas, situación que se refiere a la eficacia y flexibilidad.

Según (Jakob, 2020) Nielsen define la usabilidad como “la capacidad de un sistema para permitir a los usuarios que se realicen tareas específicas con facilidad, precisión y satisfacción”. Estos 10 principios, aunque se vean simples en apariencia, incluyen de forma profunda las áreas críticas del diseño de interfaces, como lo son el control de usuario, la visibilidad, prevención de errores y simplicidad. El objetivo de estos principios no solo es mejorar la experiencia de usuario (UX), sino que también buscan reducir los costos que se pueden generar por el soporte técnico y mejoran la aceptación que tiene el sistema.

Una vez teniendo en cuenta esto, los 10 principios de usabilidad de Jakob Nielsen, según el libro de “Ingeniería de Usabilidad”, implementado por él, se muestran en la siguiente figura:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Principio** | **Descripción detallada** | **Aplicación en Sistemas de Información** | **Ej. en sistemas universitarios** |
| Visibilidad del estado del sistema | El sistema debe de tener la capacidad de mantener a los usuarios informados acerca de lo que está sucediendo en cada momento a través de retroalimentación inmediata y adecuada al contexto. Esto ayudará considerablemente a reducir la incertidumbre del usuario y a mejorar su confianza en el sistema. | Uso de barras de progreso, mensajes de confirmación, indicadores de carga y alertas visuales sobre el estado de procesos. | Mostrar un mensaje claro, visible y preciso de “Registro exitoso” tras la inscripción de materias o un ícono de carga al procesar una solicitud de consulta de calificaciones. Esto informa al usuario sobre el éxito de su acción y asegura en que parte del proceso se encuentra |
| Concordancia del mundo real | El sistema tiene que mostrar el mismo lenguaje que los usuarios, usando términos familiares y representaciones visuales que correspondan a la realidad. La interfaz debe alinear sus símbolos, términos y flujos de acciones con el entorno del usuario para hacer más fácil su comprensión | Uso de términos íconos y flujos que resulten familiares a los usuarios, siguiendo sus expectativas y experiencias previas. | Implementar términos como “Horario”, “Calificaciones” y “Profesor” en lugar de términos técnicos. Usar íconos familiares como un calendario para indicar el horario de clases o una lupa para búsquedas en el portal universitario. |
| Control y libertad del usuario. | Los usuarios tienen que sentirse libres de deshacer o rehacer acciones, particularmente cuando realizan operaciones por error, siendo que esto da la posibilidad al usuario explorar sin miedo a cometer errores que no se puedan cambiar, fortaleciendo, de esta manera, su confianza en el sistema y facilidad de uso. | Incluir botones de “Deshacer” o “Cancelar” en acciones importantes, así como opciones de navegación que permitan regresar fácilmente. | Dar la oportunidad al estudiante de cancelar su inscripción en una materia antes de finalizar el proceso o modificar sus datos personales en el perfil sin necesidad de comenzar desde el inicio, dando control y libertad sobre su experiencia en la plataforma. |
| Consistencia y estándares | La interfaz debe seguir normas y estilos consistentes en toda su estructura. Los elementos visuales, íconos y términos tienen que permanecer uniformes para el usuario no tengan que adivinar el significado de los diferentes procesos o elementos que se encuentran dentro del sistema. | Uso de diseño y terminología uniforme dentro de toda la interfaz o interfaces, garantizando que los botones, símbolos y colores, tengan el mismo significado | Mantener el mismo diseño y colores en todas las páginas del portal universitario, como un botón de “Guardar” en color azul en todas las secciones, o mantener la misma estructura de menú de navegación para que se evite confusión en la interacción con diferentes áreas del sistema. |
| Prevención de errores | Intentar que el sistema aporte para que el usuario, no caiga en el error, por lo menos no de forma fácil, siendo que este diseñado para reducir la posibilidad de errores, advirtiendo posibles fallos que se puedan presentar y otorgando alertas antes de que se cometa un error. | Hacer uso de validaciones en tiempo real, advertencias antes de acciones definitivas, y bloques de acciones no permitidas por el sistema | Cuando un usuario requiera de hacer su inscripción, el sistema solo debería de permitir al estudiante seleccionar materias acordes con su semestre y requisitos que se presenten previamente, evitando que se inscriba en cursos que aún no debe tener, previniendo errores desde el principio y también, evitando pérdida de tiempo derivado de esto. |
| Reconocer en lugar de recordar | La interfaz debe de hacer visibles opciones y acciones para que el usuario no requiera de recordar información del sistema, es decir, que se debe de minimizar la carga de memoria que pueda tener el usuario al mostrarle opciones claras y accesibles en lugar de obligarlo a recordar información o pasos previos, siendo que esto ayuda la navegación y reduce la posibilidad de que el usuario se sienta perdido y frustrado en el sistema. | Hacer uso de menús desplegables, autocompletado, y opciones visuales que permitan al usuario escoger, en vez de recordar la información específica de cada elemento | Mostrar y desplegar las materias disponibles en un semestre a través de un menú desplegable, con la finalidad de que el estudiante no tenga la necesidad de recordar los nombres exactos o códigos de cada materia, facilitando, de esta forma, el proceso de inscripción sin requerir de que la memoria se sobrecargue. |
| Flexibilidad y eficiencia de uso | El sistema tiene que ofrecer opciones, con la finalidad de que usuarios expertos como novatos tengan la capacidad de hacer uso eficientemente, proporcionando atajos y opciones de personalización según el nivel de experiencia del usuario. Esto optimiza la experiencia y permite un flujo de trabajo más ágil y fluido. | Elaboración e implementación de atajos, personalización de funciones y acceso rápido a funciones comunes en la interfaz para usuarios avanzados | Dar la posibilidad a los usuarios avanzados de acceder de forma directa a su historial académico o descarga de documentos frecuentes, como constancias, mediante de un acceso rápido, mientras que los usuarios nuevos puedan seguir el flujo guiado en la plataforma para realizar tareas básicas. |
| Estética y diseño minimalista | Una de las características que debe de tener la interfaz es, evitar, en la medida de lo posible, cargar demasiado al usuario, manteniendo un diseño simple y claro donde este visible sola la información relevante, esto pueda aportar una mejora en la concentración del usuario en sus tareas y la reducción de confusión por elementos innecesarios. | Simplificación de la interfaz con información relevante en primer plano y sin ninguna distracción visual. | Cuando se visualice el horario de clases, nada más se mostrarán los días y horas de cada materia, sin que se muestre información demás, como datos adicionales irrelevantes en este contexto, mismo que permitirá, al usuario concentrarse solo en la información que necesita. |
| Ayudar a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores | Es indispensable que se muestre en lenguaje claro y simple, indicando de forma precisa el problema y como se puede solucionar, mismo que facilita que el usuario recupere el control y continúe con meta o tareas sin problemas ni frustración. | Creación de mensajes de error de forma clara y específica, y fáciles de entender, con sugerencias sobre de como resolver el problema detectado | Si un estudiante intenta inscribirse en una materia que ya cursó, el sistema debe de mostrar un mensaje de error, con un color asociado al problema (rojo) que explica el problema y sugiere la acción o solución correcta, como seleccionar una materia distinta, en vez de un mensaje que no sea comprensible para el usuario. |
| Ayuda y documentación | Aunque directa e idealmente y en principio, un sistema tiene que ser intuitivo, la ayuda y la documentación son requeridas para asistir a los usuarios en tareas que pueden tornarse complejas o poco frecuentes. Esta ayuda debe poder ser accesible de forma fácil y ser comprensible para el usuario para la resolución de sus dudas. | Ofrecimiento de tutoriales, manuales de usuario bien elaborados, y secciones de ayuda contextual accesibles desde la interfaz en todo momento | Incluir tutoriales y guías en el portal de la universidad que hagan la explicación de las funcionalidades que tiene, como pueden ser checar calificaciones, realizar inscripciones o actualizar datos personales, asegurando que los estudiantes puedan resolver sus dudas, sin que se necesite de soporte adicional. |

Figura 7: Tabla de los 10 principios de usabilidad de Jacob Nielsen

**Normas y estándares**

En el contexto que se maneja en la actualidad, donde la tecnología y la educación cada vez se encuentran más relacionadas entre sí, debido a que se complementan mutuamente, los sistemas de información desempeñan un papel crucial en el funcionamiento eficiente de las instituciones educativas. La implementación de normas y estándares internacionales, debido a esto, se vuelven de suma importancia en este sentido, con la finalidad de que aporten para que se garantice la calidad, usabilidad, y seguridad de estos sistemas. Estas directrices no solo otorgan un marco de referencia explícito y fundamentado para la evaluación y mejora continua, sino que también aseguran que las plataformas educativas (como las de las universidades del Estado de Hidalgo) cumplan con las expectativas que tienen los usuarios del sistema, promoviendo, de esta manera, una experiencia de aprendizaje más efectiva.

La adopción de las normas ISO y de las normas que de ella derivan, da la oportunidad a las universidades de que se establezcan criterios claros y fundamentados para evaluar la usabilidad, calidad e incluso, la seguridad de los sistemas de información en general, y en particular los universitarios. Mediante la aplicación de estas normativas, las instituciones pueden identificar áreas de mejora y adoptar prácticas que optimicen la interacción que existe entre usuarios y sistemas, fomentando un entorno educativo que se más accesible, y a su vez, eficiente. En este apartado, se exploran a detalle estas normas, la relevancia que tienen y cómo su implementación puede transformar adecuadamente la calidad de los sistemas de información en el contexto universitario.

**Norma ISO 9241-11: Requisitos ergonómicos para el trabajo de oficina con terminales de visualización (VDTs)**

La norma ISO 9241-11 establece un marco integral para la evaluación de la usabilidad de los sistemas interactivos, centrándose en la interacción que hay específicamente entre los usuarios y la tecnología. Define a la usabilidad como "el grado en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso determinado" **(ISO, 2022)**. Este enfoque tripartito **Figura 8: Ejemplo de la Norma ISO 9241**

implica que un sistema debe no solo permitir a los usuarios que completen sus tareas de manera efectiva y adecuada (alcanzar los objetivos deseados), sino también hacerlo de manera eficiente (con el mínimo esfuerzo y tiempo) y satisfactoria (proporcionando una experiencia positiva y agradable)

En entornos educativos, como los que se manejan en las universidades del Estado de Hidalgo, esta norma es fundamental que se ponga en marcha, debido a que garantiza que los sistemas de información sean accesibles, y a su vez, intuitivos que es parte crucial, para que un sistema pueda tener una usabilidad eficiente y óptima, además de que brinda la oportunidad a los docentes, estudiantes y comunidad en general que hace uso de dichos sistemas de información, alcanzar sus objetivos de aprendizaje y enseñanza. Aunado a esto, un sistema que cumple con los requisitos de usabilidad que se proponen mediante esta norma, además de mejorar la experiencia de usuario, también contribuye notablemente a un aprendizaje efectivo y a un aumento de retención del conocimiento del propio sistema.

En el momento que se aplican estos principios, las universidades tienen la capacidad de eliminar obstáculos y barreras de interacción que pueda haber con sus sistemas, fomentando un entorno de aprendizaje inclusivo y productivo.

**Norma ISO/IEC 25010: Ingeniería de sistemas y software – Requisitos de calidad y evaluación de software (SQuaRE)**

La norma **ISO/IEC 25010** es un estándar internacional desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) que forma parte de la familia de normas **SQuaRE (Systems and software Quality Requirements and Evaluation).** Este estándar es crucial para la evaluación y el desarrollo de sistemas de información, ya que define las características que se deben de encontrar presentes en un software para garantizar que cumpla con las necesidades tanto técnicas como de los usuarios finales, asegurando un funcionamiento óptimo, eficiente y satisfactorio.

Este modelo de calidad propuesto por **ISO/IEC 25010** se compone de dos enfoques principales:

* **Modelo de Calidad del Producto**: Este modelo está enfocado en evaluar las características internas del software, garantizando que cumpla con los requisitos técnicos y funcionales que se requieren para su correcto funcionamiento. Se **asegura de que el software sea confiable, eficiente, seguro y mantenible**. En este sentido**, verifica aspectos como la capacidad del sistema para cumplir sus funciones (funcionalidad), su facilidad de uso (usabilidad), y la protección de la información (seguridad).** Este modelo es fundamental para garantizar que el sistema esté técnicamente bien diseñado, optimizando recursos y siendo adaptable a futuras actualizaciones o modificaciones.

Evaluar la calidad del producto es crucial para asegurar que el sistema no solo funcione de manera correcta y adecuada, sino que también sea seguro, mantenible y eficiente, lo que es esencial en entornos como universidades, donde la tecnología se utiliza de manera intensiva para gestionar procesos complejos y manejar información confidencial.

* **Modelo de Calidad en Uso**: Este modelo sen enfoca principalmente en la experiencia del usuario final, evaluando cómo el software ayuda a los usuarios a alcanzar sus objetivos de manera eficaz, segura y satisfactoria. Se analiza cómo el sistema influye de manera directa en la productividad, en la facilidad de uso y en la satisfacción del usuario, además de garantizar que el sistema sea accesible para personas con discapacidades. Aquí, se observa el rendimiento del software en un entorno real de uso, para determinar si cumple con las expectativas del usuario en su interacción cotidiana.

Este modelo se considera esencial para asegurar que el software no solo cumpla con los requisitos técnicos, sino que también pueda contar con una experiencia de usuario positiva, fomentando la productividad y mejorando la percepción del sistema. Es especialmente relevante en sistemas educativos, donde la interacción de estudiantes, profesores y administradores con la plataforma es fundamental para el éxito de los procesos educativos y administrativos.

En este sentido, para comprender mejor como es que esta norma actúa en un sistema de información, tomando como referencia un sistema de información, como la página web de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) se puede decir que:

**Usabilidad en el Menú de Navegación**: Los menús organizados facilitan la navegación y el acceso rápido a recursos y servicios académicos clave, mejorando la experiencia del usuario.

**Eficiencia en el Acceso**: La clara organización y el acceso directo a secciones como la convocatoria e información académica permiten una navegación rápida y fluida, optimizando la interacción del usuario con el sistema. En este sentido, para que esto se cumpla se deben de tener en cuenta aspectos como:

* **Minimización de pasos**: Si el sistema reduce el número de clics necesarios para llegar a la información clave, se optimiza la experiencia del usuario.
* **Tiempo de respuesta**: Si la carga de la página es rápida, mejora la eficiencia general.
* **Organización clara**: Al ofrecer un diseño claro y visualmente amigable, los usuarios pueden tener la capacidad de identificar de forma más sencilla las secciones que necesitan, lo que reduce la confusión y acelera su interacción con el sistema.

**Funcionalidad en las Secciones de Información**: La información estructurada garantiza que los usuarios puedan encontrar fácilmente los datos relevantes, mejorando la funcionalidad general del sistema.

Figura 9: Ejemplo de aplicación en la página web de la UAEH de la Norma ISO/IEC 25010

Además, ya que se toma el contexto del sistema de información de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, se puede poner en práctica una tabla comparativa que muestre cada uno de los aspectos que contiene acerca de los modelos estudiados dicho sistema, y que, a su vez, ayudará a entender mejor al usuario de esta guía como es que estos aspectos pueden presentarse, en que contextos, y a su vez, si se puede mejorar o no y como se puede mejorar. Recordemos que la principal diferencia entre los dos modelos de calidad del estándar **ISO/IEC 25010** radica en **qué aspectos del software evalúan y cómo impactan en el uso del sistema**.

El cuadro comparativo queda de la siguiente forma, para el modelo de calidad de producto, aplicado a la UAEH en este caso:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Aspecto evaluado** | **Descripción Aplicada a la Página de la UAEH** | **Cumple**  **(Si/No)** | **Mejoras Propuestas** |
| **Funcionalidad** | La página da la posibilidad de acceder a las funciones clave (convocatorias, oferta académica, plataforma de inscripciones). Funciona sin errores graves. | Sí | Aumentar el acceso directo a funciones clave como inscripción y consulta de horarios sin necesidad de múltiples clics. |
| **Usabilidad** | La interfaz está organizada, pero algunos menús podrían ser más intuitivos y fáciles de usar. | No | Reorganizar los menús de navegación para reducir la cantidad de clics necesarios para acceder a la información más utilizada. |
| **Fiabilidad** | El sistema es estable y rara vez presenta fallos en su funcionamiento, asegurando una experiencia continua. | Sí, pero mejorable | Realizar pruebas periódicas para asegurar la estabilidad en los módulos más complejos como el acceso a la plataforma de inscripciones. |
| **Eficiencia** | El tiempo de carga es aceptable, pero las imágenes grandes ralentizan algunas secciones. | No | Optimizar imágenes y elementos multimedia para mejorar los tiempos de carga y hacer el sitio más ágil, especialmente en dispositivos móviles. |
| **Mantenibilidad** | El sistema es fácil de mantener y actualizar, pero los cambios no son muy visibles para los usuarios finales. | Sí | Implementar notificaciones o cambios visuales que informen a los usuarios cuando hay mejoras o actualizaciones en el sistema. |

Figura 10: Tabla del modelo de calidad de producto, aplicado a la UAEH

El cuadro comparativo queda de la siguiente forma, para el modelo de calidad en uso, aplicado a la UAEH en este caso:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Aspecto evaluado** | **Descripción Aplicada a la Página de la UAEH** | **Cumple**  **(Si/No)** | **Mejoras Propuestas** |
| **Eficacia** | Los usuarios pueden completar tareas como consultar la oferta académica y acceder a la plataforma, pero el proceso podría ser más rápido | No | Reducir la cantidad de pasos para realizar tareas clave, como inscripciones, mediante accesos directos y simplificación de procesos. |
| **Productividad** | Los usuarios pueden acceder a los servicios, pero la productividad se ve afectada por la cantidad de clics necesarios para acceder a áreas clave. | No | Implementar un portal personalizado según el tipo de usuario (estudiantes, profesores) para facilitar el acceso a herramientas frecuentes. |
| **Seguridad en el uso** | El sistema protege la información del usuario, pero no hay una protección adicional para la seguridad en el uso. | No | Añadir notificaciones de advertencia cuando se intenten cambios en los datos personales y mejorar la recuperación de contraseñas. |
| **Satisfacción** | Los usuarios encuentran el sitio útil, pero la navegación podría ser más intuitiva y con menos saturación visual | No | Reorganizar visualmente la página para hacerla más clara, usando más espacio en blanco |

Figura 11: Tabla del modelo de calidad en uso aplicado a la UAEH

Una vez que se repasan las tablas comparativas de estos modelos, de la norma ISO/IEC 25010, se puede decir que es realmente importante tomar en cuenta esta norma para aplicar en los sistemas de información universitarios, debido a que el **Modelo de Calidad del Producto** asegura que el sistema de la UAEH sea técnicamente robusto, además de que aporta considerablemente con la evaluación de sus componentes clave, a que el sistema sea rápido, seguro y fácil de mantener, lo que beneficia tanto a los desarrolladores como a los usuarios. Por otro lado, el que se aplique el modelo de calidad en uso, garantiza que los estudiantes, profesores y administradores tengan la facilidad de utilizar el sistema de manera más efectiva y con mayor satisfacción, lo que puede mejorar la experiencia de usuario. Además, el que se mejore la eficacia, productividad y satisfacción permitirá que las tareas se puedan realizar más rápidamente, reduciendo, de esta manera, el esfuerzo que se requiere por parte del usuario, así como la frustración que le pueda generar.

**Norma ISO/IEC 27001:2013 Sistema de Gestión de Seguridad de la Información**

La **ISO/IEC 27001:2013** es una norma internacional que establece los requisitos para un **Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI).** Este sistema otorga un enfoque sistemático para gestionar la información sensible de una organización, asegurando que se pueda mantener asegurada a través de la identificación de riesgos y la implementación de controles adecuados. En el contexto de los sistemas de información las universidades, la seguridad de la información es especialmente crítica y fundamental que se proteja a toda costa, ya que las instituciones educativas gestionan grandes cantidades de datos personales y académicos de estudiantes, profesores y personal administrativo.

Esta norma abarca tres aspectos que son clave y que impactan directamente en que la norma se cumpla y funcione adecuadamente, los cuales son:

* **Confidencialidad:** En este aspecto, se garantiza que solo las personas autorizadas tengan acceso a la información pertinente.
* **Integridad:** Este aspecto asegura que la información se mantenga precisa y completa, protegiéndola de modificaciones no autorizadas.
* **Disponibilidad:** Este aspecto garantiza que la información esté accesible para quienes la requieren, siempre y cuando, realmente se necesite

Para que estos objetivos se puedan cumplir satisfactoriamente, la ISO 27001 requiere que las organizaciones implementen una serie de controles de seguridad, basados en una **evaluación de riesgos, que ayuden a mitigar amenazas potenciales, como accesos no autorizados, ataques cibernéticos, filtraciones de datos o desastres naturales.** En las universidades, sin duda alguna, esto es fundamental para proteger no solo los datos personales y académicos de los estudiantes, sino también la propiedad intelectual y los proyectos de investigación.

Ahora, esta norma puede ser aplicada en los sistemas de información universitarios, debido a que las universidades manipulan un gran volumen de información personal y académica, que incluye información de gran relevancia como la de estudiantes, profesores y personal administrativo, así como datos relacionados con investigaciones, proyectos y colaboraciones y esta norma tiene la capacidad de asegurar la protección integral de los datos sensibles que se manejan dentro de estas instituciones.

Entonces, basado en esta situación, esta norma es fundamental que se aplique en los sistemas de información universitarios, ya que involucra:

**Protección de datos personales y académicos:** Los sistemas de información universitarios almacenan una gran cantidad de datos personales (como nombres, direcciones, números de identificación) y académicos (calificaciones, historiales educativos). La ISO 27001 aporta a establecer mecanismos que puedan protegen la confidencialidad de estos datos, evitando, de esta manera, accesos no autorizados que podrían resultar en violaciones a la privacidad. Además, en el ámbito educativo, cualquier brecha de seguridad puede tener graves consecuencias, desde robo de identidad hasta la manipulación de calificaciones.

**Protección de Propiedad Intelectual y Datos de Investigación:** Las universidades también gestionan información relacionada con investigaciones científicas, proyectos innovadores y colaboración con otras instituciones. La ISO 27001 establece controles para proteger la propiedad intelectual, siendo esta situación fundamental en un entorno donde el conocimiento y la investigación son el núcleo de la actividad. Aunado a esto, la protección de estos datos evita posibles filtraciones que podrían comprometer el valor de investigaciones o dar ventaja a competidores.

**Garantía de disponibilidad de los servicios:** Los sistemas de información en una universidad deben estar disponibles en todo momento para sus usuarios, incluidos estudiantes, profesores y personal administrativo. La ISO 27001 tiene la forma correcta de apoyar a que se garantice la disponibilidad de estos sistemas, implementando mecanismos de respaldo y planes de contingencia para evitar interrupciones en los servicios críticos (como plataformas de inscripción, bibliotecas digitales, sistemas de aprendizaje en línea), siendo que esta situación se vuelve aún mas relevante en periodos críticos como lo son las inscripciones o entrega de calificaciones.

**Norma ISO** **9241-210:2019: Ergonomía de la interacción humano-sistema – Parte 210: Diseño centrado en el ser humano para sistemas interactivos**

La **Norma ISO** **9241-210:2019,** es una norma que otorga un un marco para el diseño centrado en el usuario o diseño centrado en el ser humano (DCU). Esta norma establece los principios y actividades que se requieren para crear sistemas interactivos que se ajusten a las necesidades, características y capacidades de los usuarios finales. La norma promueve un enfoque centrado en las personas para que se garantice que el diseño y desarrollo de sistemas interactivos optimice la **usabilidad**, **experiencia de usuario** (UX), y la satisfacción del usuario, aspectos que son claves para el buen funcionamiento, de los sistemas de información en general. Según la norma **ISO 9241-210:2019**, "El diseño centrado en el ser humano mejora la eficiencia y efectividad, mejora el bienestar humano, la satisfacción del usuario, la accesibilidad y la sostenibilidad, y contrarresta los efectos adversos en la salud, la seguridad y el desempeño humano." (ISO, 2019).

En el contexto de los sistemas interactivos, como los sitios web o plataformas universitarias, la norma **ISO 9241-210** se enfoca en la creación de sistemas que puedan ser fáciles de usar y que maximicen la **efectividad**, **eficiencia**, y **satisfacción** de los usuarios. Para que esto pueda ser posible, la norma define un conjunto de principios clave:

1. **Entender y definir el contexto de uso**: El diseño del sistema debe considerar a los usuarios, las tareas que se harán en el mismo, y el entorno en el que el sistema será utilizado. Esto incluye comprender las necesidades del usuario para desarrollar interfaces que faciliten la interacción.
2. **Involucrar a los usuarios en todas las fases del diseño**: La participación de los usuarios en el proceso de diseño es fundamental para que se identifiquen las necesidades que estos requieren, evaluar prototipos y garantizar que el sistema final cumpla con sus expectativas.
3. **Iteración del diseño:** La norma promueve la creación de prototipos y la evaluación continua de estos durante las fases de diseño y desarrollo. El diseño iterativo da la posibilidad de que se identifquen problemas de usabilidad de manera temprana y aplicar mejoras basadas en el feedback del usuario.
4. **Equilibrio entre requerimientos técnicos y humanos:** El diseño centrado en el ser humano debe de mantener en equilibrio los requisitos técnicos del sistema con las necesidades de los usuarios, asegurando que el sistema no solo sea técnicamente eficiente, sino que además de esto, también sea usable y efectivo.

El implementar la norma **ISO 9241-210** en el desarrollo de sistemas de información universitarios, se mejora de manera notoria la **experiencia de los estudiantes, profesores y personal administrativo**, al ofrecer un sistema intuitivo y fácil de usar que

se adapta de manera dinámica a sus necesidades y capacidades. Esto es especialmente importante en los entornos académicos, donde el acceso fluido a la información es crucial para el éxito académico y la productividad. De forma general, para implementar las normas ISO en los sistemas de información de las universidades de Hidalgo, se puede interpretar de manera adecuada con el siguiente diagrama:

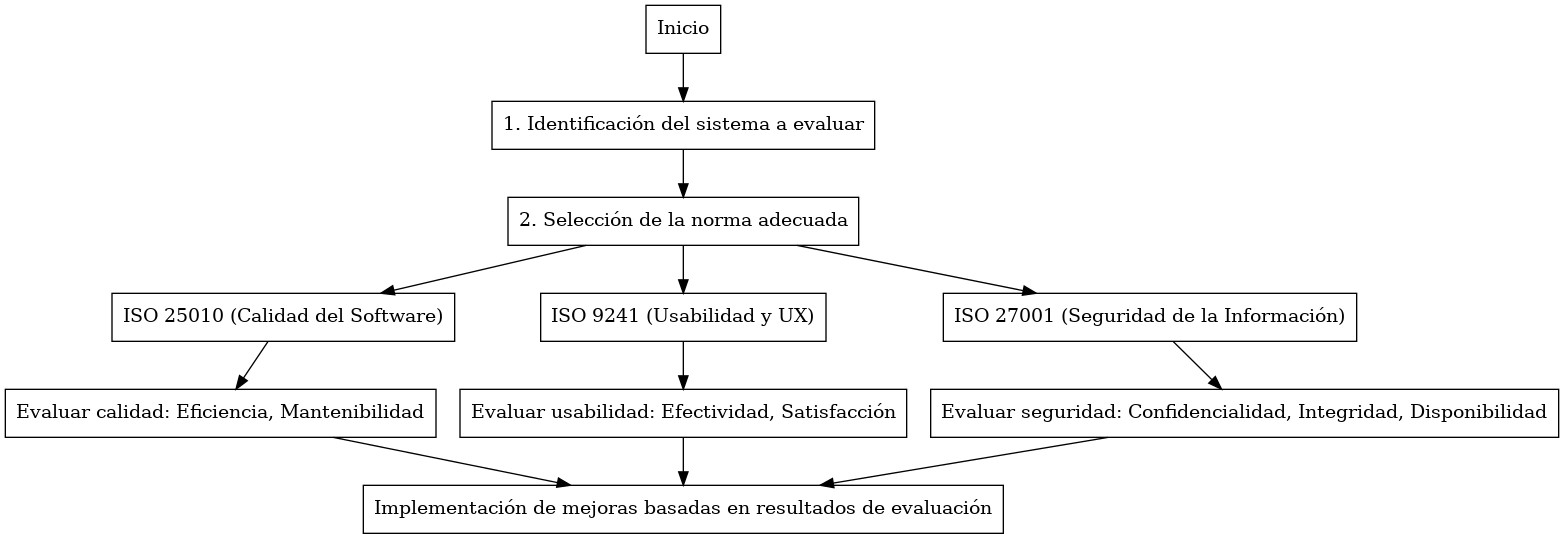


Figura 12: Diagrama de flujo ejemplificado de la Norma ISO 9241-210:2019

**Norma IEEE 829: Estándar para la Documentación de Pruebas de Software**

La norma **IEEE 829** se centra en establecer un marco detallado para la creación, organización y gestión de la documentación relacionada con las pruebas de software. Su objetivo principal es **asegurar la calidad, fiabilidad y usabilidad** de los sistemas de software a través de una serie de procedimientos estandarizados para realizar pruebas. Esta norma tiene especial relevancia en entornos educativos, donde los sistemas de información deben de tener la capacidad de garantizar su correcto funcionamiento y satisfacer las necesidades de los estudiantes y personal administrativo.

Según (ISO/IEC/IEEE, 2019), este estándar tiene 4 componentes principales en los cuales se centra, mismos que se muestran a continuación:

|  |  |
| --- | --- |
| **Componente** | **Descripción** |
| **Plan de pruebas** | Se refiere a el documento inicial que detalla la estrategia y enfoque para llevar a cabo las pruebas del sistema. Abarca aspectos como el alcance, los recursos necesarios, riesgos y cronogramas. |
| **Especificación de Caso de Prueba** | Define las condiciones específicas bajo las cuales se tiene que evaluar una funcionalidad o componente del sistema. Describe entradas, salidas esperadas y criterios de aceptación. |
| **Informe de Incidencias** | Documenta errores, problemas o fallos que se presenten durante las pruebas. Permite el seguimiento y resolución de defectos para que se pueda mantener la calidad del sistema. |
| **Informe de Resumen de Pruebas** | Otorga una visión general de los resultados de las pruebas, que involucra el éxito o fallo, recomendaciones y conclusiones sobre la calidad general del software. |

Figura 13: Tabla de los componentes principales de la norma Norma IEEE 829

La implementación de la norma **IEEE 829** en los sistemas de información educativos hace posible que todos los módulos del sistema sean rigurosamente probados antes de su lanzamiento, lo que asegura, en gran medida, la **usabilidad** y **fiabilidad** del software. Esto significa que las interfaces podrán tener facilidad de uso y que las funcionalidades del sistema podrán responder de forma adecuada a las necesidades y demandas de los usuarios, como estudiantes y personal administrativo.

Aunado a esto, al seguir un proceso formalizado de pruebas, se consigue una significativa **reducción de riesgos**, haciendo menor la posibilidad de introducir fallos que puedan impactar directamente en tareas críticas dentro del entorno educativo. Procesos como la inscripción de cursos, la consulta de calificaciones y el acceso a recursos educativos son fundamentales, y esta norma ayuda a prevenir errores que interrumpirían estas actividades.

Las normas y estándares que se deben de implementar en los sistemas de información, específicamente en los universitarios, son esenciales para garantizar la **calidad, seguridad, y usabilidad** de los sistemas de información, especialmente en entornos educativos. Aplicar estas normativas da la posibilidad de que las universidades, como la UAEH, aseguren la protección de datos, optimicen la experiencia de usuario y mejoren la eficiencia operativa de sus sistemas. Al seguir estos estándares, las instituciones pueden no solo cumplir con las expectativas técnicas, sino también ofrecer un entorno accesible y eficiente para sus usuarios.

**Norma ISO/IEC 25012: Modelo de Calidad de Datos para Sistemas de Información**



De acuerdo con (TIC, 2023) esta norma se define como “la calidad de datos como el grado en el que los datos satisfacen las necesidades de los usuarios, establece un modelo de calidad para los datos conservados en un formato estructurado para ser usado por un sistema informático.” Figura 14: Ejemplo de secuencia de la

Norma ISO/IEC 25012

Esta es una norma internacional que otorga un modelo de calidad de datos para los sistemas de información. Es parte de la familia de normas ISO/IEC 25000, que también llevan por nombre **SQuaRE (Systems and Software Quality Requirements and Evaluation),** siendo que se enfocan precisamente en establecer un marco compacto e integro para evaluar la calidad de software, siendo que, en este contexto, la norma ISO/IEC 25012 se enfoca únicamente en la calidad de los datos, reconociendo la importancia que tienen los datos como un activo crítico en cualquier sistema de información, y en particular, los universitarios, como un elemento esencial para la toma de decisiones.

Sabiendo esto, se puede afirmar que el objetivo principal de esta norma es definir un conjunto de características de calidad que puedan ser utilizadas como referencia para la evaluación y mejora de la calidad de los datos en los sistemas de información, siendo que, la norma hace específica mención en que los datos son esenciales para asegurarse que los sistemas puedan ser confiables, útiles y eficientes a la vez, debido a que los datos de baja calidad, pueden desencadenar errores graves en la toma de decisiones por parte del usuario, además de problemas operativos.

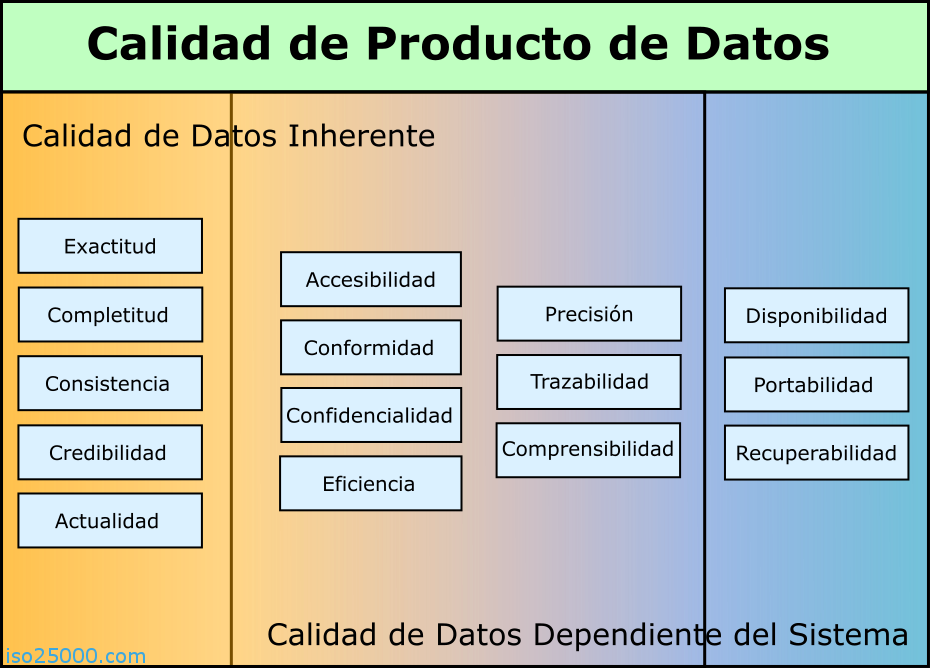
De igual forma, este mismo autor refiere que se definen 15 características adicionales de calidad de datos que muestran un aspecto en específico, mismas que se agrupan en 3 dimensiones:

* **Dependientes**. La calidad depende del sistema que hace uso de los datos**.**

Figura 15: Representación de Calidad de Productos de Datos

* **Inherentes.** Tienen el potencial intrínseco para satisfacer las necesidades establecidas cuando los datos son utilizados bajo condiciones específicas, es decir, “se refiere al dato en sí y a la correspondencia del mismo con la información del mundo real” (Yanes, 2019).
* **Dependientes e inherentes (compartidas).** Son características de la calidad de datos comunes a ambos enfoques. (TIC, 2023)

Estas 3 dimensiones, como se menciona, se pueden ver qué características contiene cada una en la siguiente figura  
:



Como se puede ver, este diagrama presenta una estructura de la **Calidad de Producto de Datos** de acuerdo con la norma **ISO/IEC 25012**, dividiéndola en dos dimensiones principales: **Calidad de Datos Inherente** y **Calidad de Datos Dependiente del Sistema**, mismas que se explican a continuación:

**Calidad de Datos Inherente**

En este apartado, se refiere a las características de los datos por sí mismos, sin importar como se utilicen o del sistema en donde se encuentren alojados, siendo que, este conjunto de características tiene como finalidad asegurar que los datos hagan representación de forma confiable y precisa, la realidad que describen y abarca las siguientes características:

**Exactitud:** Los datos tienen que ser correctos, adecuados, y reflejar, sin ningún tipo de omisión la realidad o el objeto que se encuentran representando, como, por ejemplo, los valores numéricos, fechas o nombres, se deben de encontrar totalmente libres de errores.

**Completitud:** Los datos que existan deben de estar completos y sin omisiones. Todos los campos que se requieran, deben de contener información, ya que si faltan datos puede llevar a malinterpretaciones o decisiones no correctas e incompletas.

**Consistencia:** Los datos deben de encontrarse completamente libres de contradicciones y ser coherentes en su totalidad en todas sus representaciones. Si un dato se encuentra en múltiples lugares, debe de ser el mismo en todas las demás instancias para evitar cualquier tipo de confusiones.

**Credibilidad:** Los datos deben de ser siempre confiables, y generados a partir de fuentes autorizadas y verificables, siendo que esto garantiza que los usuarios se sientan completamente seguros y confíen en la veracidad de la información sin necesidad de que hagan verificaciones adicionales o extras para asegurarse de la veracidad de los datos que se muestran.

**Actualidad:** Los datos que se muestran en los sistemas de información deben de estar al día y deben de mostrar siempre la información más reciente y relevante para su propósito, debido a que, la información que se muestre y que no se encuentre actualizada, puede llevar a errores en decisiones y procesos.

**Calidad de Datos Dependiente del Sistema**

En esta dimensión, se hace referencia a las características de los datos que dependen del sistema o de la plataforma en la que se almacenan y gestionan, ya que, estas características afectan las accesibilidades, disponibilidad y el manejo de los datos en el contexto del sistema en el que se están utilizando y abarca las siguientes características:

**Accesibilidad:** Los datos tienen que ser fácilmente accesibles para los usuarios finales, o sea, que deben de poder acceder a ellos con facilidad siempre que los requieran, sin ningún tipo de barreras o dificultades de acceso.

**Conformidad:** Los datos tienen que cumplir con los estándares, normas y requisitos específicos que se apliquen en el contexto en el que se están usando, incluyendo el cumplimiento de normas externas o internas para asegurar la consistencia y exactitud de los datos.

Ejemplo: El sistema de información académico de la UAEH puede requerir que las calificaciones de los estudiantes se encuentren en una escala del 0 al 10, esto debido a sus regulaciones internas, para asegurar que se cumpla esta conformidad el sistema debe de **impedir el ingreso de calificaciones fuera del rango establecido, que es del 0 al 10**, siendo que esto garantiza que los datos académicos sean consistentes y cumplan con los estándares que establece la universidad.

**Confidencialidad:** Los datos deben de encontrarse siempre protegidos contra accesos no autorizados a los mismos, mismos que es fundamental para que se mantenga la privacidad y seguridad de la información, y en especial, en casos de datos sensibles, como, por ejemplo, el acceso a datos de calificaciones solo debe de ser accesible para los usuarios autorizados (administradores).

**Eficiencia:** Los datos deben de ser manipulados y procesados de forma de que no se hagan uso de recursos extras del sistema y solo se utilicen los necesarios, siendo que implica que las operaciones con los datos sean rápidas y que el sistema de no se encuentre afectado por la carga de información que se haga.

**Precisión:** Los datos requieren que sean exactos y detallados, para que se otorgue la información concreta que los usuarios finales requieren sin ambigüedades ni dificultades de encontrar dicha información.

**Trazabilidad:** De igual forma, debe de ser posible que se rastree el origen y el recorrido de los datos en el sistema, ya que esto permitirá comprender cuando y cómo sean han modificado o consultado datos en específico, siendo que es esencial para auditorias y control de calidad.

**Comprensibilidad:** Está es una de las características más importantes, debido que, permite que los datos deben de ser comprensibles y organizados para que sean fáciles de comprender por los usuarios y no presenten dificultades para realizar las acciones que requieren en el sistema de información en cuestión. Esto involucra que se usen términos comprensibles y una estructura que permita una interpretación rápida de los datos.

**Disponibilidad:** Los datos siempre deben de estar disponibles para cuando el usuario requiera de buscarlos o consultarlos, misma situación que incluye que el sistema de información se debe de encontrar diseñado para el soporte del acceso a los datos en todo momento, evitando tiempos de inactividad, ya que puede frustrar al usuario.

**Portabilidad:** Los datos tienen que tener la capacidad de trasladarse o integrarse a otros sistemas cuando sea necesario, siendo que esta acción es verdaderamente útil para cuando se requiera compartir información entre sistemas o para migrar datos en caso de que se actualice la plataforma.

**Recuperabilidad:** En caso de pérdida o error, los datos siempre deben de ser recuperables a través de mecanismos de respaldo o restauración, siendo que esto aporta considerablemente para que se garantice la continuidad al acceso de los datos y protege contra posibles desastres o fallos técnicos.

**¿Por qué es importante esta norma?**

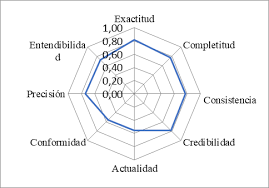
Esta norma es considerada fundamental, particularmente en entornos educativos, como los que manejan las universidades del Estado de Hidalgo, ya que en este tipo de entornos la confiabilidad y accesibilidad de datos son críticas, esto ya que los datos de alta calidad permiten a las organizaciones/instituciones ofrecer servicios que sean siempre eficientes y confiables, y que, al mismo, tiempo generen confianza en el usuario. Además, esta norma es fundamental en el contexto de gestión de datos, ya que aporta notablemente herramientas para que se identifiquen y corrijan problemas de calidad de datos antes de que afecten la operación o la toma de decisiones.

Figura 16: Ejemplo de relevancia de la Norma ISO/IEC 25012

**Marco metodológico**

Este marco metodológico ha sido diseñado específicamente para la evaluación de la **usabilidad**, **y calidad** de los sistemas de información en universidades, con un enfoque particular y específico en las instituciones del Estado de Hidalgo. Dado el papel crucial que juegan los sistemas de información en la gestión académica y administrativa, su correcta evaluación no solo se requiere para garantizar que cumplan con los estándares internacionales, sino también para que se asegure que los usuarios, estudiantes, profesores y personal administrativo, tengan una experiencia de uso óptima.

El marco metodológico se compone por una serie de fases bien estructuradas que permiten una evaluación integral de los sistemas de información, desde la definición de los objetivos hasta la implementación de mejoras basadas en los resultados obtenidos. A lo largo de la implementación de este marco metodológico en el sistema, se aplican normas internacionales como **ISO 9241-11**, **ISO/IEC 25010**, y **ISO/IEC 27001**, siendo que esto ayuda a que la evaluación esté alineada con los estándares más altos de calidad y seguridad a nivel global. El enfoque de este marco metodológico no se limita a una evaluación puntual, sino que promueve un ciclo de **mejora continua**. Esto es esencial en el entorno de los sistemas de información, particularmente en el ámbito universitario, en donde las necesidades de los usuarios y las tecnologías cambian con el tiempo. Al establecer un proceso cíclico de evaluación, este marco otorga que los sistemas de información evolucionen junto con los usuarios y mantengan un alto nivel de rendimiento, usabilidad y seguridad.

Una vez explicado esto, es de vital importancia que se sepa hasta donde puede llegar el marco metodológico explicado y cuales pueden ser los impedimentos que puede presentar, siendo que esta situación, además de hacer ver el impacto positivo que puede tener, también da la posibilidad de visualizar posibles obstáculos que puedan presentarse y estrategias para afrontarlos, siendo entonces las ventajas y desventajas las siguientes:

**Ventajas**

* **Mejora útil y completa en la usabilidad y experiencia de usuario:** Se asegura de que los sistemas de información tengan la capacidad de ser intuitivos y fáciles de usar, reduciendo de esta manera la frustración de los usuarios y mejorando la satisfacción que se tiene del sistema de manera general para los usuarios finales.
* **Estandarización del proceso de evaluación:** Este marco otorga una serie de pasos completamente bien estructurados y repetibles que permitan evaluar la usabilidad y calidad, además de que abarca y se asegura que se cumplan las normas y estándares mencionados
* **Identificación activa y actualizada de problemáticas:** Este marco da la oportunidad de que se detecten a tiempo problemas y deficiencias en el sistema de información, antes de que puedan llegar a ser situaciones más graves, además, derivado de esto, aporta considerablemente para que se reduzca la cantidad de quejas, sugerencias y soporte técnico que pueda generar, lo que hace que mejore la percepción del sistema que tienen los usuarios.
* **Optimización de recursos:** Apoya para que se prioricen las áreas críticas que requieren mejora inmediata, lo que permite que se haga uso de los recursos de una forma eficiente y completa, además de que se reducen costos a largo plazo al prevenir fallas críticas y disminuir considerablemente el tiempo de mantenimiento.
* **Guía clara, completa y formal:** Este marco metodológico otorga un proceso fácil y detallado de seguir para que se evalúen de forma adecuada y completa los sistemas de información, además de siempre buscar la mejora de los sistemas, situación que facilitará su implementación por parte de los desarrolladores y administradores del sistema.

**Desventajas:**

* **Dependencia de recursos materiales y humanos:** La implementación del marco puede requerir de la intervención de personal capacitado en el tema para evaluar, aplicar mejoras e interpretación de los resultados. Además de que los desarrolladores pueden resistirse a que se apliquen los cambios derivados de que si ya tienen procesos establecidos.
* Para evitar o sobrellevar esta situación se puede diseñar un manual simplificado o guías rápidas con la finalidad de que los administradores puedan implementar el marco sin necesidad de tener un conocimiento avanzado en el tema.
* **Tiempo necesario para la implementación:** El que se completen todas las fases del marco metodológico puede llegar a ser un proceso tardado y largo, de forma especial si el sistema tiene múltiples problemas que se requieren de resolver, siendo que, las universidades con limitaciones de tiempo podrían no darles la continuidad adecuada a las fases de mejora continua.
* Para evitar o sobrellevar el problema se puede dividir la implementación en etapas pequeñas y manejables, en donde se establezcan cronogramas accesibles y realistas para conseguir. Además de que se pueden identificar y solucionar primero los aspectos más urgentes del sistema para que se obtengan resultados a corto plazo.
* **Dificultad en la implementación:** Si no se manejan de forma adecuada las herramientas y metodologías, esto podría causar errores en la interpretación de resultados, mismo que llevaría a decisiones no correctas.
* Para evitar o sobrellevar esto, se puede hacer uso de herramientas que generen reportes de forma automática a partir de los datos, para minimizar en la mayor medida de lo posible, los errores humanos que se pudieran presentar.

Una vez sabiendo las mencionadas situaciones que se pueden presentar, la finalidad que tiene la implementación del marco metodológico, y la forma en que se debe de hacer de forma correcta, es prudente comenzar con el desarrollo del marco metodológico, el cual consta de las siguientes etapas o fases:

**Fase 1: Definición de los Objetivos de Evaluación**

La primera fase del marco metodológico se enfoca en la **definición clara de los objetivos de evaluación**. Este paso es fundamental para guiar todo el proceso, ya que los objetivos marcarán las áreas específicas del sistema que serán analizadas y, posteriormente, mejoradas. Al definir estos objetivos de manera exhaustiva, se asegura que todas las fases consecuentes tengan una dirección precisa y alineada con las necesidades tanto del sistema como de los usuarios.

En un sistema de información universitario, los objetivos de evaluación pueden ser múltiples, desde la mejora en la **navegabilidad**, hasta el fortalecimiento de la **seguridad de los datos** o la **eficiencia del sistema** en cuanto a tiempos de respuesta y carga. La correcta definición de los objetivos aportará notablemente a que se identifique qué aspectos requieren de una mayor atención, a planificar los métodos de evaluación y a priorizar las áreas que más impactan en la **satisfacción del usuario**.

Según Gómez y Rodríguez (2020), "**la formulación de preguntas clave al inicio del proceso de evaluación no solo mejora la focalización en las áreas críticas del sistema, sino que también alinea las expectativas de todos los involucrados, desde los desarrolladores hasta los usuarios finales”**. Para que estos objetivos puedan ser definidos de manera correcta, que lleven una dirección de lo que se quiere conseguir en específico y que sean precisos, es necesario que se planteen diversas preguntas clave que ayuden a esto, como pueden ser:

* **¿Cuáles son las necesidades principales de los usuarios del sistema?**
* **Estudiantes:** Ejemplo: Acceder rápidamente a sus calificaciones, inscribirse en cursos de manera eficiente.
* **Profesores:** Ejemplo: Subir calificaciones y administrar cursos de manera fácil y sin errores.
* **Administrativos:** Ejemplo: Gestión de datos académicos y monitoreo de los procesos de inscripción y calificaciones.
* **¿Qué funcionalidades del sistema son críticas para el éxito de las operaciones universitarias?**
* Ejemplo: Inscripción en cursos, consulta y publicación de calificaciones, acceso a bibliotecas digitales y herramientas administrativas de gestión académica.
* **¿Qué problemas recurrentes reportan los usuarios en cuanto a la usabilidad o calidad del sistema?**
* Ejemplo: Navegación confusa, tiempos de carga lentos, fallos al inscribirse en cursos o al consultar calificaciones, dificultad para encontrar secciones específicas.
* **¿Cómo afecta la eficiencia del sistema a los tiempos de respuesta en procesos clave como la inscripción o la consulta de calificaciones?**
* Ejemplo: Un sistema ineficiente puede provocar tiempos de espera prolongados, errores en la inscripción, y frustración de los usuarios al consultar sus calificaciones.
* **¿Cuáles son las áreas de seguridad del sistema que podrían estar en riesgo?**
* Ejemplo: Acceso no autorizado a datos personales o académicos, vulnerabilidades en la autenticación, filtraciones de información confidencial.
* **¿Cómo se puede mejorar la experiencia general del usuario, especialmente en la interacción con interfaces web complejas?**
* Ejemplo: Simplificando la interfaz, añadiendo menús claros, optimizando los tiempos de carga y proporcionando retroalimentación en tiempo real sobre las acciones del usuario.
* **¿Cómo afectan los problemas en la usabilidad y calidad del sistema a los resultados académicos y la satisfacción del alumnado?**
* Ejemplo: Problemas de usabilidad pueden generar retrasos en la inscripción, errores al consultar calificaciones, lo que afecta el rendimiento académico y reduce la satisfacción del estudiante con la universidad.
* **¿Qué métricas son más relevantes para medir la mejora en términos de eficiencia, satisfacción del usuario y seguridad?**
* **Eficiencia:** Ejemplo: Tiempos de carga de páginas, número de clics necesarios para completar tareas.
* **Satisfacción del usuario:** Ejemplo: Encuestas de satisfacción, tasa de éxito en la finalización de tareas.
* **Seguridad:** Ejemplo: Número de intentos de acceso no autorizado, implementación de autenticación multifactor.

Estas, solo son algunas preguntas clave que se pueden plantear para enfocar la solución a la problemática que se quiere abarcar, pueden ser problemas de usabilidad en el sistema de información específicamente, o también, pueden abarcarse otras problemáticas como problemas recurrentes, calidad, entre otros.

Una vez hecho esto, es importante destacar como es que se aplican las normas que se abarcaron anteriormente, siendo que estas se presentan de la siguiente forma:

La norma **ISO/IEC 25010: Modelo de Calidad del Software,** establece un modelo de calidad integral para que se definan los aspectos clave que se deben evaluar en el sistema, mismo que incluyen características como usabilidad, eficiencia, mantenibilidad, entre otros, mismos que son elementos cruciales en los sistemas de información universitarios.

Por otro lado, la norma **ISO 9241-11: Ergonomía de la Interacción Humano-Sistema**, cuando se aplica en la definición y el establecimiento de objetivos, da la posibilidad de que el sistema se evalué más allá de una perspectiva técnica, sino también que se tome en cuenta la perspectiva del usuario. Esto se puede ver en la siguiente definición: "**La usabilidad debe medirse no solo en términos de funcionalidad, sino también en relación a la satisfacción percibida por el usuario al interactuar con el sistema, lo que impacta directamente en la aceptación del software**" (ISO, 2020).

Como se puede visualizar, esta fase garantiza que el proceso de evaluación contenga una dirección clara, asegurando que los desarrolladores enfoquen sus esfuerzos en los aspectos del sistema que realmente impactan la **experiencia de usuario** y el **rendimiento del sistema**.

**Fase 2: Selección de Métricas y Herramientas de Evaluación**

La Fase 2 del marco metodológico se enfoca en la **selección de métricas y herramientas de evaluación** que permitirán medir de manera precisa y objetiva la **usabilidad** **y calidad** de los sistemas de información universitarios. Esta fase es crítica porque las métricas seleccionadas deben reflejar los aspectos clave del sistema, asegurándose de que se evalúen áreas como la **satisfacción del usuario**, el **rendimiento del sistema**, la **seguridad de los datos** y la **eficiencia en la ejecución de tareas**. Las métricas cuantitativas y cualitativas permiten un análisis profundo del sistema, proporcionando datos que guiarán las mejoras necesarias.

En esta fase, para establecer en que aspectos es necesario que se apliquen métricas, también se deben de hacer algunas preguntas clave, tales como:

1. **¿Qué aspectos del sistema son más importantes para medir?**

* Ejemplo: La eficiencia en los tiempos de respuesta, satisfacción del usuario o la capacidad del sistema para proteger datos sensibles.

1. **¿Qué métricas proporcionarán la mejor información sobre la usabilidad del sistema?**

* Ejemplo: Métricas de eficacia (porcentaje de tareas completadas correctamente) y satisfacción del usuario.

1. **¿Qué herramientas serán más útiles para recopilar los datos necesarios?**

* Ejemplo: Herramientas de encuestas para obtener datos sobre satisfacción del usuario y software de pruebas de usabilidad para medir la eficacia.

Las métricas son herramientas fundamentales para evaluar de manera objetiva la calidad, usabilidad y eficiencia de los sistemas de información. Estas mediciones permiten cuantificar aspectos clave del desempeño del sistema, proporcionando información valiosa que ayuda a identificar áreas de mejora. Al aplicar estas métricas, se garantiza una evaluación rigurosa y sistemática que guiará la mejora continua del sistema.

**Métricas para Evaluar la Usabilidad**

Algunas de las métricas que se pueden implementar para medir y evaluar las distintas características de los sistemas de información en general, y en especial los universitarios, son:

1. **Eficacia (Tareas Completadas):**
   * **Métrica numérica:** Mide el porcentaje de tareas completadas correctamente por los usuarios. Un estándar de usabilidad adecuado sería un **90%** de eficacia.
   * "La eficacia en usabilidad mide la capacidad de los usuarios para completar tareas de manera exitosa, y un valor por encima del 85% es generalmente considerado satisfactorio en sistemas educativos" (Nielsen, 2020).
   * **Ejemplo:** Si 450 de 500 estudiantes completan su inscripción sin errores, la eficacia es del **90**
2. **Eficiencia (Tiempo para Completar Tareas):**
   * **Métrica numérica:** Mide el tiempo promedio que los usuarios tardan en completar tareas clave. El objetivo es que las tareas se completen en menos de **2 minutos**.
   * "El tiempo de ejecución de tareas es una métrica crítica que refleja la eficiencia del sistema. Se considera óptimo un tiempo de respuesta por debajo de 2 minutos para tareas comunes" (ISO 9241-11, 2019).
   * **Ejemplo:** Si los estudiantes tardan en promedio **1 minuto y 30 segundos** en consultar sus calificaciones, la eficiencia es adecuada.
3. **Satisfacción del Usuario:**
   * **Métrica numérica:** Se mide a través de encuestas con calificaciones del **1 al 5**, donde el objetivo es obtener una puntuación promedio de satisfacción superior a **4.0**.
   * "El tiempo de ejecución de tareas es una métrica crítica que refleja la eficiencia del sistema. Se considera óptimo un tiempo de respuesta por debajo de 2 minutos para tareas comunes" (ISO 9241-11, 2019).
   * **Ejemplo:** Si los usuarios califican la facilidad de uso con un promedio de **4.3**, la satisfacción es elevada.

**Métricas para Evaluar la Calidad del Sistema**

1. **Fiabilidad (Tiempo Medio Entre Fallos - MTBF):**
   * **Métrica numérica:** Mide el tiempo promedio que el sistema opera sin fallos. Un estándar aceptable sería un **MTBF** de al menos **30 días** sin interrupciones graves.
   * "El tiempo entre fallos es un indicador clave de la fiabilidad del sistema, y los sistemas críticos como los educativos deben tener un MTBF superior a 30 días para considerarse estables" (ISO/IEC 25010, 2020).
   * **Ejemplo:** Si el sistema educativo opera durante **35 días** sin fallos, tiene buena fiabilidad.
2. **Mantenibilidad (Tiempo Medio de Reparación - MTTR):**
   * **Métrica numérica:** Tiempo promedio que se tarda en reparar un fallo. El objetivo es que el MTTR sea inferior a **4 horas**.
   * "La capacidad de un sistema para repararse rápidamente tras un fallo es crucial en entornos de alta demanda. Un MTTR inferior a 4 horas es aceptable en la mayoría de los casos" (ISO/IEC 25010, 2020).
   * **Ejemplo:** Si los fallos se resuelven en un promedio de **3 horas**, el sistema tiene alta mantenibilidad.
3. **Capacidad de Respuesta (Tiempo de Respuesta del Sistema):**
   * **Métrica numérica:** Mide el tiempo que tarda el sistema en responder a las solicitudes de los usuarios. Un tiempo de respuesta inferior a **3 segundos** es considerado eficiente.
   * **Ejemplo:** Si la página de consulta de calificaciones tarda **2.5 segundos** en cargarse, el sistema es eficiente.
   * **Cita:** "El tiempo de respuesta es crucial para mantener una experiencia de usuario satisfactoria. Se recomienda un tiempo de carga inferior a 3 segundos" (ISO/IEC 25010, 2020).
4. **Compatibilidad:**
   * **Métrica numérica:** Mide el porcentaje de usuarios que pueden acceder al sistema sin problemas desde diferentes dispositivos. El objetivo es que la compatibilidad sea del **95%**.
   * "La compatibilidad entre diferentes plataformas es un indicador de accesibilidad del sistema y debe ser superior al 95% en sistemas críticos" (Nielsen, 2020).
   * **Ejemplo:** Si 950 de 1,000 usuarios pueden acceder a la plataforma sin problemas, la compatibilidad es adecuada.
5. **Seguridad (Número de Incidentes de Seguridad Reportados):**
   * **Métrica numérica:** Mide la cantidad de incidentes de seguridad reportados en un período determinado. El objetivo es menos de **2 incidentes por mes**.
   * "La cantidad de incidentes de seguridad es una métrica clave en la evaluación de la calidad del sistema, y una tasa baja de incidentes garantiza la integridad del sistema" (ISO/IEC 27001, 2020).
   * **Ejemplo:** Si se registran **1 o 2 incidentes** en un mes y se bloquean correctamente, el sistema cumple con los estándares de seguridad.
6. **Tolerancia a Fallos:**
   * **Métrica numérica:** Mide el porcentaje de funcionalidad que el sistema mantiene durante fallos. Un sistema robusto debe mantener al menos un **80%** de su funcionalidad durante interrupciones.
   * "La tolerancia a fallos es esencial para garantizar la disponibilidad del sistema, especialmente en entornos donde la interrupción del servicio puede tener un impacto grave" (ISO/IEC 25010, 2020).
   * **Ejemplo:** Si el sistema sigue operativo en un **85%** de sus funcionalidades durante una falla, tiene una buena tolerancia a fallos.

**Herramientas de Evaluación**

1. **Encuestas de Satisfacción:**
   * Herramientas como **SurveyMonkey** o **Google Forms** permiten recopilar datos de los usuarios sobre su satisfacción con la interfaz y la facilidad de uso.
   * **Cita:** "Las encuestas son una herramienta eficaz para medir la percepción de los usuarios sobre la facilidad de uso de un sistema, proporcionando datos directos para mejorar la usabilidad" (Nielsen, 2020).

Una vez que se establecen las métricas pertinentes, es importante destacar como es que se aplican las normas (que se abarcaron anteriormente) en esta fase, siendo que estas se presentan de la siguiente forma:

La norma **ISO 9241-11: Ergonomía de la Interacción Humano-Sistema** aporta en la definición de métricas para evaluar la usabilidad en términos de eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario. Ayuda a establecer criterios claros para que se pueda medir la interacción del usuario con el sistema de forma adecuada, asegurando que este sea fácil de usar y permita completar tareas sin complicaciones.

Además, la norma **ISO/IEC 25010: Evaluación de la Calidad del Software** establece las métricas de calidad que deben evaluarse en un sistema, como la fiabilidad, mantenibilidad y seguridad. Permite garantizar que el sistema cumpla con los estándares de calidad que puedan asegurar un rendimiento constante y eficiente. **"ISO/IEC 25010 se considera un estándar clave para evaluar la calidad del software, proporcionando una base sólida para medir atributos como la eficiencia y la fiabilidad"** (ISO, 2020).

Como se puede observar, en el desarrollo de la segunda fase del marco metodológico se otorga un enfoque estructurado y fundamentado para seleccionar las **métricas** y **herramientas** que serán utilizadas para evaluar los sistemas de información universitarios. Las métricas numéricas tienen la capacidad de brindar una evaluación que sea realmente útil y efectiva, esto mediante una escala de valores generada dependiendo los rangos que se quieran implementar, y también, a través de las herramientas seleccionadas que permiten aplicar dichas métricas de forma eficiente. Además, al momento de aplicar las normas y estándares abarcados anteriormente se garantiza que los resultados obtenidos puedan ser confiables y útiles para guiar la mejora continua del sistema.

**Fase 3: Planificación de la evaluación y recolección de datos**

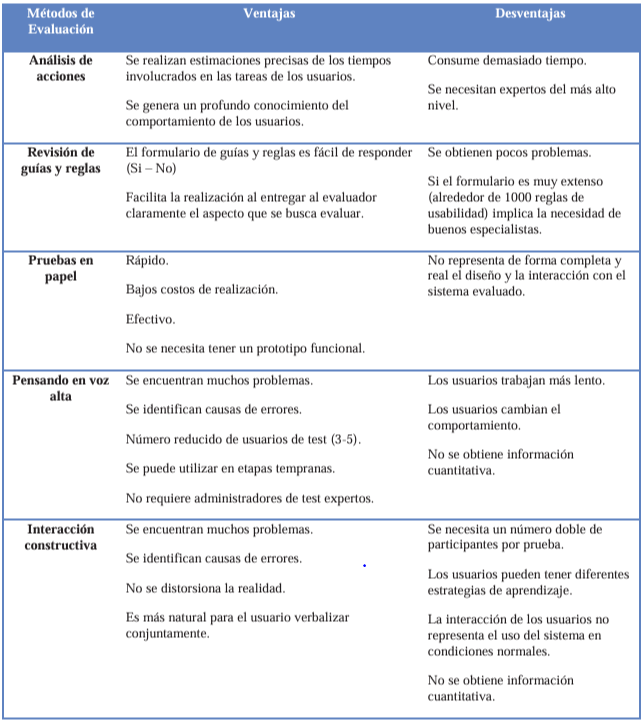
En el desarrollo de esta fase se procede a la planificación y a la ejecución de encuestas y pruebas para la recolección de datos acerca de que tan usable y que tanta calidad tiene el sistema, esto determinado por la opinión que plasmarán los encuestados/usuarios en las pruebas. Dichas pruebas darán la posibilidad de que se obtenga una visión clara y precisa acerca de la experiencia de usuario que brinda el sistema, recogiendo datos cualitativos y cuantitativos sobre la interacción que hay con el sistema.

Dado que los aspectos a evaluar ya se han establecido en fases anteriores, el objetivo de esta fase es asegurarse de que se realice una evaluación que sea realmente efectiva y útil mediante la recolección de retroalimentación de los usuarios. Se tomarán en cuenta métricas como la facilidad de navegación, tiempos de respuesta, y satisfacción del usuario, para guiar mejoras precisas en el sistema.

Para planificar la evaluación, según (López, 2022), existen diversas técnicas y herramientas mediante las cuales se puede obtener la información requerida, como las siguientes, en donde se muestra el concepto o de lo que abarca cada una, además de las ventajas y desventajas que tienen:

Figura 17: Ejemplo de uso de Herramientas para la planificación de la evaluación

|  |  |
| --- | --- |
| **Herramientas** | **Concepto** |
| Test en papel | Se muestra a los usuarios aspectos de la interfaz en papel. Es una evaluación formativa. Es rápido, barato y eficiente. |
| Pensando en voz alta | Los usuarios expresan sus pensamientos en voz alta, mientras realizan tareas típicas. |
| Interacción constructiva | Similar al pensamiento en voz alta, en este caso son dos los usuarios que realizan en conjunto las tareas típicas, mientras expresan en voz alta sus pensamientos. |
| Experimentos formales | Experimentos controlados donde los usuarios realizan las tareas indicadas por los evaluadores. |
| Técnicas de interrogación | Se realizan preguntas al usuario después de utilizar el sistema, mediante cuestionarios y/o entrevistas. |
| Ordenamiento de tarjetas | Los usuarios ordenan y asocian tarjetas etiquetadas con las categorías temáticas del sistema en evaluación. |
| Evaluación formativa | Ayuda a mejorar el diseño. Recolecta datos procesados, observaciones cualitativas sobre qué está pasando y por qué. De este modo, es posible aprender de los errores. |
| Evaluación aditiva | Evalúa la calidad general de la interfaz. Recolecta datos primarios, mediciones cuantitativas (tiempo, número de errores, etcétera). Compara alternativas de diseño y evalúa requerimientos de eficiencia. |



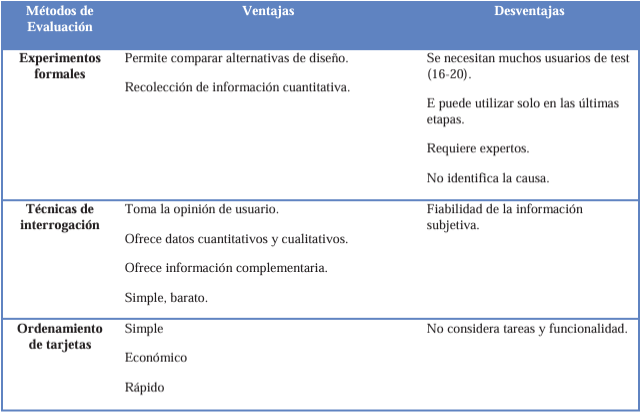


Figura 18: Ventajas y desventajas de los métodos de evaluación

Además, el mismo autor también menciona que “Una de las características más importantes de las pruebas de usabilidad, **es que se realizan bajo condiciones totalmente controladas**. La idea es lograr representar de la mejor manera posible el lugar físico real de trabajo del sistema. En estas pruebas, los usuarios representativos deben realizar una lista de tareas asignadas por el evaluador.” (Lopez, 2022)

La forma en que se obtendrán los datos, como se puede ver, pueden ser de una gran variedad de maneras, sin embargo, la que se escogerá dependerá totalmente del desarrollador el sistema de información en cuestión, ya que, por diversas razones o motivos, puede resultarle mejor una u otra forma, según sea el caso, el beneficio de todas estas formas de conseguir la información es que todas son válidas, debido a que son realmente eficientes y útiles para lo que se les quiere utilizar.

Una vez que se elija la manera de conseguir la información, se debe de proceder a la **recolección de los datos,** es decir, se deben recopilar de manera estructurada, asegurándose que los datos sean cuantificables para su posterior análisis. También, es importante destacar que se debe **prestar atención especial a las respuestas o información que abarque problemas frecuentes o frustraciones acerca de la usabilidad y calidad del sistema**, debido a que son los aspectos clave por los cuales se está haciendo este instrumento de recopilación de datos.

Posterior a realizar este proceso, y en la siguiente fase, los resultados tienen que ser analizados con la finalidad de que se puedan detectar patrones frecuentes o comunes, como pueden ser áreas del sistema que los usuarios encuentran difíciles de usar o características que no se encuentran fallando en general de todos los aspectos a evaluar, y en particular, en términos de calidad y eficiencia.

En esta fase, también se hacen presentes las normas presentadas anteriormente de la siguiente manera:

La norma **ISO 9241-11** establece los principios de **usabilidad** que se deben de ser evaluados mediante las encuestas, tales como la eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario. De acuerdo con (ISO, 2019) “ISO 9241-11 proporciona un marco completo para evaluar la usabilidad en sistemas interactivos”. Por otro lado, la norma **ISO/IEC 25010** sirve como mecanismo para aplicar las métricas de **calidad del software**, evaluando la mantenibilidad, fiabilidad y eficiencia del sistema a través de la percepción del usuario.

Finalmente, la norma **ISO/IEC 27001** se encargará de que los sistemas de información cumplan con los estandartes de seguridad adecuados y abarcará aspectos de **seguridad** del sistema evaluados por los usuarios, como posibles vulnerabilidades o problemas de acceso a información confidencial.

**Fase 4: Análisis de resultados y propuestas de mejora**

La **Fase 4** del marco metodológico se centra en el **análisis exhaustivo de los resultados** que se obtuvieron de las encuestas y otros datos recolectados en fases anteriores. Este análisis tiene la finalidad de identificar los problemas más críticos y recurrentes en cuanto a **usabilidad** y **calidad** del sistema de información evaluado. Una vez que se completa el análisis, se deben elaborar **propuestas de mejora concretas** que den la posibilidad de corregir los aspectos que impactan negativamente la experiencia de usuario y el rendimiento general del sistema.

Este proceso es considerado como crucial para que se garantice que el sistema evolucione y se adapte a las necesidades de sus usuarios, tomando decisiones basadas en evidencia. Las propuestas de mejora no solo deben abordar los problemas actuales, sino también buscar prevenir futuros inconvenientes y optimizar de manera continua el sistema.

1. **Análisis de resultados**

El análisis de resultados inicia con la **identificación de los problemas más críticos** que impactan directa y negativamente en la usabilidad y calidad del sistema de información. Esto se realiza a través de la evaluación de los datos recolectados en las encuestas y pruebas de usabilidad. El proceso de como se hace es que los desarrolladores y evaluadores deben revisar las respuestas de las encuestas y los resultados de las pruebas de usabilidad para identificar claramente los patrones y comportamientos recurrentes que indiquen posibles problemas.

**Ejemplo:** Si un **70%** de los usuarios reporta que tarda demasiado en encontrar la sección de "convocatorias", esto podría indicar un problema en la estructura del menú o en la jerarquía de la información, lo que afecta la eficiencia del sistema.

1. **Clasificación de las áreas problemáticas**

Después de que los problemas sean identificados en un sistema de información, es de vital importancia clasificarlos en función de su impacto y la complejidad de su solución. Según **Solano (2021),** no todos los problemas tienen el mismo nivel de criticidad ni requieren el mismo esfuerzo para solucionarlos. La clasificación puede presentarse de la siguiente forma, según sea el caso:

**Clasificación por impacto:** Los problemas deben clasificarse en función de cómo afectan la experiencia del usuario y el rendimiento del sistema. Los problemas de alto impacto abarcan aquellos que impiden a los usuarios completar tareas clave, como la inscripción o la consulta de calificaciones. **"Los problemas de bajo impacto, en cambio, podrían incluir detalles menores del diseño de la interfaz o funcionalidades menos utilizadas" (Montero, 2020).**

**Clasificación por complejidad:** La complejidad de la solución también varía considerablemente. **Según Blanco (2020), algunos problemas, como la reorganización de botones o la mejora en los tiempos de carga, pueden solucionarse con pequeños ajustes técnicos o de diseño.** Otros problemas, como la mejora de seguridad del sistema o reestructurar completamente el flujo de navegación, pueden necesitar de un mayor esfuerzo y tiempo de desarrollo.

**Ejemplo**: Si se detecta que los botones de acción principales se encuentran mal posicionados y generan confusión, esto sería un problema de impacto medio, ya que afecta la eficiencia, pero no necesariamente impide el uso del sistema. Por otro lado, un problema de alta criticidad podría ser una vulnerabilidad de seguridad que exponga los datos de los usuarios.

La norma **ISO/IEC 25010** es netamente aplicable en este contexto, debido a que aporta notablemente para que se clasifiquen los atributos de calidad del software, como la mantenibilidad y eficiencia, lo que otorga la posibilidad a los desarrolladores de priorizar las mejoras en función de estos criterios (ISO, 2019). Esta norma también ayuda a los equipos de desarrollo a enfocarse en aquellas áreas que necesitan atención inmediata, mejorando así la calidad y usabilidad del sistema.

1. **Uso de métricas para validar los resultados**

Para asegurar que las conclusiones del análisis sean válidas y objetivas, se implementan las métricas definidas en fases anteriores para medir y cuantificar los problemas y medir su magnitud.

El proceso para esto consta de que las métricas que se usan pueden incluir tiempos de respuesta, porcentaje de tareas completadas con éxito, y el nivel de satisfacción del usuario medido a través de escalas de calificación. Estos datos cuantifican los problemas detectados y proporcionan una base sólida para priorizar las soluciones. La **ISO/IEC 25010** sugiere que la **calidad** de un sistema se mida mediante de diversas métricas, como la **eficacia** y **eficiencia**, con el fin de proporcionar una evaluación objetiva y cuantificable del rendimiento.

Retomando el ejemplo aplicado a la página de la UAEH, según (López, 2022) existen algunos principios mediante los cuales se puede identificar que características debería de tener el sitio web para explotar una usabilidad al máximo, así como oportunidades de mejora que puedan existir, presentándose como se muestra a continuación:

|  |  |
| --- | --- |
| **Principio** | **Descripción detallada** |
| Visibilidad del estado del sistema | La página web de la UAEH debería mantener siempre informado al usuario sobre qué está sucediendo, mostrando retroalimentación clara al realizar acciones como acceder a diversas secciones o consultas. |
| Conexión entre el sistema y el mundo real | El lenguaje utilizado en el sitio debe ser familiar para los usuarios, evitando tecnicismos innecesarios. Se debe de mostrar información de manera clara y en orden lógico, como es el caso de las convocatorias o anuncios. |
| Control y libertad del usuario | Debe permitir al usuario navegar libremente, proporcionando botones claros como "Atrás" o "Cancelar" en acciones clave (por ejemplo, al realizar preinscripciones o buscar información específica). |
| Consistencia y estándares | Las páginas y secciones de la web deben seguir una estructura clara y definida, así como el diseño coherente. Por ejemplo, mantener el mismo formato para botones y menús en todas las secciones, evitando inconsistencias que confundan. |
| Prevención de errores | El sitio debe prevenir errores, como cuando el usuario introduce información errónea en el ingreso de calificaciones, por ejemplo. Para ello, podría incluir validaciones en tiempo real para evitar que el usuario complete datos incorrectos. |
| Reconocer mejor que recordar | Los botones y opciones más utilizadas, como “Búsqueda de programas educativos ofertados ", deberían estar visibles en la página principal, facilitando el acceso y evitando que el usuario tenga que memorizar su ubicación. |
| Flexibilidad y eficiencia de uso | El sitio debería permitir la personalización de atajos o accesos rápidos para los usuarios más frecuentes, como administradores o profesores, además de ofrecer opciones avanzadas para usuarios más experimentados. |
| Diseño estético y minimalista | La página debe mostrar únicamente la información relevante, evitando elementos gráficos innecesarios o sobrecargados, mejorando la visibilidad de las secciones clave, como las convocatorias y procesos importantes. |
| Ayuda al usuario a reconocer y recuperarse de errores | Los mensajes de error deben ser claros y entendibles, indicando de manera comprensible cómo corregir el problema (por ejemplo, si hay problemas con el envío de un formulario de convocatoria o al ingresar a alguna sección). |
| Ayuda y documentación | El sitio debe incluir una sección de ayuda o documentación fácil de encontrar y de navegar, donde los usuarios puedan consultar pasos detallados sobre cómo realizar tareas comunes, como inscribirse o descargar documentos |

Figura 19: Tabla de características para explotar la usabilidad de un sitio web al máximo

Además de esto, es prudente que los problemas que se han encontrado, se les aplique una métrica de que tan severos son dichas situaciones, como se muestra a continuación en una porción de los principios abordados:

La escala de severidad que hemos utilizado en la tabla va de más severo a menos severo, asignando valores de 1 a 3 para indicar la gravedad del problema:

* **3 - Alta Severidad**: Problemas que afectan significativamente la funcionalidad del sitio o la capacidad del usuario para completar tareas importantes**. Ejemplo:** no poder regresar a la página de inicio fácilmente o la falta de retroalimentación cuando se hace clic en un botón clave.
* **2 - Severidad Moderada**: Problemas que impactan la experiencia del usuario, pero que no bloquean completamente su interacción con el sistema**. Ejemplo:** botones que no muestran cambios visuales al ser pulsados o títulos de secciones poco claros.
* **1 - Baja Severidad**: Problemas menores que no interfieren de manera importante en la experiencia del usuario, pero que podrían crear confusión o pequeñas molestias**. Ejemplo:** inconsistencias en el estilo de los menús o falta de confirmación en el cambio de idioma.

Este sistema permite priorizar los problemas más críticos que requieren solución inmediata frente a aquellos de menor impacto que pueden ser corregidos en futuras mejoras.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Principio de usabilidad** | **N°** | **Problema** | **Severidad** | **Frecuencia** | **Criticidad** |
| **Visibilidad y estado del sistema** | 1 | No hay retroalimentación clara al hacer clic en botones o enlaces importantes. | 2.67 | 3.33 | 6.00 |
|  |  | Algunos botones no cambian de color o no dan señal visual de que han sido pulsados. | 2.33 | 3.00 | 5.33 |
| **Conexión entre el sistema y el mundo real** | 2 | Términos y enlaces técnicos no están explicados para el usuario promedio. | 2.67 | 3.33 | 6.00 |
|  |  | Los títulos de las secciones no reflejan claramente su contenido. | 3.00 | 3.00 | 6.00 |
| **Control y libertad del usuario** | 3 | No hay una opción visible para regresar fácilmente a la página de inicio desde todas las secciones. | 3.00 | 3.67 | 6.67 |
|  |  | Las rutas de navegación (breadcrumbs) no están disponibles en todas las páginas. | 2.67 | 3.33 | 6.00 |
| **Consistencia y estándares** | 4 | Los botones y menús tienen un estilo inconsistente en diferentes secciones. | 3.00 | 3.33 | 6.33 |
|  |  | Los menús desplegables no tienen un diseño estándar en todas las páginas. | 2.33 | 3.00 | 5.33 |
| **Prevención de errores** | 5 | Al cambiar de idioma, no hay confirmación de que el cambio se haya realizado correctamente. | 2.67 | 3.00 | 5.67 |

Figura 20: Escala de severidad recomendada para manejo de principios de usabilidad

Un ejemplo que se podría tomar basado en una universidad del estado de Hidalgo, en donde se refleje y se aplique esta situación, es el siguiente:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Principio de usabilidad** | **N°** | **Problema** | **Severidad** | **Frecuencia** | **Criticidad** |
| **Visibilidad y estado del sistema** | 1 | No hay retroalimentación visual clara al subir o descargar documentos importantes. | 2.67 | 3.00 | 6.00 |
|  | 2 | No se muestra el tiempo estimado de carga al acceder a ciertos recursos pesados, como videos. | 2.33 | 3.33 | 5.67 |
| **Conexión entre el sistema y el mundo real** | 3 | Los iconos de secciones académicas no reflejan claramente su contenido (ej. ícono confuso para "Servicios Académicos"). | 2.67 | 3.00 | 6.00 |
| **Control y libertad del usuario** | 4 | No hay un botón visible para regresar a la página principal desde ciertas secciones internas. | 3.00 | 3.67 | 6.67 |
|  | 5 | Los usuarios no pueden cancelar una operación en curso (ej. cancelar la carga de documentos). | 3.00 | 3.33 | 6.33 |
| **Consistencia y estándares** | 6 | Los botones y menús cambian de estilo visual en diferentes secciones del sitio. | 2.67 | 3.00 | 6.00 |
| **Prevención de errores** | 7 | Al ingresar mal la contraseña, no se indica el error específico (solo un mensaje genérico). | 3.00 | 3.33 | 5.67 |

Figura 21: Escala de severidad recomendada para manejo de principios de usabilidad aplicada en una universidad del estado de Hidalgo.

Como se puede observar en este ejemplo, el sistema de información (página web) de la Universidad Politécnica de Pachuca (UPP), presenta problemas de distintas magnitudes en diferentes ámbitos, mismos que tienen un grado de complejidad alto, y que, por necesidad directa de una buena usabilidad, eficiencia y experiencia de usuario, se requiere que se atiendan de inmediato, y se les aplique la fase de implementación de mejoras, mencionada en este marco metodológico, ya que, sino son atendidos, pueden generar problemas graves de usabilidad y navegación para el usuario, y a su vez, tiene la capacidad de generar problemas para la institución.

Posterior a todo este proceso, y una vez que se identificaron los problemas que se presentan en el sistema de información en cuestión, es importante brindar propuestas de mejora para intentar evitar todas estas problemáticas que se aborden, dependiendo el contexto de cada una, puede haber una gran variedad de propuestas, y algunas de las más comunes, son:

**1. Mejoras en la Navegación**

La navegación de un sistema de información requiere de ser **intuitiva, accesible y rápida**. Si los usuarios tienen dificultades para que se puedan encontrar secciones clave, como la consulta de calificaciones, convocatorias o la inscripción a materias, esto afectará su experiencia general y su productividad.

* **Propuesta:** Rediseñar la estructura de navegación del sistema para que las secciones más utilizadas sean fácilmente accesibles desde la página principal. Esto podría incluir la creación de un **menú de acceso rápido** o la implementación de **botones destacados** con colores y tamaños que los hagan más visibles.
* **Ejemplo:** Si se detecta que los estudiantes tardan demasiado en acceder a la sección de calificaciones, una solución sería incluir un enlace directo en la página principal o en el menú superior para facilitar el acceso. Adicionalmente, se podría mejorar el diseño visual de los botones, usando contrastes más claros o un tamaño mayor.

La **ISO 9241-210** establece que el diseño requiere de estar **centrado en el usuario**, lo que implica que la navegación debe ser clara y fácil de usar.

**2. Optimización del Rendimiento del Sistema**

El **rendimiento del sistema** es crucial para que se garantice una experiencia de usuario satisfactoria. Los **tiempos de carga lentos** o los **errores de sistema** pueden generar frustración y afectar la productividad.

* **Propuesta:** Optimizar el rendimiento del sistema mediante la reducción del peso de los recursos cargados (imágenes, scripts), mejorar el servidor o infraestructura, y realizar un mantenimiento técnico periódico para identificar y corregir fallos.
* **Ejemplo:** Si la página de inscripción tarda más de **5 segundos** en cargar, los desarrolladores pueden reducir el tamaño de las imágenes, optimizar las consultas a la base de datos o aumentar la capacidad del servidor.

La **ISO/IEC 25010** establece que el rendimiento del sistema necesita ser evaluado y optimizado constantemente para asegurar que los usuarios puedan completar sus tareas de manera eficiente.

**3. Ajustes en el Diseño de la Interfaz**

El **diseño de la interfaz** necesita ser claro, coherente y atractivo. Un mal diseño puede causar confusión a los usuarios y disminuir la efectividad del sistema.

* **Propuesta:** Mejorar el diseño de la interfaz aplicando principios de **diseño centrado en el usuario**, utilizando colores contrastantes para los botones importantes, tipografías claras y un diseño limpio que minimice el desorden visual.
* **Ejemplo:** Si los usuarios reportan que los botones no son visibles o claros, se podrían rediseñar con colores más vibrantes, mayor tamaño y un diseño minimalista que permita un acceso rápido a las funciones clave.

Dependiendo la situación de cada sistema de información, el manejo de colores de botones varía, porque hay algunas ocasiones en las que se necesita de un color y en otras en las que se requieren otros colores y demás, por eso, dependiendo la finalidad de cada botón, los colores se pueden usar para los mismos de la siguiente forma:

1. **Botones de Acción Primaria (Llamada a la Acción)**

* **Color recomendado**: **Verde brillante** o **azul fuerte**.
* **Justificación**: Los colores verde y azul son percibidos como positivos y suelen estar asociados con acciones de confirmación o avance. Son ideales para botones como "Inscribirse", "Enviar", o "Registrar", ya que indican que el usuario está completando una acción importante.
* **Ejemplo**: En la página de la UAEH, los botones para "Consultas" o "Acceso al Syllabus" podrían beneficiarse de un color verde o azul que los resalte.

**2. Botones de Cancelación o Acción Secundaria**

* **Color recomendado**: **Gris** o **blanco con borde negro**.
* **Justificación**: Estos colores se utilizan para acciones que no requieren urgencia o que son opcionales. El gris o blanco indica neutralidad y no atrae tanto la atención como los colores brillantes.
* **Ejemplo**: El botón "Cancelar" o "Regresar" en formularios donde los usuarios deciden no continuar con una acción podría utilizar un gris claro para no competir visualmente con las opciones de acción primaria.

**3. Botones de Advertencia o Peligro (Acción Irreversible)**

* **Color recomendado**: **Rojo**.
* **Justificación**: El rojo es un color universalmente asociado con peligro o advertencia, ideal para acciones como "Eliminar", "Cancelar cuenta", o cualquier acción irreversible. Este color alerta al usuario sobre el potencial impacto de su decisión.
* **Ejemplo**: Un botón que permita la eliminación de un registro o una cuenta en la página podría ser rojo, lo que le daría a los usuarios una advertencia visual clara de que están a punto de realizar una acción irreversible.

**4. Botones Informativos o de Estado**

* **Color recomendado**: **Amarillo** o **naranja**.
* **Justificación**: Estos colores suelen utilizarse para destacar información que los usuarios deben conocer, pero que no implica acción inmediata. Se pueden utilizar para notificaciones de estado o alertas que requieren atención.
* **Ejemplo**: Botones o mensajes sobre la disponibilidad de nuevos recursos o eventos importantes en la UAEH podrían utilizar un color amarillo para atraer la atención del usuario sin crear urgencia.

**5. Botones de Navegación General**

* **Color recomendado**: **Azul claro** o **verde suave**.
* **Justificación**: Colores menos intensos son ideales para la navegación cotidiana del sitio, ya que no necesitan resaltar de la misma manera que los botones de acción principal.
* **Ejemplo**: Botones de navegación entre secciones como "Inicio", "Noticias", o "Acerca de la UAEH" podrían utilizar un azul claro para mantener consistencia visual sin distraer del contenido principal.

1. **Implementación de capacitación para los usuarios**

En algunos casos, los problemas de usabilidad no se deben únicamente al diseño del sistema, sino a la falta de conocimiento de los usuarios sobre cómo utilizarlo eficientemente.

* **Propuesta:** Implementar un programa de capacitación para los usuarios que incluya tutoriales en línea, videos explicativos y guías interactivas que enseñen cómo utilizar las principales funcionalidades del sistema.
* **Ejemplo:** Si los usuarios no están seguros de cómo utilizar la función de consulta de convocatorias o en donde realizar su inscripción en línea, se podría implementar un tutorial paso a paso dentro del sistema que guíe a los usuarios a través del proceso.
* La **ISO 9241-11** apoya la implementación de **facilidades de uso**, como tutoriales o ayuda contextual, para mejorar la experiencia general de los usuarios.

**Fase 5: Implementación de mejoras y validación de resultados**

Una vez que se han analizado los resultados de la evaluación de la usabilidad y la calidad del sistema de información, se procede a la implementación de las mejoras identificadas. Esta fase es crucial debido a que permite la transformación de los hallazgos en acciones concretas, las cuales tendrán un impacto directo en la eficiencia, la experiencia del usuario y la seguridad del sistema. Además, se valida que los cambios que se implementarán hayan cumplido con los objetivos planteados inicialmente y que el sistema cumpla con los estándares de calidad esperados.

**Implementación de Mejoras:**

La implementación de mejoras se debe de centrar principalmente en las áreas críticas identificadas durante las fases anteriores. Estas mejoras pueden implicar cambios en la interfaz de usuario, optimización del rendimiento del sistema, reforzamiento de la seguridad y ajustes en la estructura de navegación. Se recomienda seguir un enfoque iterativo, donde las mejoras se implementan de manera progresiva, permitiendo su validación y ajuste continuo.

Para que en el desarrollo de este marco metodológico se puedan plasmar mejoras que realmente aporten según la necesidad de cada sistema de información universitario y especialmente para quien va dirigido que son las universidades del Estado de Hidalgo, se **plasman diversas situaciones y se describe como se pueden implementar las mejoras en cada situación, abarcando los aspectos de usabilidad y calidad,** que son los principales aspectos que evalúa este marco metodológico, como se puede ver a continuación:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Mejora en el aspecto de usabilidad** | **Descripción** | **Ejemplo de aplicación en los sistemas de información universitarios** |
| **Reducción de Pasos para Funciones Clave** | Minimizar el número de clics o interacciones que el usuario debe realizar para completar una tarea importante. Esto mejora la eficiencia en la interacción con el sistema. | En el portal de la UAEH, los usuarios actualmente deben pasar por varios menús para acceder a las convocatorias de admisión. Esta mejora agregaría un enlace directo en la página principal que permita consultar la convocatoria actual, reduciendo la cantidad de clics y mejorando la accesibilidad a esta información. |
| **Optimización del Diseño de Navegación** | La navegación debe ser clara y lógica, con categorías bien definidas que permitan a los usuarios encontrar fácilmente la información o funcionalidad que buscan. | En la página web de la Universidad Politécnica de Pachuca (UPP), la navegación se reorganizaría para que los menús principales incluyan accesos directos a "Convocatorias", "Becas" y "Eventos", lo que facilitaría el acceso rápido a estas áreas claves para los usuarios, mejorando su experiencia de navegación. |
| **Botones Claros y Visibles** | Los botones deben tener un tamaño y color que destaque, además de usar etiquetas claras que indiquen la acción que realizarán, mejorando la accesibilidad y comprensión. | En el portal de convocatorias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), los botones de "Registrar Solicitud" se rediseñan con colores brillantes como el verde y etiquetas claras como “Enviar Solicitud”, facilitando que los usuarios identifiquen rápidamente la función de cada botón. |
| **Retroalimentación Inmediata** | El sistema debe proporcionar feedback inmediato cuando los usuarios completan una acción, para que sepan si sus tareas fueron exitosas. | En el sistema de becas de la Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense (UTSH), tras completar una solicitud de beca, el sistema muestra de inmediato un mensaje que indica “Solicitud Recibida”, brindando seguridad a los usuarios de que la acción fue exitosa y permitiéndoles seguir con el proceso sin dudas. |
| **Diseño Responsivo** | El sistema debe adaptarse automáticamente a diferentes dispositivos y tamaños de pantalla para garantizar una experiencia consistente en móviles, tablets y computadoras. | El sitio web de la UAEH implementa un diseño responsivo para que las convocatorias, procesos de inscripción y otras funcionalidades sean accesibles desde cualquier dispositivo, permitiendo a los aspirantes consultar información y registrarse desde sus teléfonos móviles sin necesidad de hacer ajustes en la visualización. |
| **Función de Búsqueda Eficiente** | Implementar una barra de búsqueda que ofrezca resultados precisos y categorizados según relevancia, con la capacidad de corregir errores tipográficos y sugerir términos. | En el portal web de la Universidad Politécnica de Tulancingo (UPT), se añade una barra de búsqueda optimizada que permite a los usuarios encontrar rápidamente información sobre convocatorias, becas o calendarios académicos. La búsqueda corrige errores tipográficos y sugiere términos relacionados, mejorando la experiencia del usuario. |
| **Ayuda Contextual** | Ofrecer iconos o cuadros de ayuda que proporcionen información adicional cuando el usuario lo necesite, sin interrumpir su flujo de trabajo. | En el sistema de inscripción de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense (UTHH), se añaden iconos de ayuda junto a cada campo de solicitud para explicar cómo completarlo correctamente. Esto reduce los errores en la inscripción y facilita la comprensión del proceso sin necesidad de abandonar la página. |
| **Atajos para Tareas Frecuentes** | Proporcionar accesos directos visibles desde la página principal o el menú para tareas que los usuarios realizan con frecuencia, reduciendo el tiempo necesario para completar acciones. | En el portal de becas de la UAEH, se colocan accesos rápidos para las opciones de “Consultar Estatus de Solicitud” y “Renovar Beca”, permitiendo que los usuarios accedan rápidamente a estas funciones clave desde la página principal. Esto mejora la experiencia del usuario al eliminar la necesidad de navegar por varias páginas. |
| **Íconos Intuitivos** | Usar íconos visuales que sean fácilmente reconocibles y comprensibles, sin necesidad de explicaciones adicionales, para mejorar la navegación y la eficiencia. | En la página de eventos académicos de la Universidad Politécnica de Pachuca (UPP), los íconos para registro, inscripción y contacto se rediseñan para ser más intuitivos, utilizando imágenes que representan claramente cada acción. Esto mejora la interacción del usuario con el sistema sin necesidad de leer instrucciones adicionales. |
| **Prevención de Errores** | Prever y prevenir errores mediante validaciones en tiempo real que alerten al usuario si los datos introducidos son incorrectos o están incompletos antes de enviar formularios. | Durante el proceso de registro a eventos en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), si el usuario omite información importante como su correo electrónico, el sistema alerta inmediatamente al usuario antes de enviar la solicitud, evitando errores y facilitando una experiencia más fluida. |

Figura: 22: Tabla de propuestas de mejora basada en diversas situaciones

Una vez que se hayan detectado las problemáticas en cuestión, es necesario que se hagan pruebas profundas de validación de los resultados para verificar los resultados, ya sea positivos o negativos que pudieron tener y la forma en la que pudieron impactar. Dichas pruebas mencionadas, es necesario que incluyan evaluaciones técnicas y precisas para asegurar y garantizar que los cambios funcionan de forma correcta y no interfieren ni de manera directa e indirecta con otras funcionalidades del sistema. De igual forma, es necesario que se realicen pruebas de usabilidad y navegabilidad con grupos representativos de usuarios finales, ya que son los que más interacción tienen con el sistema de información y pueden aportar considerablemente a verificar que la implementación de mejoras haya sido la correcta, o no. La validación es necesario que incluya métricas cuantitativas, como lo pueden ser tiempos de respuesta, tasas de éxito en tareas específicas y comentarios cualitativos conseguidos mediante entrevistas y encuestas.

Además, otro paso que es de vital importancia es la documentación detallada de los resultados que se obtuvieron, siendo que esta documentación tiene una amplia utilidad al no solo servir como evidencia directa del impacto que tuvieron las mejoras en el sistema de información, sino que también, otorga una base realmente importante para futuras optimizaciones y actualizaciones, dependiendo de la necesidad del usuario. Para que la documentación tenga una amplia y completa utilidad, es necesario que se incluyan comparaciones claras entre el estado inicial del sistema y su desempeño esto, tras la implementación de los cambios usando tablas y gráficas que den una visualización de las mejoras en indicadores clave, como lo pueden ser la satisfacción y experiencia del usuario, eficiencia y reducción de errores.

Ya de manera final, esta fase no debe de ser considerada como la que cierra en definitivo el marco metodológico explicado, esto debido a que es necesario una mejora continua y optimización del sistema de información, y, es de vital importancia que se establezcan mecanismos para que se pueda asegurar que el sistema mantenga un desempeño óptimo a largo plazo.

**Página web**

Además de implementar el marco metodológico presentado, de igual forma, se desarrolló una página web con la finalidad de apoyar al usuario de este marco metodológico para resolver sus dudas mediante el uso de un chat Bot, además de que también hay un foro de participación para compartir ideas con otros desarrolladores y mejorar colectivamente, y mucho más para que el usuario de este marco metodológico respalde aún más su evaluación y sea más efectiva.

Para ingresar a la página, escanea el siguiente código QR. ¡**OJALÁ SEA DE TU AGRADO Y TAMBIÉN SEA DE UTILIDAD ¡**

**Link:** https://gaboy-ops.github.io/

Figura: 23: Código QR de acceso a la página

**Conclusiones**

El marco metodológico que se mostró a lo largo de este manual técnico otorga un enfoque estructurado y bien fundamentado con la finalidad que se den las bases completas y concretas para que se evalué correcta y adecuadamente la usabilidad, calidad y navegabilidad de los sistemas de información, además de optimizar estas características en dichos sistemas. Su puesta en marcha no solo da la posibilidad de resolver problemas actuales, sino que también puede establecer una base sólida para una mejora continua, garantizando y asegurando que los sistemas puedan responder de forma efectiva y rápida a las necesidades que pueden presentar los usuarios finales, como lo son los estudiantes, profesores, administrativos y comunidad en general. Además, al hacer uso de un vocabulario nutrido y completo e implementar una gran cantidad de estándares y normas internacionales de alta calidad y complejidad, este marco se asegura de que se cree una experiencia de usuario (UX) más accesible, eficiente e intuitiva, fortaleciendo de forma directa ámbitos de la tecnología y la educación. De forma general, el marco siempre se pensó en que tenga gran utilidad y relevancia a partir de su implementación para los desarrolladores de los sistemas de información de las universidades del estado de Hidalgo, y que pueda aportar con todo lo que contiene a crear un mejor y nutrido ambiente en dichos sistemas.

**Bibliografía**

# Bibliografía

Alvaro, G. (2019). *Sistemas de Información Herramientas prácticas para la gestión.* Ciudad de México: Alfaomega.

Blanco, R. (Marzo de 2020). *Universidad de Cantabria*.

Cueva, J. (19 de Agosto de 2020). *De manera general .* Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://di002.edv.uniovi.es/~cueva/asignaturas/masters/2005/UsabilidadWeb.pdf

Devece, C. (2021). *Introducción de a la gestión de sistemas de información en la empresa.* Castello de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions.

Gomez, L. (2019). *Interoperabilidad en los Sistemas de Información Documental (SID): la información debe fluir.* Quito: Codice.

López, M. (2022). *MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD PARA APLICACIONES WEB TRANSACCIONALES.* VALPARAÍSO.

Luis, J. (2021). *Sistemas de Información en la Empresa El impacto de la nube, la movilidad y los medios sociales.* Ciudad de México: Alfaomega.

Mario, P. (2018). *Calidad de los Sistemas de Información 3a EDICIÓN AMPLIADA Y ACTUALIZADA.* Madrid: RA-MA.

Montero, Y. (7 de Septiembre de 2020). *La Experiencia del Usuario*. Obtenido de https://www.nosolousabilidad.com/articulos/experiencia\_del\_usuario.htm

Montoyo, A. (2021). *Sistemas de Información.* Alicante: Universidad de Alicante.

Norman, D. (1 de Septiembre de 2023). *Significados Web*. Obtenido de https://www.significadosweb.com/usuarios-segun-autores

Pallero, M. (2022). *Seguridad de la información y ciberseguridad.* Buenos Aires: Autoridades de la Fundación Dr. Manuel Sadosky.

Sánchez, W. (19 de Agosto de 2021). *La usabilidad en Ingeniería de Software: definición y características*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/pdf/47264961.pdf

Solano, A. (2021). *Evaluación Colaborativa DE LA USABILIDAD EN EL DESARROLLO DE SISTEMAS SOFTWARE INTERACTIVOS.* Santiago de Chile: Hipertexto ltda.

Tarín, M. (9 de Abril de 2020). *¿Qué es ISO?* Obtenido de https://www.certificadoiso9001.com/que-es-iso/

International Organization for Standardization. (2019). ISO 9241-11: Ergonomics of human-system interaction—Usability definitions and concepts. ISO.

International Organization for Standardization. (2011). ISO/IEC 25010: Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models. ISO.

International Organization for Standardization. (2019). ISO/IEC 27001: Information technology – Security techniques – Information security management systems – Requirements. ISO.

Knapp Bjerén, T. (2003). User Experience (UX) Definitions. Montero, J. (2020). Diseño de experiencias de usuario.

IEEE. (2008). IEEE 829-2008: Standard for Software Test Documentation. IEEE.

Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2022). Management Information Systems: Managing the Digital Firm. Pearson.

Tarín, A. (2020). ISO Standards in Information Systems.

Gómez, P. (2019). Interoperabilidad: La clave para la colaboración entre sistemas.

Arrocha, A. (2021). Definición de evaluación de sistemas de información.

Devece, C. (2021). Teoría y práctica de los sistemas de información.

Sánchez, J. (2021). Diseño de Interfaces de Usuario: Principios clave para una mejor usabilidad.

Abrahäo, S., & Calero, C. (2022). *Calidad y sostenibilidad de sistemas de información en la práctica*. Ra-Ma Editorial.

Velthuis, M. G. P. (2021). *Auditoría de Tecnologías y Sistemas de Información.* Grupo Editorial RA-MA.

Cifuentes, M. S., Gomez, Y. O., & Saldarriaga, A. F. H. (2010). *La calidad del dato en los sistemas de informacion*.

López, G. L. G. (2007). *Los sistemas automatizados de acceso a la información bibliográfica: evaluación y tendencias en la era de internet*. Imprensa da Universidade de Coimbra / Coimbra University Press.