

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PUCP

Usabilidad en servicios web bioinformáticos: una revisión de literatura

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL

GRADO DE BACHILLER EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN

INGENIERÍA INFORMÁTICA

AUTOR

Manuel Alberto Bezerra Brandao Corrales

ASESORES:

Dra. Layla Hirsh Martinez

Dr. Jose Antonio Pow Sang

Lima, diciembre de 2020

Resumen

Bioinformática es la aplicación de tecnologías computacionales y la estadística a la gestión y análisis de datos biológicos como lo son las secuencias de ADN y de proteínas (Can, 2014). En esta área se ha evidenciado una creciente necesidad de usabilidad en las herramientas utilizadas para la investigación, con el fin de conseguir un manejo adecuado de la gran cantidad de información que se utiliza (Bolchini et al., 2009). Además, actualmente es evidente la escasez de investigaciones sobre usabilidad en servicios web bioinformáticos (Bolchini et al., 2009).

Estos servicios presentan características particulares que los diferencian de otros tipos de software. Además, sus usuarios presentan necesidades distintas. Por ejemplo, las barreras de usabilidad pueden inhibir la satisfacción de la experiencia de usuario y forzar a los investigadores a desperdiciar tiempo y energía en realizar tareas cotidianas en sus trabajos (Bolchini et al., 2009). Es por ello que, en este trabajo de investigación, se busca realizar una revisión de literatura que permita conocer los trabajos relacionados a la usabilidad en servicios web bioinformáticos.



Tabla de contenido

Resumen	2
Índice de Tablas	4
1 Introducción	5
2 Método	6
2.1 Revisión Sistemática.....	6
2.1.1 Preguntas de Investigación	6
2.1.2 Proceso de Búsqueda	6
2.1.3 Criterios de Inclusión y Exclusión.....	8
2.1.4 Datos Extraídos	9
2.1.5 Datos Analizados.....	9
2.2 Resultados	10
2.2.1 Resultados de Búsqueda	10
2.3 Discusión.....	13
2.3.1 Respuesta a ¿Cómo se describen los principales problemas en términos de usabilidad que se encuentran en servicios web bioinformáticos?	13
2.3.2 Respuesta a ¿Qué técnicas y métodos de usabilidad han tenido mayor impacto en la evaluación de servicios web bioinformáticos?.....	14
2.3.3 Respuesta a ¿Cómo son los estándares, propuestas o principios de usabilidad en servicios web bioinformáticos y cuál es la necesidad de estos en la actualidad?.....	15
2.4 Revisión de Tesis.....	16
3 Conclusiones	17
4 Referencias	18

Índice de Tablas

Tabla 1 Datos extraídos de las publicaciones que se obtienen de la búsqueda	9
Tabla 2 Datos analizados de las publicaciones que se obtienen de la búsqueda.....	9
Tabla 3 Resumen numérico de resultados por motor de búsqueda.....	10
Tabla 4 Resumen de resultados por criterio de exclusión	10
Tabla 5 Resumen de resultados por criterios de inclusión	11



1 Introducción

Los inicios del área de la Bioinformática ocurren hace más de 50 años, cuando las computadoras de escritorio aún no existían y el ADN aún no podía ser secuenciado (Can, 2014). Por esas épocas, Margaret Dayhoff era considerada la primera persona en iniciar la aplicación de métodos computacionales para cambios de bioquímica (Can, 2014). Así, en el transcurso de la historia, muchas de las personas que se dedicaron a investigar y desarrollar aplicaciones de la informática en biología, bioquímica y biofísica eran, en su mayoría, científicos sin un conocimiento formal previo de informática como tal (Mirel & Wright, 2009).

A mediados de la década de los noventa el internet revolucionó la cultura, el comercio y la tecnología permitiendo la comunicación casi instantánea por primera vez en la historia (Can, 2014). Esto permitió la creación de diversas herramientas de bioinformática accesibles globalmente (Can, 2014). Actualmente, se encuentran numerosas aplicaciones de escritorio, servicios web y bases de datos que son muy utilizadas para la investigación (Bolchini et al., 2009).

La usabilidad como concepto aparece en la década de los ochentas (Bevana et al., 1991). En base las investigaciones sobre Interacción Persona-Computador, la usabilidad describe un atributo de calidad de software que mide lo fácil que son de usar las interfaces gráficas de usuario (Nielsen, 1994). Realizando una analogía, en base los estudios de Nielsen sobre la productividad de los empleados de una empresa (Nielsen, 2012), en una laboratorio de investigación, si los científicos pierden tiempo tratando de ubicar una función o realizando tareas simples en un servicio web, el número de publicaciones que realizan disminuye. En este tipo de situaciones se aprecia la importancia de la usabilidad. Según Jakob Nielsen, una buena práctica es utilizar un diez por ciento del presupuesto del diseño de un proyecto de desarrollo de software en usabilidad (Nielsen, 2012).

La usabilidad en servicios web es considerada como la habilidad de una aplicación para permitir que el usuario ejecute tareas específicas con eficacia y eficiencia, brindándole satisfacción (Matera et al., 2006). Es por ello que, en el área de la Bioinformática, se ha evidenciado una creciente necesidad de usabilidad en las herramientas utilizadas para la investigación, con el fin de conseguir un manejo adecuado de la gran cantidad de información que se utiliza (Bolchini et al., 2009).

Es por ello que, con la finalidad de conocer los trabajos relacionados a usabilidad realizados en servicios web bioinformáticos, se propone realizar una revisión de literatura. De esta manera, se puede conocer los métodos de evaluación, herramientas y estándares de usabilidad utilizados en interfaces gráficas de este tipo de servicios.

2 Método

Para esta revisión de literatura respecto usabilidad en servicios web bioinformáticos se utilizará el método de revisión sistemática. Esta es un tipo de investigación científica que tiene como propósito integrar de forma objetiva y sistemática los resultados de los estudios sobre un determinado problema específico, área temática o fenómeno de interés (Sánchez-Meca, 2010).

En el año 1999, a raíz de la estandarización del ISO 13407 que detalla el diseño basado en el usuario para sistemas interactivos, se incrementó el interés en la usabilidad (Kurosu, 2007). Desde la perspectiva de Bioinformática, mejorar la usabilidad de las herramientas permite que los usuarios encuentren, comparen, manipulen y compartan información de manera eficaz y eficiente (Bolchini et al., 2009). Además, existe evidencia sobre la creciente necesidad de estudios sobre usabilidad en los sistemas de biología computacional (Bolchini et al., 2009). Es por ello que en esta revisión sistemática se busca indagar qué trabajos se han realizado sobre la usabilidad en herramientas bioinformáticas, enfatizando en los servicios web.

2.1 Revisión Sistemática

En esta sección del documento, se presenta a detalle la información relacionada a la revisión sistemática sobre métodos de evaluación, herramientas y estándares de usabilidad utilizados en interfaces gráficas de servicios web bioinformáticos.

2.1.1 Preguntas de Investigación

Para conocer sobre los trabajos sobre usabilidad que se han realizado en servicios web bioinformáticos se han planteado las siguientes interrogantes.

- P1 ¿Cómo se describen los principales problemas en términos de usabilidad que se encuentran en servicios web bioinformáticos?
- P2. ¿Qué técnicas y métodos de usabilidad han tenido mayor impacto en la evaluación de servicios web bioinformáticos?
- P3. ¿Cómo son los estándares, propuestas o principios de usabilidad en servicios web bioinformáticos y cuál es la necesidad de estos en la actualidad?

2.1.2 Proceso de Búsqueda

Para poder encontrar la literatura que permitirá responder a las incógnitas propuestas se consultarán algunos de los motores de búsqueda existentes. Scopus es una base de datos de artículos STM (ciencia, tecnología y medicina por sus siglas en inglés) que facilita a los investigadores la búsqueda de publicaciones (Burnham, 2006). Por ello, ha sido elegido para esta búsqueda. PubMed es también un servicio de información desarrollado por el Centro Nacional para la Información Biotecnológica de Estados Unidos (NCBI por sus siglas en inglés) que cubre los temas de biomedicina y salud (Cañedo Andalia et al., 2015). Ya que los artículos que se necesitan tienen énfasis en biología computacional, ha sido elegido como un motor de búsqueda adicional.

La búsqueda será realizada en inglés debido a que no todas las investigaciones se encuentran traducidas al idioma español. En ambos motores, se espera utilizar la opción avanzada que emplea cadenas búsqueda. Por ello, se han definido una serie de subcadenas que juntas delimitan los resultados de los motores seleccionados. A continuación, se detalla según la sintaxis de Scopus.

- SC1. “Usability” AND “Bioinformatics” AND “Web”: La revisión se enfoca en la usabilidad de servicios web bioinformáticos.
- SC2. “Test” OR “Evaluation” OR “Status” OR “Standard”: Para responder las preguntas planteadas se requiere conocer sobre los métodos y técnicas usados para la evaluación de usabilidad en las herramientas web bioinformáticas, así como indagar sobre algún estándar de usabilidad para estas.
- SC3. SUBJAREA(bioc) OR SUBJAREA(comp) OR SUBJAREA(engi): Esta subcadena define en qué áreas se limitan los resultados, siendo Bioquímica, Genética y Biología Molecular, Ciencias de la Computación e Ingeniería, respectivamente.

Finalmente, las primeras dos subcadenas serán utilizadas para la búsqueda en el título, resumen y palabras claves de las publicaciones y la última subcadena se encargará de filtrar las áreas de los resultados.

```
TITLE-ABS-KEY ("Usability" AND ("Test" OR "Evaluation" OR "Status" OR "Standard")
AND "Bioinformatics" AND "Web") AND (SUBJAREA(bioc)
OR SUBJAREA(comp) OR SUBJAREA(engi))
```

La sintaxis para la búsqueda avanzada en PubMed difiere de la de Scopus, además que esta tiene menos opciones como el filtro por áreas. A continuación, se muestra la cadena a utilizar en el segundo motor de búsqueda seleccionado.

```
(Usability[Title/Abstract] AND Bioinformatics[Title/Abstract] AND
Web[Title/Abstract]) AND (Test[Title/Abstract] OR Status[Title/Abstract] OR
Evaluation[Title/Abstract] OR Standard[Title/Abstract])
```

2.1.3 Criterios de Inclusión y Exclusión

Para la revisión de las publicaciones obtenidas de las búsquedas en los motores seleccionados, es necesario identificar cuál de los resultados es estrictamente relevante para la revisión. Es por ello que a continuación se proponen los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

2.1.3.1 Criterios de inclusión

- CI1. Incluir los resultados cuyo año de publicación se encuentre entre los últimos quince años¹. Si bien en una revisión usualmente se toma en consideración las publicaciones de los últimos seis años, ya que en esta búsqueda el número de resultados es menor debido a los pocos trabajos académicos que se han realizado en este tema es necesario ampliar el número de años a tener en consideración.
- CI2. Incluir las publicaciones que se enfoquen principalmente en herramientas web bioinformáticas que tengan por usuarios principales a científicos investigadores. Entre los resultados se han encontrado algunas publicaciones sobre trabajos académicos de usabilidad en portales web de medicina que, por ejemplo, tiene por usuario principal a un paciente de un hospital. También se han identificado publicaciones sobre herramientas de ontología o motores de búsqueda de artículos académicos científicos. Este tipo de investigaciones no son relevantes para el objetivo de esta revisión.
- CI3. Incluir las publicaciones que describan una evaluación de usabilidad sobre un servicio web bioinformático; detallando métodos, procedimientos o estándares utilizados. Este criterio se sustenta en base al objetivo de la revisión puesto que el tema de este trabajo de fin de carrera es el descrito.

2.1.3.2 Criterios de exclusión

- CE1. Excluir los resultados que sean actas de conferencias (*conference review*). Se ha identificado que este tipo de publicaciones no permitirán responder de manera directa las preguntas planteadas debido a que abordan muchos temas que no están relacionados con el objetivo.
- CE2. Excluir los artículos en idiomas diferentes al español y al inglés. Considerar los resultados en idiomas diferentes a los mencionados representará una dificultad para su análisis puesto que se cuenta con una barrera lingüística y los traductores en línea no son cien por ciento fiables, especialmente en términos académicos.

¹ Se toma en referencia la mitad del tiempo transcurrido desde que las publicaciones sobre Interacción Persona-Computador tomaron popularidad (Wichansky, 2000).

2.1.4 Datos Extraídos

A continuación, se presenta en la tabla 1 los datos a extraer respecto a las publicaciones que se obtienen de la búsqueda.

Tabla 1 Datos extraídos de las publicaciones que se obtienen de la búsqueda

Campo	Descripción
ID	E[Número] por ejemplo, E04
Motor de búsqueda	Scopus o PubMed
Autor(es)	Autor o autores de la publicación
Título	Título de la publicación
Tipo de fuente	Artículo, <i>paper</i> de conferencia, etc.
Fuente	Dónde se publicó
Año	En qué año fue publicado
Resumen	También llamado <i>Abstract</i>

2.1.5 Datos Analizados

A continuación, se presenta en la tabla 2 los datos a analizar respecto a las publicaciones que se obtienen de la búsqueda con la finalidad de responder a las interrogantes planteadas en esta revisión sistemática.

Tabla 2 Datos analizados de las publicaciones que se obtienen de la búsqueda

Campo	Descripción	Pregunta
Caso de estudio	Se refiere a un caso de estudio de usabilidad en alguna herramienta web de bioinformática	General
Problemas de usabilidad encontrado	Según el análisis de las herramientas, qué resultados se obtuvieron de las pruebas de usabilidad	P1
Métodos y técnicas usados para las pruebas de usabilidad	Qué procedimiento se utilizar para evaluar las herramientas bioinformáticas en términos de usabilidad	P2
Estándar de usabilidad descrito	Estándares de usabilidad referenciados para servicios web bioinformáticos	P3

2.2 Resultados

En esta sección del documento se presentan los resultados obtenidos a través de la revisión sistemática. Se detallan los resultados de la búsqueda, la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión y los estudios primarios encontrados.

2.2.1 Resultados de Búsqueda

Luego de utilizar las cadenas de búsquedas en las bases de datos de publicaciones académicas, se obtuvieron treinta y dos publicaciones. El resumen numérico de resultados puede ser apreciado en la tabla 3.

Tabla 3 Resumen numérico de resultados por motor de búsqueda

Motor de búsqueda	Número de publicaciones
Scopus	29
PubMed	10

Se observa que el número de resultados no es grande, por lo que se deduce que no hay muchas publicaciones relacionadas a la usabilidad en servicios web bioinformáticos. Además, siete de los artículos que se encontraron en PubMed también se encuentran entre los resultados de Scopus.

Luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se encuentran las publicaciones que no son excluidas por los criterios y que cumplen con todos los criterios de inclusión. Estas serán relevantes para responder a las tres preguntas que se plantearon para esta revisión. Se detalla en la tabla 4 el resumen de resultados por criterios de exclusión.

Tabla 4 Resumen de resultados por criterio de exclusión

Criterios de exclusión	Número de resultados
CE1. Excluir los resultados que sean actas de conferencias (<i>conference review</i>).	2
CE2. Excluir los artículos en idiomas diferentes al español y al inglés.	0
Resultados que no son excluidos	30

Según lo descrito anteriormente, los documentos que no han sido excluidos que serán útiles para absolver las interrogantes planteadas deberán cumplir con los tres criterios de inclusión. Se presenta en la tabla 5 el resumen de resultados según los criterios de inclusión, resumiendo cuántos podrán ser considerados artículos relevantes.

Tabla 5 Resumen de resultados por criterios de inclusión

Criterios de inclusión	Número de resultados
CI1. Incluir los resultados cuyo año de publicación se encuentre entre los últimos quince años.	30
CI2. Incluir las publicaciones que se enfoquen principalmente en herramientas web bioinformáticas que tengan por usuarios principales a científicos investigadores.	22
CI3. Incluir las publicaciones que describan una evaluación de usabilidad sobre un servicio web bioinformático; detallando métodos, procedimientos o estándares utilizados.	6
Publicaciones no excluidas que cumplen con todos los criterios de inclusión y que son consideradas relevantes.	6

Finalmente, se concluye que solo seis de los resultados cumplen todos los criterios de inclusión y no han sido excluidos. Estos son los que se considerarán como los artículos relevantes de la revisión.

A continuación, se presenta la lista de las publicaciones a utilizar para responder a las preguntas, ordenados alfabéticamente por autor.

Bolchini, D., Finkelstein, A., Perrone, V., & Nagl, S. (2009). Better bioinformatics through usability analysis. *Bioinformatics*, 25(3), 406-412. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btn633>

Hu, P. J.-H., Zeng, D., Chen, H., Larson, C. A., & Tseng, C. (2007). A Web-Based System for Infectious Disease Data Integration and Sharing: Evaluating Outcome, Task Performance Efficiency, User Information Satisfaction, and Usability. En D. Zeng, I. Gotham, K. Komatsu, C. Lynch, M. Thurmond, D. Madigan, B. Lober, J. Kvach, & H. Chen (Eds.), *Intelligence and Security Informatics: Biosurveillance* (Vol. 4506, pp. 134-146). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-72608-1_13

Hu, P. J.-H., Zeng, D., Chen, H., Larson, C., Chang, W., Tseng, C., & Ma, J. (2007). System for Infectious Disease Information Sharing and Analysis: Design and Evaluation. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 11(4), 483-492. <https://doi.org/10.1109/TITB.2007.893286>

Machado Paixão-Cortes, V., dos Santos da Silva Tanus, M., Paixão-Cortes, W., de Souza, O., de Borba Campos, M., & Silveira, M. (2018). Usability as the Key Factor to the Design of a Web Server for the CReF Protein Structure Predictor: The wCReF. *Information*, 9(1), 20. <https://doi.org/10.3390/info9010020>

Machado Paixão-Cortes, V., Silveira, M., de Borba Campos, M., de Souza, O., & dos Santos da Silva Tanus, M. (2018). WCReF – a web server for the cref protein structure predictor. *Advances in*

Intelligent Systems and Computing, 558, 831-838. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-54978-1_103

Mcknight, B., & Arpinar, I. B. (2012). Linking and querying genomic datasets using natural language. *2012 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/BIBM.2012.6392724>



2.3 Discusión

En esta sección se desarrollarán las respuestas a las interrogantes planteadas para esta revisión sistemática. Se realizará el desarrollo de cada pregunta por separado.

2.3.1 Respuesta a ¿Cómo se describen los principales problemas en términos de usabilidad que se encuentran en servicios web bioinformáticos?

Se han encontrado pocos estudios sobre usabilidad en servicios web bioinformáticos. Sin embargo, muchos de estos han identificado problemas similares en las herramientas que fueron evaluadas. En primer lugar, se observó que, en algunas de las aplicaciones, existen problemas de diseño respecto a la navegabilidad (Bolchini et al., 2009; Hu, Zeng, Chen, Larson, Chang, et al., 2007; Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Machado Paixão-Cortes, Silveira, et al., 2018). La secuencia de interfaces es confusa; además no se cuenta con una opción que permita al usuario visualizar el recorrido que ha realizado y su ubicación actual en la herramienta (Hu, Zeng, Chen, Larson, Chang, et al., 2007; Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Machado Paixão-Cortes, Silveira, et al., 2018). Así mismo, los enlaces entre las interfaces presentaron inconsistencias, redirigiendo a pantallas de versiones anteriores de las herramientas (Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Machado Paixão-Cortes, Silveira, et al., 2018). Estos problemas incrementan la posibilidad de que un usuario no logre obtener los resultados que espera.

Otro de los principales problemas identificados en estos estudios fue respecto a la flexibilidad que brindan las herramientas. Se encontró que algunas de las herramientas analizadas no contaban con una opción para deshacer alguna acción (Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Machado Paixão-Cortes, Silveira, et al., 2018; Mcknight & Arpinar, 2012). Esto representa una dificultad para los usuarios al momento de realizar alguna corrección cuando obtienen un resultado no deseado.

Adicionalmente, también se encontraron problemas que afectan la eficiencia de uso de las herramientas (Bolchini et al., 2009; Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018, 2018; Mcknight & Arpinar, 2012). Por ejemplo, en la herramienta CATH (Dawson et al., 2017), las superfamilias de los datos se encontraban ordenadas por código (Bolchini et al., 2009). Sin embargo, los usuarios requieren, en muchos de los casos, ubicar una superfamilia por nombre y no se contaba con una opción que facilite dicha búsqueda (Bolchini et al., 2009). Por ello, los usuarios tenían que revisar cada una de las páginas con 15 superfamilias del total de 1459 de la herramienta a fin de ubicar la que requerían (Bolchini et al., 2009). Este tipo de problemas que limitan la flexibilidad y la eficiencia en el uso de estas herramientas, inhiben la motivación de los usuarios y los obligan a desperdiciar su tiempo y energía en sus labores (Bolchini et al., 2009).

Por último, uno de los principales problemas encontrados en servicios web bioinformáticos es la dificultad de aprendizaje de estos (Hu, Zeng, Chen, Larson, Chang, et al., 2007; Hu, Zeng, Chen, Larson, & Tseng, 2007; Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Machado Paixão-Cortes, Silveira, et al., 2018). Se identificó que muchas herramientas no siguen patrones de diseño estandarizados para sus interfaces, lo que dificulta su aprendizaje y uso (Machado Paixão-

Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Machado Paixão-Cortes, Silveira, et al., 2018). Por ejemplo, en los servidores de predicción de estructuras 3D de proteínas I-TASSER (Zhang, 2008), QUARK (Zhang, 2014) y Robetta (Kim et al., 2004) se identificó que los menús en distintas interfaces de las herramientas cambian de posición (Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Machado Paixão-Cortes, Silveira, et al., 2018). Para el usuario esto representa una dificultad en el uso y aprendizaje de estas aplicaciones. Por otro lado, se observaron diversos problemas con los mensajes de error de algunas aplicaciones (Hu, Zeng, Chen, Larson, & Tseng, 2007, 2007; Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Machado Paixão-Cortes, Silveira, et al., 2018). En algunos casos, los errores no presentan algún estándar de colores y símbolos que los diferencien de los demás mensajes para llamar la atención (Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Machado Paixão-Cortes, Silveira, et al., 2018). Así mismo, en muchas de estas herramientas no se utiliza un lenguaje fácil de entender (Hu, Zeng, Chen, Larson, Chang, et al., 2007). Por el contrario, el que se utiliza presenta diversos tecnicismos que dificulta el entendimiento de la herramienta para usuarios con poca experiencia (Hu, Zeng, Chen, Larson, Chang, et al., 2007). Finalmente, se identificó que se requieren mensajes de ayuda, instrucciones y documentación que faciliten el uso y aprendizaje de las herramientas (Hu, Zeng, Chen, Larson, Chang, et al., 2007; Hu, Zeng, Chen, Larson, & Tseng, 2007). Así, los que requieran utilizar estas herramientas web bioinformáticas serán capaces de aprender cómo usarlas de manera más fácil y reconocer eficazmente los errores que puedan cometer.

En suma, si se toman como base las diez heurísticas de usabilidad propuestas por Jakob Nielsen (Nielsen, 2005), los principales problemas en términos de usabilidad que se han encontrado en servicios web bioinformáticos, según los casos de estudio analizados, están relacionados con la visibilidad del estado del sistema, la flexibilidad y eficiencia de uso, la libertad y control del usuario, la ayuda al reconocimiento, diagnóstico y recuperación de errores y la documentación de ayuda de las herramientas web bioinformáticas.

2.3.2 Respuesta a ¿Qué técnicas y métodos de usabilidad han tenido mayor impacto en la evaluación de servicios web bioinformáticos?

Según Nielsen, las metodologías de evaluación de una interfaz de usuario pueden ser clasificadas en cuatro categorías: formales, basadas en alguna técnica de análisis; automáticas, por medio de algún procedimiento computacional; empíricas, mediante evaluaciones con usuarios y heurísticas, basados en la visión y opinión de expertos (Nielsen & Molich, 1990). A pesar que no se encontraron muchos casos de estudio sobre usabilidad en servicios web bioinformáticos, se identificó que los métodos utilizados en las evaluaciones pertenecen a dos de estas categorías.

En primer lugar, algunos de estos estudios utilizaron pruebas heurísticas (Bolchini et al., 2009; Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Machado Paixão-Cortes, Silveira, et al., 2018). Estas son un método de análisis de usabilidad en la que se presenta una interfaz a un número de evaluadores para que la analicen y emitan un comentario sobre esta, basándose en heurísticas (Nielsen & Molich, 1990). Los evaluadores se encargan de observar la interfaz y opinar sobre los puntos positivos y negativos de esta (Nielsen & Molich, 1990). Se utilizaron dos conjuntos

de heurísticas distintas en estos estudios de usabilidad. Uno de estos fue las diez heurísticas definidas por Jakob Nielsen (Nielsen, 2005), en donde un grupo de cuatro expertos en Interacción Persona-Computador se encargaron de evaluar las interfaces de diversas herramientas web bioinformáticas (Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Machado Paixão-Cortes, Silveira, et al., 2018). No obstante, en otro de los casos de estudio se utilizaron las heurísticas MiLE+ (Bolchini & Garzotto, 2007) para realizar una inspección a la interfaz gráfica de CATH (Dawson et al., 2017), una herramienta clasificadora de estructuras de proteínas (Bolchini et al., 2009). Estas heurísticas tienen como objetivo medir el rendimiento, la eficiencia, el costo efectivo y la facilidad de aprendizaje de una aplicación (Bolchini & Garzotto, 2007).

Otro de los métodos utilizados para el estudio de usabilidad de servicios web bioinformáticos fue la evaluación basada en pruebas con usuarios (Bolchini et al., 2009; Hu, Zeng, Chen, Larson, Chang, et al., 2007; Hu, Zeng, Chen, Larson, & Tseng, 2007; Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Mcknight & Arpinar, 2012). Uno de los casos de estudio utilizó pruebas con usuarios pensando en voz alta (*thinking aloud*) contando con algunos investigadores como participantes (Bolchini et al., 2009). En este tipo de pruebas, un grupo de usuarios es seleccionados para realizar una serie de acciones guiadas para evaluar la funcionalidad de una interfaz (Granic et al., 2008). El objetivo es analizar la eficiencia y eficacia del usuario al momento de interactuar con la herramienta web (Granic et al., 2008). Por otro lado, otras publicaciones que evalúan a una herramienta web bioinformática en términos de usabilidad realizaron pruebas con usuarios mediante cuestionarios (Hu, Zeng, Chen, Larson, Chang, et al., 2007; Hu, Zeng, Chen, Larson, & Tseng, 2007; Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Mcknight & Arpinar, 2012). Esta técnica aplica una encuesta diseñada por expertos en la materia sobre usuarios actuales o potenciales para medir la usabilidad de una interfaz (Hassan Montero, 2002). Estos de caso de estudio se basaron en los cuestionarios SUS (Brooke, 1996), QUIS (Chin et al., 1988) y de Ssemugabi (Ssemugabi & de Villiers, 2007). Los usuarios que respondieron a estas encuestas fueron en su mayoría investigadores, profesores y estudiantes universitarios que estaban familiarizados con las herramientas a utilizar (Hu, Zeng, Chen, Larson, Chang, et al., 2007; Hu, Zeng, Chen, Larson, & Tseng, 2007; Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Mcknight & Arpinar, 2012).

En conclusión, las técnicas y métodos que se utilizan en la evaluación de servicios web bioinformáticos, según los casos de estudio, están basados en los métodos de evaluación heurística mediante expertos y los métodos de evaluación con usuarios como las pruebas con usuarios pensando en voz alta (*thinking aloud*) y cuestionarios aplicados de manera remota.

2.3.3 Respuesta a ¿Cómo son los estándares, propuestas o principios de usabilidad en servicios web bioinformáticos y cuál es la necesidad de estos en la actualidad?

Desde hace más de treinta años, un extenso número de estándares han sido elaborados para definir los principios generales del diseño basado en el usuario y las buenas prácticas en el diseño de interfaces gráficas (Bevan, 2001). Estos estándares, relacionados con la interacción humano-computador y la usabilidad, son desarrollados bajo el auspicio de la Organización Internacional para

la Estandarización (ISO por sus siglas en inglés) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC por sus siglas en inglés) (Bevan, 2001).

Al analizar los resultados relevantes de la revisión se observó que ninguno hace mención de algún estándar de usabilidad utilizado en los servicios web bioinformáticos (Bolchini et al., 2009; Hu, Zeng, Chen, Larson, & Tseng, 2007, 2007; Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Machado Paixão-Cortes, Silveira, et al., 2018; Mcknight & Arpinar, 2012). Sin embargo, se hace énfasis en que un objetivo a largo plazo es definir patrones de diseño y herramientas conceptuales para promover el diseño centrado en el usuario en el desarrollo de herramientas bioinformáticas (Bolchini et al., 2009).

En uno de los casos de estudio, mediante la inspección heurística de herramientas web bioinformáticas se elaboraron requerimientos no funcionales para el desarrollo de la herramienta wCReF (Machado Paixão-Cortes, Silveira, et al., 2018). Así mismo, con los resultados y la posterior evaluación en términos de usabilidad de la herramienta desarrollada, se propuso una guía de diseño, clasificada según las diez heurísticas de Nielsen (Nielsen, 2005), para interfaces de servicios web bioinformáticos (Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018). Por ejemplo, una de las recomendaciones de la guía, respecto a la coincidencia entre el sistema y el mundo real (Nielsen, 2005), especifica el uso de botones o íconos que simbolicen acciones familiares para los usuarios como retroceder, avanzar, menú principal, guardar, entre otros (Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018).

Finalmente, en base a los casos de estudio revisados, se concluye que no se tiene como referencia algún estándar de usabilidad para servicios web bioinformáticos. Sin embargo, se ha identificado que se reconoce la necesidad de estos para facilitar la estandarización de interfaces de servicios web bioinformáticos y el diseño centrado en el usuario (Bolchini et al., 2009).

2.4 Revisión de Tesis

Se ha determinado que son muy pocas las publicaciones relacionadas a usabilidad en servicios web bioinformáticos. Asimismo, se ha encontrado que, a la fecha, no existe ningún trabajo de fin de carrera en el repositorio de tesis de la Pontificia Universidad Católica del Perú que se encuentre relacionado al tema investigado en este documento. Por ello, no se ha considerado realizar una revisión de tesis para complementar las respuestas a las preguntas desarrolladas en la discusión.

3 Conclusiones

De esta revisión se concluye que se han encontrado diversos problemas de usabilidad en las herramientas web bioinformáticas evaluadas. (Bolchini et al., 2009; Hu, Zeng, Chen, Larson, Chang, et al., 2007; Hu, Zeng, Chen, Larson, & Tseng, 2007; Machado Paixão-Cortes, dos Santos da Silva Tanus, et al., 2018; Machado Paixão-Cortes, Silveira, et al., 2018; Mcknight & Arpinar, 2012). Estos problemas representan un factor de frustración y gasto de recursos como el tiempo de los investigadores que realizan trabajos utilizados estos servicios (Bolchini et al., 2009). Asimismo, se reconoce en estos estudios que en los últimos años se ha detectado la necesidad de usabilidad en Bioinformática y la necesidad de una propuesta de técnicas y métodos de usabilidad orientados al desarrollo y evaluación de servicios web bioinformáticos (Bolchini et al., 2009).



4 Referencias

- Bevan, N. (2001). International standards for HCI and usability. *International Journal of Human-Computer Studies*, 55(4), 533–552. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2001.0483>
- Bevana, N., Kirakowskib, J., & Maissela, J. (1991). What is usability. *Proceedings of the 4th International Conference on HCI*.
- Bolchini, D., Finkelstein, A., Perrone, V., & Nagl, S. (2009). Better bioinformatics through usability analysis. *Bioinformatics*, 25(3), 406–412. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btn633>
- Bolchini, D., & Garzotto, F. (2007). Quality of Web Usability Evaluation Methods: An Empirical Study on MiLE+. In M. Weske, M.-S. Hacid, & C. Godart (Eds.), *Web Information Systems Engineering – WISE 2007 Workshops* (Vol. 4832, pp. 481–492). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-77010-7_47
- Brooke, J. (1996). *SUS - A quick and dirty usability scale*. 7.
- Burnham, J. F. (2006). Scopus database: A review. *Biomedical Digital Libraries*, 3(1), 1.
- Can, T. (2014). Introduction to Bioinformatics. In M. Yousef & J. Allmer (Eds.), *miRNomics: MicroRNA Biology and Computational Analysis* (Vol. 1107, pp. 51–71). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-62703-748-8_4
- Cañedo Andalia, R., Nodarse Rodríguez, M., & Mulet, N. L. (2015). Similitudes y diferencias entre PubMed, Embase y Scopus. *Revista Cubana de Información En Ciencias de La Salud (ACIMED)*, 26(1), 84–91.
- Chin, J. P., Diehl, V. A., & Norman, L. K. (1988). Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '88*, 213–218. <https://doi.org/10.1145/57167.57203>
- Dawson, N. L., Lewis, T. E., Das, S., Lees, J. G., Lee, D., Ashford, P., Orengo, C. A., & Sillitoe, I. (2017). CATH: An expanded resource to predict protein function through structure and sequence. *Nucleic Acids Research*, 45(D1), D289–D295. <https://doi.org/10.1093/nar/gkw1098>

- Granic, A., Mitrovic, I., & Marangunic, N. (2008). Usability evaluation of web portals. *ITI 2008 - 30th International Conference on Information Technology Interfaces*, 427–432.
<https://doi.org/10.1109/ITI.2008.4588448>
- Hassan Montero, Y. (2002). Introducción a la Usabilidad. *No Sólo Usabilidad*, 1.
- Hu, P. J.-H., Zeng, D., Chen, H., Larson, C. A., & Tseng, C. (2007). A Web-Based System for Infectious Disease Data Integration and Sharing: Evaluating Outcome, Task Performance Efficiency, User Information Satisfaction, and Usability. In D. Zeng, I. Gotham, K. Komatsu, C. Lynch, M. Thurmond, D. Madigan, B. Lober, J. Kvach, & H. Chen (Eds.), *Intelligence and Security Informatics: Biosurveillance* (Vol. 4506, pp. 134–146). Springer Berlin Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-540-72608-1_13
- Hu, P. J.-H., Zeng, D., Chen, H., Larson, C., Chang, W., Tseng, C., & Ma, J. (2007). System for Infectious Disease Information Sharing and Analysis: Design and Evaluation. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 11(4), 483–492.
<https://doi.org/10.1109/TITB.2007.893286>
- Kim, D. E., Chivian, D., & Baker, D. (2004). Protein structure prediction and analysis using the Robetta server. *Nucleic Acids Research*, 32(Web Server), W526–W531.
<https://doi.org/10.1093/nar/gkh468>
- Kurosu, M. (2007). Concept of Usability Revisited. In J. A. Jacko (Ed.), *Human-Computer Interaction. Interaction Design and Usability* (Vol. 4550, pp. 579–586). Springer Berlin Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-540-73105-4_64
- Machado Paixão-Cortes, V., dos Santos da Silva Tanus, M., Paixão-Cortes, W., de Souza, O., de Borba Campos, M., & Silveira, M. (2018). Usability as the Key Factor to the Design of a Web Server for the CReF Protein Structure Predictor: The wCReF. *Information*, 9(1), 20.
<https://doi.org/10.3390/info9010020>
- Machado Paixão-Cortes, V., Silveira, M., de Borba Campos, M., de Souza, O., & dos Santos da Silva Tanus, M. (2018). WCReF – a web server for the cref protein structure predictor. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 558, 831–838.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-54978-1_103

- Matera, M., Rizzo, F., & Carughi, G. T. (2006). Web Usability: Principles and Evaluation Methods. In E. Mendes & N. Mosley (Eds.), *Web Engineering* (pp. 143–180). Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/3-540-28218-1_5
- Mcknight, B., & Arpinar, I. B. (2012). Linking and querying genomic datasets using natural language. *2012 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/BIBM.2012.6392724>
- Mirel, B., & Wright, Z. (2009). Heuristic Evaluations of Bioinformatics Tools—A Development Case.pdf. *Human-Computer Interaction*, 1, 329–338.
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.
- Nielsen, J. (2005). *Ten usability heuristics*. Nielsen Norman Group.
- Nielsen, J. (2012). *Usability 101: Introduction to usability*.
- Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems Empowering People - CHI '90*, 249–256. <https://doi.org/10.1145/97243.97281>
- Sánchez-Meca, J. (2010). *Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis*. 11.
- Ssemugabi, S., & de Villiers, R. (2007). A comparative study of two usability evaluation methods using a web-based e-learning application. *Proceedings of the 2007 Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists on IT Research in Developing Countries - SAICSIT '07*, 132–142. <https://doi.org/10.1145/1292491.1292507>
- Wichansky, A. M. (2000). Usability testing in 2000 and beyond. *Ergonomics*, 43(7), 998–1006. <https://doi.org/10.1080/001401300409170>
- Zhang, Y. (2008). I-TASSER server for protein 3D structure prediction. *BMC Bioinformatics*, 9(1), 40. <https://doi.org/10.1186/1471-2105-9-40>
- Zhang, Y. (2014). Interplay of I-TASSER and QUARK for template-based and ab initio protein structure prediction in CASP10: Composite Protein Structure Prediction in CASP10. *Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics*, 82, 175–187. <https://doi.org/10.1002/prot.24341>