

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y  
SISTEMAS**



**DETERMINACION DE LA EFICACIA EN LA DETECCION DE ERRORES DE  
USABILIDAD DE LAS PROPUESTAS DE KRUG, TORRES BURRIEL Y NIELSEN.  
CASO: PORTAL WEB FIIS UNAS, 2020**

**Tesis**

**Para optar al título de:**

**INGENIERO EN INFORMATICA Y SISTEMAS**

**PRESENTADO POR:**

**JUAN CARLOS JURADO ARMAS**

**Asesor:**

**CHRISTIAN GARCIA VILLEGAS**

**PROMOCIÓN 2009**

**Tingo María – Perú**

**2021**



### PARTE 1. FASE INICIAL

Siendo las **10:00 horas del día 10 de junio de 2022**; en la Sala Virtual MS-Teams de la FIIS, se instala el jurado calificador conformado por:

**Jurado 1:** Mg. Noel JUIPA CAMPO (Presidente)

**Jurado 2:** Mg. Brian César PANDO SOTO

**Jurado 3:** Mg. Rannoverng YANAC MONTESINO

Oficializado mediante **RESOLUCIÓN N° 015-2022-D-FIIS-UNAS** del 08 de marzo 2022, para el proceso de sustentación del informe final de Tesis del bachiller **Juan Carlos JURADO ARMAS**, titulado: **“DETERMINACION DE LA EFICACIA EN LA DETECCION DE ERRORES DE USABILIDAD DE LAS PROPUESTAS DE KRUG, TORRES BURRIEL Y NIELSEN. CASO: PORTAL WEB FIIS UNAS, 2020”**. ASESOR: Mg. Christian Garcia Villegas.

Se manifiesta que el bachiller cumple con los requisitos exigidos de Ley y se le invita a disertar su Tesis por espacio de 30 minutos, asimismo se dispondrá de igual tiempo para la absolver preguntas y sugerencias.

### PARTE 2. FASE DE PREGUNTAS Y RESULTADO

Culminada la exposición se inicia la fase de preguntas por parte del jurado calificador; también se invita a los asistentes a formular preguntas sobre el tema de Tesis.

Absueltas todas las peticiones, el jurado calificador procede a deliberar en privado la calificación y resultado.

Concluida la deliberación y en presencia del público, el jurado calificador anuncia que el resultado de la Sustentación de Tesis es: **APROBADO POR UNANIMIDAD**.

(NOTA: consignar una de la siguientes: DESAPROBADO, APROBADO POR MAYORIA o APROBADO POR UNANIMIDAD)

Con calificativo de: **MUY BUENO**

(NOTA: consignar una de la siguientes: EXCELENTE, MUY BUENO, BUENO, DEFICIENTE, MUY DEFICIENTE)

Por lo que se comunicará a las instancias correspondientes para el trámite respectivo.

### PARTE 3. CONFORMIDAD

De todo lo mencionado se firma al pie en señal de conformidad, siendo las 11:06 horas se da por finalizada la ceremonia de Sustentación de Tesis.

Firma: 	Firma: 	Firma: 
<b>Jurado 1:</b> Noel JUIPA CAMPO	<b>Jurado 2:</b> Brian César PANDO SOTO	<b>Jurado 3:</b> Rannoverng YANAC MONTESINO
Firma: 	Firma: 	
<b>Sustentante:</b> Juan Carlos JURADO ARMAS	<b>Asesor:</b> Christian GARCIA VILLEGAS	

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y  
SISTEMAS**



**DETERMINACION DE LA EFICACIA EN LA DETECCION DE ERRORES DE  
USABILIDAD DE LAS PROPUESTAS DE KRUG, TORRES BURRIEL Y NIELSEN.**

**CASO: PORTAL WEB FIIS UNAS, 2020**

**Autor : Juan Carlos Jurado Armas**

**Asesor : Ing. Mg. Christian García Villegas**

**Programa de investigación : Ingeniería de Software**

**Línea de investigación : Proceso de software**

**Eje temático : Usabilidad**

**Lugar de ejecución : Laboratorio de ingeniería de Software de la FIIS**

**Duración : 11 meses**

**Financiamiento : 2498 Soles**

**Tingo María – Perú. 2021**

Dedicado a mis padres:

Tulio  
y  
Julia.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por contribuir con el financiamiento.

A la Facultad de Informática y Sistemas por el apoyo logístico

A los voluntarios que ayudaron con la prueba piloto.

A mi asesor el Ing. Christian Garcia Villegas.

A mis exprofesores al Ing. William Marchand al Ing. Pedro Trujillo por su apoyo.

A mis colegas y amigos Al Ing. Ronald Ibarra. Al Ing. Bryan Pando. Al Ing. Nilthon

Chucos por sus consejos.

Al Dr. Máximo Dionisio por su asesoría.

Al Lic. Wilmer Pino por su asesoría.

A Luis Santibáñez por su colaboración como experto.

A mi colega y amigo Johnny por su colaboración como experto.

Y a todas las personas que de una forma u otra contribuyeron con mi tesis.

## ÍNDICE

Página.

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
	<b>2.1. Conceptos.....</b>	<b>3</b>
	2.1.1. Usabilidad.....	3
	2.1.2. Errores de usabilidad .....	5
	2.1.3. Métodos para detectar errores de usabilidad .....	5
	2.1.4. Evaluación de testing.....	6
	2.1.5. Evaluación heurística.....	7
	2.1.6. Eficacia, eficiencia, eficaz .....	7
	2.1.7. Test de usabilidad propuesta de Torres Burriel .....	7
	2.1.8. Test de usabilidad, propuesta de Steve Krug.....	8
	2.1.9. Evaluación heurística, propuesta de Jakob Nielsen.....	8
	<b>2.2. Teorías.....</b>	<b>10</b>
	2.2.1. Eficacia del método heurístico y del método de testing .....	10
	2.2.2. Rango de eficiencia del evaluador.....	10
	2.2.3. Predicción del número de errores .....	12
	2.2.4. Alcance de errores .....	14
	2.2.5. Simulación.....	17
	<b>2.1. Antecedentes .....</b>	<b>17</b>
	2.1.1. Nacionales .....	17
	2.1.2. Internacionales.....	20
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>39</b>
	<b>3.1. Lugar de ejecución .....</b>	<b>39</b>
	<b>3.2. Materiales y métodos .....</b>	<b>39</b>
	3.2.1. Materiales, equipos, software y servicios requeridos .....	39
	3.2.2. Instalaciones .....	40
	3.2.3. Métodos técnicas e instrumentos:.....	40
	<b>3.3. Metodología .....</b>	<b>41</b>
	3.3.1. Generalidades .....	41
	3.3.1.1. Tipo de investigación .....	41
	3.3.1.2. Diseño.....	41
	3.3.1.3. Enfoque .....	41
	3.3.1.4. Nivel.....	41
	3.3.1.5. Método de investigación. ....	42

3.3.1.6. Unidad de análisis .....	42
3.3.1.7. Población .....	42
3.3.1.8. Muestra .....	42
3.3.1.9. Participantes .....	42
3.3.1.10. Tratamientos .....	42
3.3.1.11. Diseño estadístico .....	42
3.3.2. Procedimiento .....	44
3.3.2.1. Fase 1: trabajos previos .....	44
3.3.2.2. Fase 2: elaboración de instrumentos .....	44
3.3.2.3. Fase 3: Pruebas piloto. ....	44
3.3.2.4. Fase 4: Simulación. ....	45
3.3.2.5. Fase 5: Análisis estadístico .....	46
3.3.2.6. Fase 6: Análisis económico .....	47
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>4.1. Resultados .....</b>	<b>48</b>
4.1.1. Propuesta mas eficaz .....	48
4.1.2. Diferencias entre propuestas .....	49
4.1.3. Confiabilidad del simulador .....	50
4.1.3. Metodo heurístico vs Metodo de testing .....	51
4.1.4. Factores relevantes .....	52
4.1.5. Modelo de prediccion .....	53
4.1.6. Prueba de hipótesis .....	54
4.1.6.1. Hipótesis general .....	54
4.1.6.2. Hipótesis específicas .....	54
<b>4.2. Discusiones .....</b>	<b>56</b>
4.2.1. Prueba con expertos y usuarios .....	56
4.2.2. Factores que influyen en la detección de errores de usabilidad .....	56
4.2.3. ¿Cinco usuarios son suficientes? .....	56
4.2.4. ¿Existe realmente un método mejor que otro? .....	57
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>VI. PROPUESTAS A FUTURO .....</b>	<b>60</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>61</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura.	Pagina.
1. Problemas previstos y probabilidad de descubrimiento. ....	13
2. Predicción de errores obtenido con el simulador.....	13
3. Definición de errores. ....	15
4. Ejemplo de errores definidos. ....	16
5. Distribución de problemas por gravedad para los dos métodos de evaluación ....	25
6. Distribución de problemas identificados por método de evaluación y por atributos.....	26
7. Distribución de problemas de usabilidad identificados por los dos métodos.....	32
8. Distribución de problemas de usabilidad identificados por los dos métodos por número y tipos de problema. ....	33
9. Temas identificados por participantes. ....	35
10. Superposición de temas de usabilidad para cada método. ....	36
11. Resultados de las simulaciones.....	48
12. Resultados obtenidos con el simulador para eficacias entre 15% y 45 % .....	50
13. Resumen de la prueba de Hipotesis .....	51
14. Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes .....	51
15. Predictores de mas importancia .....	52
16. Resumen del modelo de regresion .....	53
17. Errores nuevos por iteración para 660 errores como objetivo.....	77
18. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 660 errores como objetivo.....	78
19. Errores nuevos por iteración para 760 errores como objetivo.....	79
20. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 760 errores como objetivo.....	80
21. Errores nuevos por iteración para 860 errores como objetivo.....	81
22. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 860 errores como objetivo.....	82
23. Errores nuevos por iteración para 960 errores como objetivo.....	83
24. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 960 errores como objetivo.....	84
25. Errores nuevos por iteración para 1060 errores como objetivo.....	85
26. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 1060 errores como objetivo.....	86

27.	Errores nuevos por iteración para 1560 errores como objetivo.....	87
28.	Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 1560 errores como objetivo.....	88
29.	Errores nuevos por iteración para 2060 errores como objetivo.....	89
30.	Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 2060 errores como objetivo.....	90
31.	Errores nuevos por iteración para 2560 errores como objetivo.....	91
32.	Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 2560 errores como objetivo.....	92
33.	Errores nuevos por iteración para 3060 errores como objetivo.....	93
34.	Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 3060 errores como objetivo.....	94
35.	Errores nuevos por iteración para 6060 errores como objetivo.....	95
36.	Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 6060 errores como objetivo.....	96
37.	Errores nuevos por iteración para 8000 errores como objetivo.....	97
38.	Total de errores acumulados no repetidos para 8000 errores como objetivo. ....	98
39.	Prueba de normalidad para las propuestas en Spss.....	99
40.	Prueba de Spearman para las propuestas en Spss.....	100
41.	Prueba de Correlacion para las propuestas en Spss.....	101
42.	Prueba de Kruskall Wallis para las propuestas en Spss.....	102
43.	Resumen de la prueba de Kruskall Wallis para las propuestas. ....	102
44.	Diagrama de cajas y bigotes para las propuestas.....	103
45.	Informacion de campo categorico para las propuestas. ....	103
46.	Diagrama de nodos y comparación entre propuestas. ....	104
47.	Prueba de normalidad para los métodos en Spss.....	105
48.	Prueba de correlacion Spearman para los métodos Heuristico y Testing en Spss.....	106
49.	Prueba U de Mann Whitney para los métodos en Spss. ....	108
50.	Resumen de la prueba de U de Mann Whitney para los métodos. ....	108
51.	Prueba de U de Mann Whitney para los métodos Heuristico y de Testing. ....	109
52.	Resumen del modelo de regresión automatico. ....	117
53.	Resumen del modelo de regresión automatico. ....	117
54.	Medias de errores estimados con el modelo de regresión automatico.....	118

55.	Influencia de las variables independientes sobre la detección de errores.....	119
56.	Coeficientes de regresión lineal automática.....	119
57.	Xampp Server.....	127
58.	Archivos php necesarios.....	128
59.	Algoritmo – representación de errores por una malla.....	135
60.	Algoritmo (representación de errores por una malla).....	135
61.	Algoritmo (representación de primera iteración).....	135
62.	Algoritmo (representación de la detección de errores por iteración).....	136
63.	Algoritmo (representación de la primera acumulación de errores).....	136
64.	Algoritmo (representación de la segunda acumulación de errores).....	136
65.	Algoritmo (representación de la última acumulación de errores).....	137
66.	Validación de objetivos página 1.....	155
67.	Validación de objetivos página 2.....	156
68.	Validación de objetivos página 3.....	157
69.	Modelo de la encuesta.....	159
70.	Propuesta de laboratorio de usabilidad.....	161
71.	Ficha de apuntes.....	163
72.	Ficha de registro.....	169

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla.	Pagina.
1. Numero de errores encontrados en los pilotos.....	11
2. Calculo de los rangos de eficiencia. ....	12
3. Rangos minimos y maximos de eficiencia. ....	14
4. Numero de problemas encontrados con las heurísticas de Nielsen. ....	18
5. Numero de problemas encontrados con las heurísticas propuestas. ....	18
6. Comparación de resultados Nielsen Vs. Propuesta. ....	19
7. Resultados al el aplicar la evaluación heurística de Nielsen. ....	20
8. Identificación de problemas por método. ....	21
9. Métodos empleados. ....	22
10. Superposición de problemas informados para todas las tareas y para el registro.	23
11. Numero de problemas de usabilidad encontrados por usuario y análisis heurístico. ....	24
12. Categorías y subcategorías de heurísticas desarrolladas. ....	30
13. Distribución de problemas de usabilidad identificados por los dos métodos por gravedad. ....	32
14. Costo de emplear métodos de evaluación de usabilidad. ....	34
15. Numero de problemas de usabilidad por método y tema. ....	37
16. Resumen de problemas de usabilidad y temas detectados por método de usabilidad. ....	38
17. Materiales usados en la tesis.....	39
18. Técnicas e instrumentos.....	40
19. Esquema del diseño completamente al azar. ....	43
20. Esquema del análisis de varianza DCA. ....	43
21. Resumen de diferencias entre propuestas en cantidades y porcentajes. ....	49
22. Datos del modelo predictor.....	53
23. Matriz de consistencia .....	67
24. Numero de errores detectados por ubicación.....	71
25. Numero de errores detectados por sección. ....	71

26.	Numero de errores detectados por heurística.....	72
27.	Calculo de los rangos de eficiencia con expertos. ....	73
28.	Numero de errores detectados por ubicación.....	74
29.	Numero de errores detectados por sección. ....	74
30.	Numero de errores detectados por Heurística.....	75
31.	Calculo de los rangos de eficiencia con usuarios. ....	76
32.	Resultado de la prueba de normalidad para las propuestas. ....	99
33.	Resultado de la Correlacion de Spearman para las propuestas.....	100
34.	Correlacion de Spearman entre Errores detectados, Tiempo y Rango. ....	101
35.	Resultado de la Prueba de normalidad para los métodos Heuristico y Testing..	105
36.	Correlacion de Spearman Considerando las Iteraciones .....	107
37.	Regresion con un valor (Tiempo).....	110
38.	Regresion con un valor (Rango).....	111
39.	Regresion con dos valores (Rango, Tiempo).....	112
40.	Regresion con tres valores (Iteracion, Rango, Tiempo) .....	113
41.	Regresion con tres valores (Meta, Tiempo, Rango) .....	114
42.	Regresion con cuatro variables (Meta, Iteracion, Tiempo, Rango).....	115
43.	Regresion con cinco variables (Metodo, Iteracion, Meta, Rango, Tiempo).....	116
44.	Analisis economico sin equipamento. ....	122
45.	Analisis economico con equipamento. ....	123
46.	Costos de la tesis.....	124
47.	Costos de las pruebas.....	125
48.	Costos totales de cada prueba. ....	126
49.	Resultado de la encuesta. ....	158
50.	Heuristicas de Jakob Nielsen. ....	160
51.	Contenido de la entrevista. ....	162

## RESUMEN

El problema estudiado fue, la eficacia en la detección de errores de usabilidad de tres propuestas, las propuestas son de Nielsen, Krug y Torres Burriel, autores reconocidos en el ámbito de la usabilidad; el objetivo principal fue determinar cuál de las tres propuestas es más eficaz en la detección de errores de usabilidad. El tipo de investigación fue, aplicada, con diseño experimental y transversal, con enfoque cuantitativo, se procedió con dos pruebas piloto, una para la evaluación heurística y otra para la evaluación de testing; luego se desarrolló un simulador y con los resultados obtenidos en las pruebas piloto, se simuló once escenarios, empezando por 660 errores objetivo, hasta 8000 errores objetivo, con los resultados obtenidos en las simulaciones se realizó pruebas estadísticas. Para la verificación de la hipótesis se utilizó un diseño completamente al azar con tres grupos, conformado por cada una de las propuestas. De este conjunto de simulaciones se obtuvo el mismo resultado en todas las simulaciones, evidenciando que existe diferencia significativa entre las tres propuestas; también se verificó que el tiempo es el factor clave ya que influye directamente en el rango de eficacia y este directamente en la cantidad de errores detectados y finalmente el estudio concluye que la propuesta de Torres es la más efectiva en la detección de errores de usabilidad, seguida por la propuesta de Nielsen y al final la propuesta de Krug.

**Palabras clave:** Usabilidad, software, pruebas de usabilidad, evaluación heurística, calidad de software, simulación.

## **ABSTRACT**

The problem that was studied was the efficiency in the detection of usability errors for three proposals; the proposals were: Nielsen, Krug, and Torres Burriel, all of whom are well known in the field of usability. The principal objective was to determine which of the three proposals was most efficient in detecting usability errors. The study type was applied with an experimental and cross-sectional design, and with a quantitative focus. Two pilot trials were carried out, one for the heuristic evaluation and the other for the testing; later a simulator was created, and with the results that were obtained from the pilot trials eleven scenarios were simulated, starting with 660 objective errors and reaching 8000 objective errors. Statistical tests were done with the results that were obtained from the simulations. For the verification of the hypothesis, a completely randomized design with three groups, made up of each of the proposals, was used. From this group of simulations, the results that were obtained were the same as in all the simulations, which was evidence that a significant difference existed between the three proposals; at the same time, it was verified that time was a key factor which directly influenced the range of efficiency, thus directly influencing the quantity of errors detected. Finally, it was concluded from the study that the proposal by Torres was the most effective in the detection of usability errors; followed by the proposal by Nielsen, and finally Krug's proposal.

**Keywords:** Usability, software, usability testing, heuristic evaluation, software quality, simulation.

## I. INTRODUCCION

La detección de errores de usabilidad, es un aspecto clave para asegurar la calidad del software, para dicho propósito existen diferentes métodos, entre los métodos más frecuentemente utilizados se encuentran el método de testing y el método heurístico, donde ciertos expertos muy reconocidos como (Nielsen, Krug, Torres) han planteado propuestas para la detección de errores de usabilidad y es en este entorno en el que existen una serie de estudios sobre la efectividad de estos métodos, existiendo en algunos casos coincidencias en otros contradicciones respecto a la eficacia de dichos métodos, en tal sentido esta situación genera una preocupación para el jefe de proyecto sobre que método elegir cuando requiere corregir errores de usabilidad, mas aun cuando no existen muchos estudios en el ámbito local relacionados con la detección de errores de usabilidad, en ese contexto surge la pregunta ¿Cuál es la propuesta más eficaz en la detección de errores de usabilidad, entre la propuesta de evaluación heurística de Nielsen, la propuesta de evaluación de testing de Krug y la propuesta de evaluación de testing de Torres, aplicados en el portal web de la FIIS-UNAS?, por tanto se plantea como hipótesis general que la propuesta de evaluación heurística de Nielsen sería la más eficaz en la detección de errores de usabilidad frente a las propuestas basadas en testing de Krug y Torres; por tanto este trabajo tuvo como objetivo principal determinar de las tres propuestas cual resultaba más eficaz en la detección de errores de usabilidad.

La investigación está estructurada de la siguiente manera. En el capítulo II se hace la revisión de literatura, los conceptos, las teorías y antecedentes, dentro de los conceptos se incluye solo lo necesario para entender el trabajo, en teoría se desarrollan conceptos propios que se utilizan en esta investigación y los antecedentes son algunos estudios relacionados con los hallazgos de evaluar con métodos de testing o heurísticos o comparaciones entre métodos. En el capítulo III se describe los materiales y metodos utilizados, las características más relevantes de la investigación asi como la metodología y el procedimiento empleado; En el capítulo IV se muestran los resultados y discusiones, empezando por revisar cual fue la propuesta mas eficaz, las diferencias entre propuestas, la confiabilidad del simulador, comparación del metodo heurístico vs método de testing, resultados del analisis de los factores

mas relevantes en la detección de errores de usabilidad, también se propone dos modelos de prediccion y la prueba de hipótesis, luego en las discusiones se argumenta respecto de las pruebas con expertos y con usuarios, factores que influyen en la detección de errores de usabilidad, se argumenta también respecto a si cinco usuarios son suficientes y finalmente si existe un mejor método. En capítulo V se se expone las conclusiones del trabajo dictaminando cual fue la mejor propuesta entre otras observaciones. En el capítulo VI se presentan algunas propuestas para investigaciones futuras. En el capítulo VII se ponen las referencias a la bibliografía consultada y finalmente en la última seccion los Anexos que incluye información útil para comprender mejor la tesis como: matriz de consistencia, las pruebas piloto, las simulaciones, las estadísticas, el análisis económico, los costos, manual de simulador, código fuente, algoritmo del simulador, documentos e instrumentos empleados en las pruebas, entre otros de interés.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Conceptos

#### 2.1.1. Usabilidad

(Norman, 1988) en su libro psicología de los objetos cotidianos describe algunas formas en que podemos hacer más fácil, más amigable, más intuitiva, más natural la interacción entre el hombre con los objetos que fabricamos, se enfoca en diseñar bien las cosas para que puedan ser usadas, nos hace notar también que a medida que un objeto incrementa sus funcionalidades también crece su complejidad por lo que resulta menos usable, Krug (2014) resalta el hecho de no hacer pensar al usuario y se sustenta en la capacidad de la memoria no es de fiar, por lo que hay que hacer las cosas entendibles, comprensibles, fáciles de usar. Resalta también el hecho de que si algo no se puede usar no es culpa del usuario sino de quien lo diseño.

Según Torres (2018) declara que el atributo más importante del software es la usabilidad, más importante que la seguridad, la confiabilidad, la portabilidad, la escalabilidad y la robustez, es que el producto pueda ser usado, sino no sirve para nada. La usabilidad es para disfrutar el consumo de información, resalta también que no es posible dar consejos de usabilidad universales, en síntesis, dice que la usabilidad son buenas practicas relativas a los elementos que interactúan con el usuario, con el fin que el usuario pueda lograr fácilmente las tareas relacionadas con la funcionalidad y los objetivos establecidos para la aplicación.

La definición más aceptada de usabilidad es la que remite a la Norma Técnica Peruana, la cual se basa en el estándar Organización Internacional de Normalización (1998), que la define como:

La medida en la que un producto puede ser usado por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción dentro de un contexto de uso específico.

**Efectividad:** que los usuarios hagan lo que desean y satisfagan sus propósitos.

**Eficiencia:** que lo puedan hacer en el menor tiempo posible.

**Satisfacción:** una buena percepción de la facilidad de uso del producto.

Define a la usabilidad sobre la base de tres postulados:

**Facilidad de aprendizaje**, relacionada con la predictibilidad, sintetización, familiaridad, generalización de los conocimientos previos y consistencia; que los usuarios desarrollan en una interacción efectiva con el sistema o producto.

**Flexibilidad**, relativa a las posibilidades con las que el usuario y el sistema pueden intercambiar información. Abarca el diálogo, la multiplicidad de vías para realizar la tarea, similitud con tareas anteriores y la optimización entre el usuario y el sistema.

**Robustez**, es el nivel de apoyo al usuario que facilita el cumplimiento de sus objetivos. Está relacionada con la capacidad de observación del usuario, de recuperación de información y de ajuste de la tarea del usuario.

La Organización Internacional de Normalización (2014) precisa la usabilidad como:

Una cualidad propia del producto de software para ser comprendido, aprendido, usado y que este resulte agradable para el usuario, al momento de ser utilizado en condiciones determinadas. Al mismo tiempo estas características antes mencionadas se dividen en sub- características que son:

**Inteligibilidad.** Es la cualidad del producto por la cual el usuario puede comprender si el software es apropiado para sus necesidades.

**Capacidad de aprendizaje.** Calidad del producto que concede al usuario poder para aprender su aplicación.

**Capacidad para ser usado.** Calidad del producto que concede al usuario para ejecutarlo y dirigirlo con total facilidad.

**Protección contra errores de usuario.** Calidad del sistema para salvaguardar a los usuarios de cometer algún error.

**Estética de la interfaz de usuario.** Calidad del software para ser agradable y satisfacer al usuario cuando se interactúa con el mismo.

**Accesibilidad.** Calidad del producto, la cual permite que esta sea utilizada por usuarios con ciertas discapacidades.

Nielsen (1993) define la usabilidad a través de sus atributos: aprendizaje, eficiencia en el uso, memorabilidad, pocos errores y satisfacción subjetiva. El aprendizaje es medido por la facilidad inicial de uso; la eficiencia en el uso le refiere al punto cuando la curva de aprendizaje se allana; la memorabilidad mide cuán bien se puede recordar una interfaz, y la satisfacción subjetiva determina si el sistema es agradable al uso.

Según Holzschlag (2003) la usabilidad es un proceso necesario e incomprendido, que permite asegurar si el contenido es el adecuado para el usuario al que se dirige, si se ha diseñado de forma sensata y fácil de comprender. Propiamente, es la medida de la utilidad, facilidad de uso, de la rapidez al utilizar una interface, la facilidad de aprendizaje y satisfacción con los recursos; y, por ende, con la formación recibida.

P. Fernández (2018) la usabilidad es satisfacción resultado de la suma de satisfacciones individuales obtenida al utilizar un interfaz o sistema a mayor cantidad de usuarios satisfechos mayor usabilidad.

### **2.1.2. Errores de usabilidad**

Un error de usabilidad representa una situación en donde los usuarios están en problemas y potencialmente serán incapaces de usar el sistema para lograr los objetivos deseados, es decir como toda presentación de la interfaz de la aplicación en interacción con el usuario que resulte en una situación que impide, obstaculiza o dificulta al usuario lograr la tarea que desea realizar en la aplicación (Nielsen, 1993).

Basado en el concepto previo agregó, un error de usabilidad es todo aquello que va en contra de los principios básicos de usabilidad y produce las siguientes manifestaciones:

- Son difíciles de aprender.
- Son difíciles de usar.
- Son poco flexibles.
- Son débiles.

Un error de usabilidad es por tanto todo impase que se produce cuando el usuario quiere realizar una tarea específica y que producto de esta interacción con el software se manifiesta como una dificultad o un obstáculo que impide el logro de la tarea, produciéndole insatisfacción.

### **2.1.3. Métodos para detectar errores de usabilidad**

Nielsen y Mack (1994) clasificaron los métodos de evaluación de la usabilidad en cuatro categorías: automático, empírico, formal e informal, mientras Gray y Salzman (1998) usaron dos categorías para describir métodos: analítico y empírico. Otro enfoque es categorizarlos por como son identificados los problemas con Usuarios, Con evaluadores o con herramientas.

Por otro lado (A. Fernandez et al., 2009) explica que los métodos de evaluación de la usabilidad pueden clasificarse en dos tipos, métodos empíricos y métodos de inspección donde:

- Los métodos empíricos se basan mayormente en el testeo.
- Los métodos inspección se basan en el chequeo de una lista o guía de características y son llevados a cabo por expertos en temas de usabilidad.

Según (P. Fernández, 2018) cita varios métodos de evaluación de la usabilidad entre ellos:

**Test Heurístico:** Es un método de inspección donde unos expertos analizan y verifican cada elemento de las interfaces de usuario y si concuerdan con los principios de usabilidad vigentes.

**Test de usabilidad:** Es una técnica usada en el diseño de interacciones centrado en el usuario para evaluar un producto a través de un cuestionario.

**Test A/B:** Es un experimento en el que se analizan dos versiones del mismo producto.

**Método Sirius:** Se usa para evaluar la usabilidad web está basado en la determinación de tareas críticas, parte de la evaluación heurística y puede ser aplicado durante todo el ciclo de vida del proyecto.

**Método Music:** Es un método para la evaluación del rendimiento pensado y desarrollado para satisfacer la demanda comercial.

**Pruebas unitarias:** Es una forma de comprobar el correcto funcionamiento de una porción de código y asegurar que funciona eficientemente tanto en conjunto como individualmente.

**Pruebas Alfa:** Son un tipo de pruebas finales que se realizan al software antes de salga al Mercado.

**Pruebas beta:** Son la etapa siguiente a las pruebas alfa cuando el software ya está finalizado son una estrategia de prueba de software en entornos reales de producción.

#### 2.1.4. Evaluación de testing

Hassan y Martín (2003) Lo definen como “una prueba de usabilidad que se basa en la observación y análisis de cómo un grupo de usuarios reales utiliza el sitio web, anotando los problemas de uso con los que se encuentran para poder solucionarlos posteriormente.”

Crespo (2005) nos recuerda que también se le conoce como test formal de usabilidad donde un grupo de usuarios finales es sometido a una serie de distintas tareas que con normalidad debe poder realizar exitosamente un usuario con los recursos del sitio.

Tanto (Krug, 2014; Torres, 2018) coinciden que la evaluación de testing es una prueba en la que intervienen usuarios o sujetos de la prueba como los llama Krug, donde a cada usuario se le solicita que realice ciertas tareas bajo supervisión (opcionalmente la prueba puede ser grabada en video y normalmente se pide al usuario que declare en alta voz todos sus pensamientos y las razones de sus decisiones) posteriormente los resultados se someten a análisis para identificar problemas de diseño y su posible solución.

### **2.1.5. Evaluación heurística**

Según (Nielsen, 1993; Crespo, 2005) consiste en la inspección del sitio, por parte de expertos en usabilidad, para examinar si se han aplicado los lineamientos reconocidos como práctica aconsejable en el diseño de sitios web. Esta operación permite no solo corregir problemas elementales de diseño sino también errores básicos como son enlaces muertos, páginas faltantes, entre otros.

### **2.1.6. Eficacia, eficiencia, eficaz**

**Eficiencia:** “Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.” (Real Academia Española [RAE], s.f., definición 1).

**Eficacia:** “Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.” (RAE, s.f., definición 1).

**Eficaz:** “Que tiene eficacia.” (RAE, s.f., definición 1).

En ese sentido el termino eficacia es el que mejor se acomoda al título ya que tiene que ver con lograr un efecto deseado un resultado que en este caso es la detección de errores, mas no va por el lado de la eficiencia que usando los mismos recursos se obtienen mejores resultados posibles no es así dado que las propuestas de los autores utilizan recursos diferentes con el fin de obtener el mejor resultado posible que en este caso es la detección de errores de usabilidad.

### **2.1.7. Test de usabilidad propuesta de Torres Burriel**

Es un método que se propone para la evaluación de la usabilidad, inicia por identificar los objetivos que se tienen para la aplicación, se tiene que conocer para quien es la

aplicación, cuáles son sus necesidades y las tareas que debe poder lograr, además de ello el contexto en que se desenvuelve el usuario. Una vez esclarecida esta parte el autor sugiere usar por lo menos cinco personas, pero recomienda diez y dos de respaldo por si alguien no se presenta. Estas personas serán citadas en un día con fecha y hora a un laboratorio de usabilidad, en donde se les hará una entrevista estructurada, se llenará un cuestionario, acorde a lo que se observe de la interacción entre el usuario con la aplicación que queremos evaluar (Torres, 2018).

### **2.1.8. Test de usabilidad, propuesta de Steve Krug**

Es un método que propone el autor, para la evaluación de la usabilidad. Similar a la propuesta de Torres Burriel pero más radical en cuanto al número de usuarios que intervienen en el test, sugiere usar tres personas (Krug, 2014).

### **2.1.9. Evaluación heurística, propuesta de Jakob Nielsen**

(Nielsen, 1993) La evaluación heurística es un método, realizado por expertos que empieza por identificar las tareas que se van a realizar, luego se elabora un cuestionario que adecue los criterios y objetivos al contexto en que se está trabajando, el autor sugiere usar entre tres y cinco expertos que irán evaluando y validando todas las áreas que contemplan los principios heurísticos.

Dicho sea de paso (Nielsen, 1993) organiza los componentes de la usabilidad en 10 características:

#### **1: Visibilidad del estado del sistema**

El sistema siempre debería mantener informados a los usuarios de lo que está ocurriendo, a través de retroalimentación apropiada dentro de un tiempo razonable.

#### **2: Relación con la realidad**

El sistema debería hablar el lenguaje de los usuarios mediante palabras, frases y conceptos que sean familiares al usuario, más que con términos relacionados con el sistema. Seguir las convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico.

#### **3: Control y libertad**

Hay ocasiones en que los usuarios elegirán las funciones del sistema por error y necesitarán una “salida de emergencia” claramente marcada para dejar el estado no

deseado al que accedieron, sin tener que pasar por una serie de pasos. Se deben apoyar las funciones de deshacer y rehacer.

#### **4: Consistencia y estándares**

Los usuarios no deberían cuestionarse si acciones, situaciones o palabras diferentes significan en realidad la misma cosa; siga las convenciones establecidas.

#### **5: Prevención de errores**

Mucho mejor que un buen diseño de mensajes de error es realizar un diseño cuidadoso que prevenga la ocurrencia de problemas.

#### **6: Reconocimiento**

Se deben hacer visibles los objetos, acciones y opciones, El usuario no tendría que recordar la información que se le da en una parte del proceso, para seguir adelante. Las instrucciones para el uso del sistema deben estar a la vista o ser fácilmente recuperables cuando sea necesario.

#### **7: Flexibilidad**

La presencia de aceleradores, que no son vistos por los usuarios novatos, puede ofrecer una interacción más rápida a los usuarios expertos que la que el sistema puede proveer a los usuarios de todo tipo. Se debe permitir que los usuarios adapten el sistema para usos frecuentes.

#### **8: Estética y minimalismo**

Los diálogos no deben contener información que es irrelevante o poco usada. Cada unidad extra de información en un diálogo, compite con las unidades de información relevante y disminuye su visibilidad relativa.

#### **9: Recuperación de errores**

Diagnosticar y recuperarse de errores: los mensajes de error se deben entregar en un lenguaje claro y simple, indicando en forma precisa el problema y sugerir una solución constructiva al problema.

#### **10: Ayuda y documentación**

Incluso en los casos en que el sistema pueda ser usado sin documentación, podría ser necesario ofrecer ayuda y documentación. Dicha información debería ser fácil de buscar, estar enfocada en las tareas del usuario, con una lista concreta de pasos a desarrollar y no ser demasiado extensa.

## **2.2. Teorías**

### **2.2.1. Eficacia del método heurístico y del método de testing**

La eficacia del método heurístico parece ser superior a la eficacia del método de testing resultados como (Hasan et al., 2012; Jeffries et al., 1991; Tan et al., 2009) respaldan esta afirmación o al menos la evidencia parece apoyar que encuentra más cantidad de errores. Y esto se deba en parte a que el rango de efectividad de un experto es superior al de un usuario convencional.

Sin embargo (Liljegren, 2006; Lindgaard, 2006; Jeffries et al., 1991) Sugieren que el método principal para la detección de errores de usabilidad debería ser el de testing dado que los problemas identificados con este método a pesar de que suelen ser menores en cantidad con respecto al método heurístico suelen ser más críticos.

Por otro lado estudios como los de (Molich et al., 2004) que obtiene resultados diferentes siguiendo el mismo procedimiento y las mismas tareas en cada prueba nos hace pensar que quizá el número de errores pueda ser tan grande, que con las propuestas de 5 usuarios no sean suficientes para encontrar el 80% de los problemas por lo que la regla de Nielsen y Mack (1994) no se estaría cumpliendo. Y esto nos hace dudar sobre su efectividad, podría darse el caso que usuarios con cierto nivel de conocimientos pudiesen incluso encontrar más errores que un experto, que coincidentemente en este estudio hubo usuarios con tasas de efectividad superiores a las de un experto.

### **2.2.2. Rango de eficiencia del evaluador.**

Nielsen y Mack (1994) propusieron un porcentaje de eficiencia fijo lo que propongo es más bien un rango de eficiencia en la detección de errores dado que no es constante y cada evaluador encuentra un número distinto de errores, este rango vendría a ser una variación porcentual aleatoria entre el valor mínimo de errores detectados y el valor máximo de errores detectados, obtenidos de una muestra piloto para cada método, este rango nos permitirá simular un escenario que pronostica el número de errores posibles de detectar con una cantidad concreta de evaluadores.

El rango de eficiencia mínimo para cada método se determina dividiendo el valor de errores mínimo encontrado para cada método dividido entre un supuesto razonable de errores totales que consideramos que pueden existir o que queremos detectar o dicho de otra forma

también puede ser el número de errores objetivo, lo que nos proponemos a detectar, dado que es imposible saber cuántos errores presenta la aplicación.

**Tabla 1.** Numero de errores encontrados en los pilotos.

	METODO TESTING				
Visibilidad del estado del sistema	39	45	23	46	55
Relación entre el sistema y el mundo real	23	18	9	13	17
Control y libertad del usuario	25	3	22	21	26
Consistencia y estándares	4	7	5	5	8
Prevención de errores	5	4	6	7	4
Reconocer antes de recordar	6	2	10	24	3
Flexibilidad y eficiencia de uso	9	6	9	10	12
Estética y diseño minimalista	3	20	8	6	1
Recuperación	0	0	1	0	1
Ayuda y documentación	8	7	8	8	8
	122	112	101	140	135

	METODO HEURISTICO	
Visibilidad del estado del sistema	21	65
Relación entre el sistema y el mundo real	25	28
Control y libertad del usuario	3	39
Consistencia y estándares	2	64
Prevención de errores	3	23
Reconocer antes de recordar	5	6
Flexibilidad y eficiencia de uso	1	15
Estética y diseño minimalista	2	8
Recuperación	0	5
Ayuda y documentación	0	8
	62	261

Fuente: Elaboración propia.

Errores mínimos para el método heurístico=62

Errores máximos para el método heurístico=261

Errores mínimos con el método de testing=101

Errores máximos con el método de testing=140

**Tabla 2.** Cálculo de los rangos de eficiencia.

N° Errores Objetivo	RMIN-MH	RMAX-MH	RMIN-MT	RMIN-MT
660	$\frac{62}{660} = 0.0939$	$\frac{261}{660} = 0.3954$	$\frac{101}{660} = 0.1530$	$\frac{140}{660} = 0.2121$
760	$\frac{62}{760} = 0.0815$	$\frac{261}{760} = 0.3434$	$\frac{101}{760} = 0.1328$	$\frac{140}{760} = 0.1842$
860	$\frac{62}{860} = 0.0720$	$\frac{261}{860} = 0.3034$	$\frac{101}{860} = 0.1174$	$\frac{140}{860} = 0.1627$
960	$\frac{62}{960} = 0.0645$	$\frac{261}{960} = 0.2718$	$\frac{101}{960} = 0.1052$	$\frac{140}{960} = 0.1458$
1060	$\frac{62}{1060} = 0.0584$	$\frac{261}{1060} = 0.2462$	$\frac{101}{1060} = 0.0952$	$\frac{140}{1060} = 0.1320$
1560	$\frac{62}{1560} = 0.0397$	$\frac{261}{1560} = 0.1673$	$\frac{101}{1560} = 0.0647$	$\frac{140}{1560} = 0.0897$
2060	$\frac{62}{2060} = 0.0300$	$\frac{261}{2060} = 0.1266$	$\frac{101}{2060} = 0.0490$	$\frac{140}{2060} = 0.0679$
2560	$\frac{62}{2560} = 0.0242$	$\frac{261}{2560} = 0.1019$	$\frac{101}{2560} = 0.0394$	$\frac{140}{2560} = 0.0546$
3060	$\frac{62}{3060} = 0.0202$	$\frac{261}{3060} = 0.0852$	$\frac{101}{3060} = 0.0330$	$\frac{140}{3060} = 0.0457$
6060	$\frac{62}{6060} = 0.0102$	$\frac{261}{6060} = 0.0430$	$\frac{101}{6060} = 0.0166$	$\frac{140}{6060} = 0.0231$
8000	$\frac{62}{8000} = 0.0077$	$\frac{261}{8000} = 0.0326$	$\frac{101}{8000} = 0.0126$	$\frac{140}{8000} = 0.0175$

Fuente: Elaboración propia.

Postdata:

Rango mínimo de detección de errores para el método heurístico: RMIN-MH

Rango máximo de detección de errores para el método heurístico: RMAX-MH

Rango mínimo de detección de errores para el método de testing: RMIN-MT

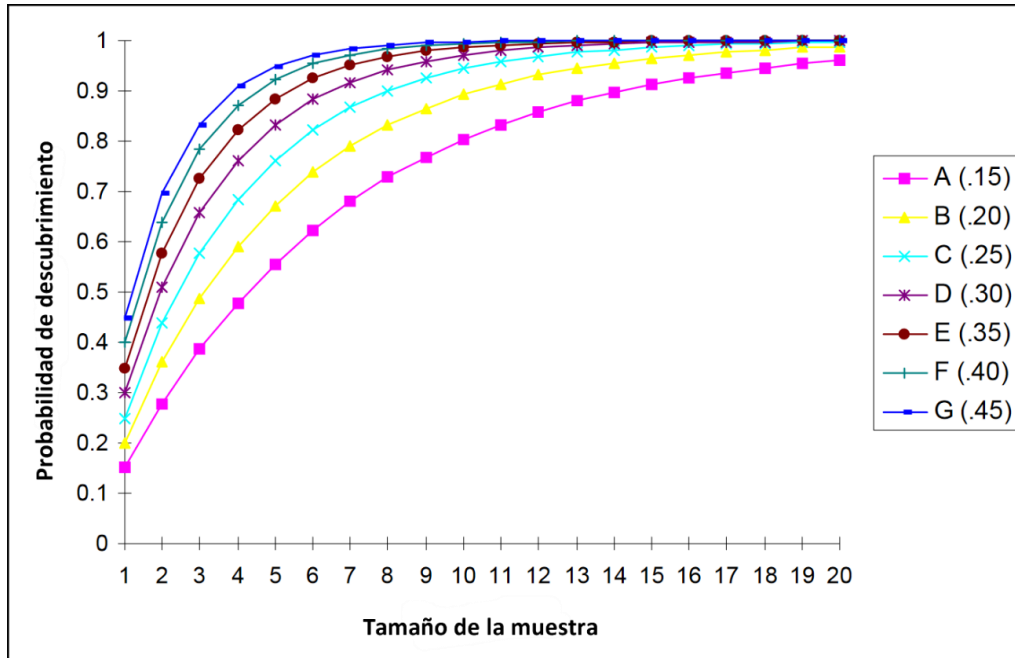
Rango máximo de detección de errores para el método de testing: RMIN-MT

Para ver un ejemplo adicional revisar el *Anexo B*.

### 2.2.3. Predicción del número de errores

James Lewis (1982) de IBM antes que Nielsen y Landauer (1993) propuso un modelo de predicción de errores de usabilidad basado en la fórmula de la probabilidad binomial.

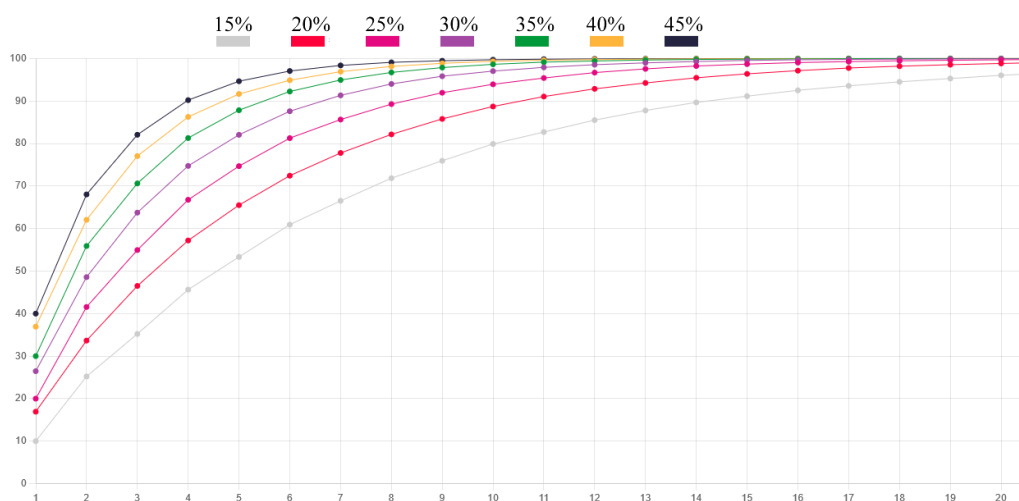
Estudio en el que Nielsen se apoya para sostener que bastan 5 usuarios con 31% de eficacia para poder encontrar el 85% de los problemas de usabilidad; los resultados de dichas predicciones se ven en la **Figura 1**.



Fuente: Lewis (1994).

**Figura 1.** Problemas previstos y probabilidad de descubrimiento.

Un resultado idéntico se obtuvo de aplicar el simulador desarrollado para la presente investigación, cabe resaltar que no considera el tamaño de los errores es evidente que cuanto más grande sea la cantidad de errores más pequeña la tasa de efectividad del evaluador.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 2.** Predicción de errores obtenido con el simulador.

El problema con el modelo propuesto por Lewis (1994) es que no podemos afirmar que los usuarios tendran un 31% efectividad asi como tampoco podemos conocer el total de errores de usabilidad que presenta la aplicación, de echo esto es imposible determinar.

En ese sentido es pertinente relacionar el rango de efectividad del evaluador en función de la cantidad de errores objetivo a encontrar por ejemplo para la presente investigación nuestros rangos de eficiencia quedarían de esta manera (para ver el calculo revisar la *Tabla 2*).

**Tabla 3.** Rangos minimos y maximos de eficiencia.

N° Errores Objetivo	RMIN-MH	RMAX-MH	RMIN-MT	RMIN-MT
660	0.0939	0.3954	0.1530	0.2121
760	0.0815	0.3434	0.1328	0.1842
860	0.0720	0.3034	0.1174	0.1627
960	0.0645	0.2718	0.1052	0.1458
1060	0.0584	0.2462	0.0952	0.1320
1560	0.0397	0.1673	0.0647	0.0897
2060	0.0300	0.1266	0.0490	0.0679
2560	0.0242	0.1019	0.0394	0.0546
3060	0.0202	0.0852	0.0330	0.0457
6060	0.0102	0.0430	0.0166	0.0231
8000	0.0077	0.0326	0.0126	0.0175

Fuente: Elaboracion propia.

#### 2.2.4. Alcance de errores

Para la presente investigación se requirió definir una serie de errores, los cuales son una analogía extraida del campo del marketing de los niveles de mercado definidos por Monferrer (2013) ademas de la segmentación de mercado definida por Kotler y Keller (2012) se intuye que existe un universo de errores que es análogo al mercado global, errores definidos son análogos al mercado potencial, errores posibles son análogos al mercado disponible y mercado objetivo es analogo a los errores objetivo en ese sentido se han hecho los siguientes constructos teoricos.

- **Universo de errores:**

El universo de errores es un número finito, cuantificable que representa el total de errores que tiene la página, es el total de errores que tiene no hay más, siendo el máximo de errores de usabilidad que presenta una aplicación, de ninguna forma existe más que eso, lo conforman incluso más errores que los que acabamos definiendo, dado que es pertinente considerar la posibilidad de que puedan existir incluso errores que no se ha contemplado.

- **Errores definidos:**

Son aquellos errores que acabamos definiendo y que tienen la posibilidad de ser detectados.

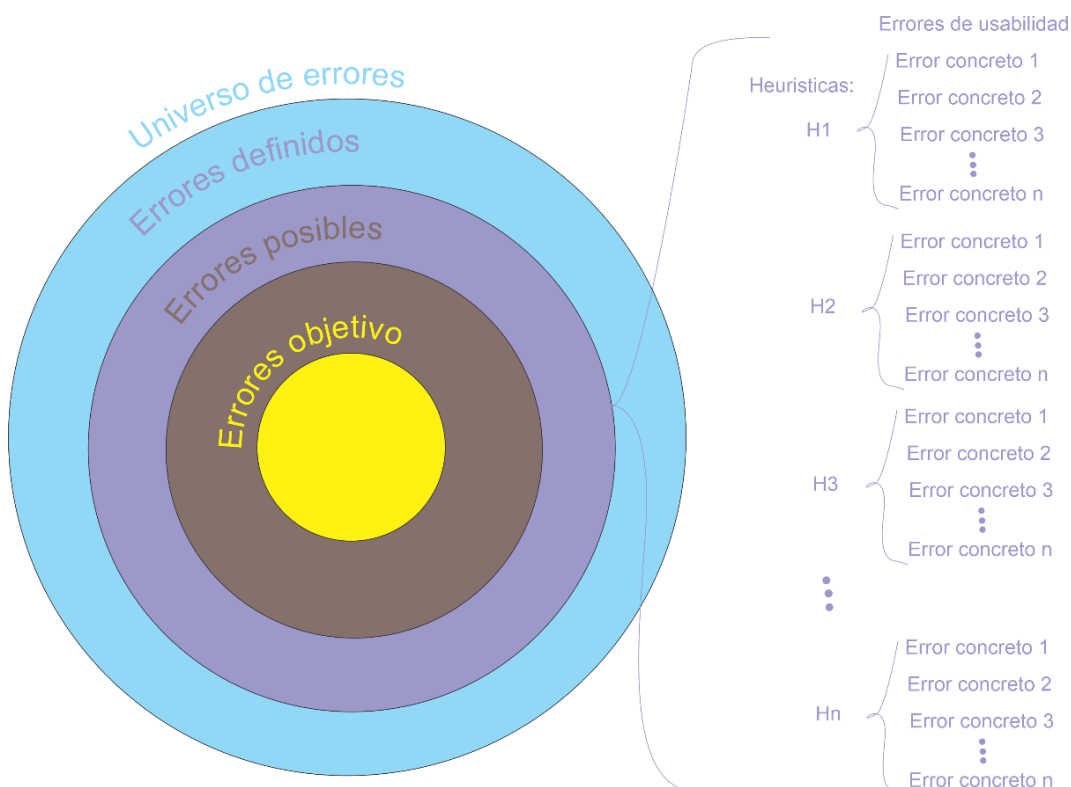
- **Errores posibles:**

Son aquellos errores que están dentro de los que hemos definido y existen los que tienen la posibilidad de ser detectados.

- **Errores objetivo.**

Es la cantidad de errores que nos proponemos detectar o que creemos pueden existir y que tienen posibilidad de ser detectados.

Para dejar más claro los anteriores constructos sobre errores se muestra la **Figura 3**.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3.** Definición de errores.

Finalmente, en la **Figura 4** se muestra un ejemplo con errores concretos previamente definidos que podrían ser detectados en una prueba de usabilidad.

		Pagina principal (https://fiis.unas.edu.pe/)			Historia(https://fiis.unas.edu.pe/historia.php)			Presentacion (https://fiis.unas.edu.pe/decano.php)					
SECCIONES													
N°	Descripcion:												
0	Url												
1	Cabecera												
2	Contenido												
3	Footer												
Tarea		SECCION											
DIMENSION	ERROR DE USABILIDAD	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
VISIBILIDAD DEL ESTADO DEL SISTEMA	No emergen barras de carga cuando hay demoras		x	x	x		x			x	x	x	
	Los enlaces visitados no se resaltan				x			x			x		
	Letras muy pequeñas	x			x						x		
		1	1	1	3	0	1	1	1	1	3	0	0
RELACION CON LA REALIDAD	La secuencia no tiene logica			x	x		x	x	x	x		x	
	El menu esta desordenado		x		x				x				
	No tiene contenido de interes			x		x			x	x		x	
		0	1	2	2	1	1	2	2	2	0	2	0
CONTROL Y LIBERTAD	El enlace a la pagina principal no siempre esta disponible							x					
	El menu principal no siempre esta disponible	x	x			x	x						x
	Si el usuario llega a una pagina por error no es posible devolverlo a la pagina principal		x					x				x	x
		1	1	1	0	1	1	2	0	0	0	1	2
CONSISTENCIA Y ESTANDARES	No hay uniformidad en el diseño en todo el portal			x					x	x	x	x	
	Los botones no tienen el mismo patron de diseño			x		x			x				
	El footer no siempre tiene el mismo contenido			x		x		x				x	
		0	0	3	0	2	0	1	2	0	1	2	1
PREVENCIÓN DE ERRORES	No existe manejo de mensajes de error							x			x		x
	Los iconos no explican su funcionalidad	x	x		x						x		
	No siempre hay disponible un boton para regresar						x			x	x		
		1	1	0	1	0	1	1	0	1	3	0	1
RECONOCIMIENTO	De primera impresión el usuario no entiende el portal	x	x							x			
	El usuario encuentra con mucho esfuerzo lo que busca						x						x
	La paginas especificas estan sobre saturadas de contenido		x					x			x		
		1	2	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
FLEXIBILIDAD	Urls dificiles de recordar		x			x					x	x	
	No ofrece accesos rapidos			x	x	x	x	x					
	No ofrece atajos		x				x		x				
		0	2	1	1	2	2	1	1	0	1	1	0
ESTETICA Y MINIMALISMO	Los colores son desagradables			x	x	x		x				x	
	El portal no es agradable a la vista	x		x						x			x
	La seccion no es agradable a la vista	x		x	x				x				
		2	0	3	2	1	0	1	1	1	0	1	1
RECUPERACIÓN DE ERRORES	En las paginas inexistentes no hay un enlace a la pagina principal	x										x	
	La pagina no puede funcionar incompleta	x	x	x	x	x	x			x	x		x
	La tecla escape u alguna otras no esta disponible para regresar al estado anterior	x	x		x	x	x					x	
		3	2	1	2	2	2	0	0	1	1	2	1
AYUDA	No existe ayuda para cada tarea que deba realizar el usuario												
	No cuenta con manual de usuario						x		x				
	No cuenta con videos de ayuda	x									x		
		1	0	0	0	2	0	1	2	1	1	1	0
		10	10	12	11	12	8	11	9	8	11	10	7

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4.** Ejemplo de errores definidos.

### 2.2.5. Simulación

“Acción y efecto de simular” (RAE, s.f., definición 1).

**Simular:** “Representar algo, fingiendo o imitando lo que no es.” (RAE, s.f., definición 1).

Según (R. Fernández y Cao, 2022), la simulación es una forma de reproducir un fenómeno de la realidad mediante un modelo que nos permite manipular las variables que intervienen en dicho sistema. La simulación es útil por que permite experimentar sobre un modelo, debido a que muchas veces resulta imposible su experimentación en la realidad debido a multiples factores como costo elevado, no es ético, imposible en la realidad.

Según (Fritzson, 2015, p. 7) “Una simulación es un experimento efectuado sobre un modelo” nos recuerda también que un modelo no es necesariamente algo que se efectue en un computador o representado matematicamente por lo que es valido su representación por medio de un algoritmo.

Según (García, E. et al., 2013) Una simulación lo que pretende es imitar el comportamiento de sistemas reales.

Según (Cova, 2016) “la simulación es la única técnica disponible para analizar el comportamiento de sistemas arbitrarios, como alternativa de la experimentación directa” (p. 11).

**Modelo de un sistema:** “es cualquier cosa a la que se puede aplicar un “experimento”, con el fin de responder a preguntas respecto del sistema”. (Fritzson, 2015, p. 6)

En base a las definiciones anteriores para este trabajo la simulación de definio como “una técnica que nos permite abstraer la realidad con el fin de imitar el comportamiento de los usuarios y expertos a la hora de realizar una evaluacion para lo cual se desarrollo un modelo apoyado en un algoritmo que imita en parte el comportamiento de las variables que influyen en la detección de errores de usabilidad.

## 2.3. Antecedentes

### 2.3.1. Nacionales

(Payalich, 2019) en su tesis de grado titulada “**Métodos de inspección heurístico y recorrido cognitivo para evaluar la usabilidad de una aplicación de realidad aumentada**” tuvo como objetivo evaluar la usabilidad de una aplicación de realidad aumentada

para niños de 3 a 5 años, la metodología empleada fue la misma que propuso (Jiménez et al., 2012) siguiendo los seis pasos propuestos obtuvo 18 heurísticas específicas para aplicarlas en la aplicación de realidad aumentada luego las especifico luego mapeo ambas heurísticas las de Nielsen vs las propuestas finalmente las valido y procedió a evaluarlas consiguiendo los siguientes resultados:

**Tabla 4.** Numero de problemas encontrados con las heurísticas de Nielsen.

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nro. De Problemas</b>
HN1	Visibilidad del Estado del Sistema	2
HN2	Relación entre el sistema y el mundo real	0
HN3	Control y libertad de usuario	0
HN4	Consistencia y Estándares	0
HN5	Prevención de errores	2
HN6	Reconocer es mejor que recordar	1
HN7	Flexibilidad y eficacia de uso	1
HN8	Diseño estético y minimalista	1
HN9	Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores	1
HN10	Documentación de ayuda	2

Fuente:(Payalich, 2019, p. 35).

**Tabla 5.** Numero de problemas encontrados con las heurísticas propuestas.

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nro. De problemas</b>
HN1	Confianza	3
HN2	Amigabilidad	3
HN3	Visibilidad del estado del sistema	0
HN4	Familiaridad	2
HN5	Claridad	0
HN6	Accesibilidad	0
HN7	Interactividad	2
HN8	Navegabilidad	1
HN9	Control de usuario	4
HN10	Consistencia y estándares	1

HN11	Prevención de errores	5
HN12	Minimizar la carga de memoria	0
HN13	Visibilidad	0
HN14	Flexibilidad	2
HN15	Eficacia de uso	3
HN16	Minimizar información irrelevante	0
HN17	Facilidad de uso	2
HN18	Ayuda y documentación	4

Fuente: (Payalich, 2019, p. 43).

De la comparación de estos resultados:

**Tabla 6.** Comparación de resultados Nielsen Vs. Propuesta.

ID	Descripción	Porcentaje
P1	Problemas identificados por ambos grupos de heurísticas	34%
P2	Problemas identificados usando heurísticas propuestas	50%
P3	Problemas identificados usando heurísticas de Nielsen	16%

Fuente: (Payalich, 2019, p. 43).

Esta investigación concluye que la evaluación heurística presentó un 31% de mejora respecto a las heurísticas tradicionales que presentan limitaciones a la hora de aplicarlas en un entorno específico.

(Espinoza, 2016) en su tesis titulada “**Adaptación al ámbito académico y mejoras a la usabilidad de un sistema de evaluación financiera para proyectos mineros**” evaluar la usabilidad de un sistema de evaluación financiera de proyectos mineros. Procedió primeramente con la planeación de la prueba de usabilidad, luego procedió con el modelado de tareas y los formatos finalmente la ejecución de las pruebas encontró lo siguiente:

**Tabla 7.** Resultados al el aplicar la evaluación heurística de Nielsen.

<b>Principios de Usabilidad</b>	<b>Problemas</b>	<b>Cantidad de problemas</b>
Visibilidad del estado del sistema	1.1, 4.1, 4.2, 5.3, 6.1, 13.1, 20.1	7
Relación entre el sistema y el mundo real	2.1, 2.2, 3.1, 5.2, 7.2, 8.1, 8.2, 8.3, 9.1, 11.1	10
Control y libertad del usuario	2.2, 3.2, 5.4	3
Consistencia y estándares	2.1, 2.2, 3.1, 5.1, 7.2, 8.1, 8.2, 8.3, 9.1, 10.1, 11.1, 12.1	12
Prevención de errores	1.1, 4.1, 6.1, 7.1, 8.3, 12.1, 13.1, 15.1, 16.1, 18.1, 20.1	11
Reconocer antes de recordar	5.4, 8.4, 10.1, 12.1	4
Flexibilidad y eficiencia de uso	2.3, 3.2, 4.2, 5.4, 8.4, 10.1, 12.1, 14.1, 16.1, 19.1	9
Estética y diseño minimalista	2.3, 8.4	2
Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y resolver errores	1.1, 4.1, 4.2, 6.1, 11.2, 15.1, 18.1	7
Ayuda y documentación	2.1, 3.1, 7.2, 8.1, 8.2, 8.3, 9.1, 10.1, 11.1	9

Fuente: (Espinoza, 2016, p. 46).

Si bien es cierto que el trabajo solo concluye que pudo identificar problemas de usabilidad de la aplicación minera nos muestra también sobre cuáles son las heurísticas sobre las que pesan más problemas.

### **2.3.2. Internacionales**

(Solano y Collazos, 2014) en el artículo titulado “**Estudio de métodos de evaluación de usabilidad colaborativos en el área web transaccional**” hacen una revisión de varios métodos de evaluación de la usabilidad con el fin de identificar los métodos de evaluación que permiten obtener resultados más apropiados en el área de web transaccional. Para lo cual procedieron a seleccionar una serie de métodos de evaluación de la usabilidad basados en el trabajo de tesis doctoral de (Ferré, 2005) considerando los siguientes métodos como los elegidos para el estudio (1) evaluación heurística, (2) recorrido cognitivo, (3) experimentos formales, (4) cuestionarios, (5) interacción constructiva, (6) entrevistas y (7) método del conductor. Teniendo como variables independientes a los métodos de evaluación de la usabilidad y como variable dependiente a los errores y tiempo.

Obtuvieron como uno de sus resultados la tabla que muestra, el número de errores encontrados con cada método.

**Tabla 8.** Identificación de problemas por método.

Metodo	# Usuarios	# Problemas	# Problemas Críticos Confirmad os	#número de problemas no detectados en la evaluación heurística
Evaluación Heurística	No aplica	36	6	No aplica
Recorrido Cognitivo	No aplica	21	6	7
Experimentos Formales	10	24	6	11
Cuestionarios	10	0	0	0
Interacción Constructiva	10	29	6	7
Entrevistas	10	14	5	3
Método del conductor	8	25	6	9

Fuente:(Solano y Collazos, 2014, p. 2)

Concluye que a pesar de que el método heurístico logro detectar más problemas no existe un “mejor método” sino que son complementarios todos tienen fortalezas y debilidades y están enfocados en evaluar aspectos específicos de la usabilidad por tal razón combinarlos es lo más apropiado.

(**Molich et al., 2004**) en el artículo titulado: “**Comparative usability evaluation**” tuvo el objetivo de comprobar si el test de usabilidad es una herramienta con la que se podrían obtener resultados razonablemente similares. Para lo cual se recurrió a dos evaluaciones de usabilidad una primera evaluación conformada por cuatro equipos y una segunda evaluación conformada por nueve equipos diferentes que estaban integrados por, compañías, universidades y estudiantes que evaluaron el portal web Hotmail.com. Primeramente, se realizó la evaluación de la usabilidad con cuatro compañías las que utilizaron tanto el enfoque cualitativo, cuantitativo y combinado. Los equipos procedieron con diferentes métodos de detección de errores de usabilidad como se muestra en la **Tabla 9**:

**Tabla 9.** Métodos empleados.

Equipo	A	B	C	D	E	F	G	H	J
Numero de participantes de la prueba	7*	6	5	50	9*	5	11	4	6
Técnica de grabación	Video	Video	Papel	Papel	Video	Papel	Video	Papel	Video
Testing(voz alta)	+	+	+		+	+	+	+	+
Inspección		+	+		+				
Consulta: Entrevista	pr/af		af			af	pr/af		pr/af
Consulta: cuestionario		af		af	pr/af		af	pr	af
Consulta: herramientas estándar				QUIS			SUS		

\*= incluye un test piloto cuyos resultados son incluidos en los datos reportados en este paper; pr=pre-test ; af=post-test;

QUIS =Cuestionario para la satisfacción de la interacción del usuario (QUIS 2003); SUS = Escala de usabilidad del sistema (Brooke 1996)

Fuente: (Molich et al., 2004, p. 68)

Cabe resaltar que los laboratorios tuvieron la potestad de elegir libremente la manera en la que detectarían los problemas, dado que en la época en que Molich y equipo realizaron este estudio no existían bases para la evaluación de la usabilidad de modo que fue una investigación más abierta, así como también tuvieron la potestad de elegir libremente las tareas que debían lograr.

Respecto a que método fue más eficaz en la detección de errores con respecto a cada equipo no lo menciona no muestra la cantidad de errores detectados con cada método, pero si recomienda usar una combinación de métodos para una mayor eficacia en la detección de errores. Los resultados obtenidos en la primera evaluación arrojaron resultados interesantes, del total de 141 problemas de usabilidad encontrados, solo un problema fue encontrado simultáneamente por los cuatro laboratorios y el 91% de los problemas fueron detectados únicamente por un equipo. Con respecto a la segunda prueba se observa que los problemas de usabilidad el 71% de los problemas fueron detectados únicamente por un equipo como se puede apreciar en la *Tabla 10*.

**Tabla 10.** Superposición de problemas informados para todas las tareas y para el registro.

Número total de problemas	Todas las tareas		Registro	
Número total de problemas	310	100%	48	100%
Nueve equipos	0	0%	0	0%
Ocho equipos	0	0%	0	0%
Siete equipos	1	0.30%	1	2%
Seis equipos	1	0.30%	0	0%
Cinco equipos	4	1%	0	0%
Cuatro equipos	5	2%	2	4%
Tres equipos	17	5%	4	8%
Dos equipos	50	16%	7	15%
Equipo único, sin superposición	232	75%	34	71%

Columna 2 y 3 muestra la superposición de resultados para todas las tareas.

Columna 4 y 5 muestra la superposición de los resultados de la tarea de registro que utilizaron todos los equipos (consulte la sección 'Discusión - 'Diferencias en las tareas').

Fuente: (Molich et al., 2004, p. 70)

Lo sorprendente es que los resultados en detección de errores son muy diferentes incluso cuando se generaron a partir de tareas iguales y respecto al tamaño de los equipos si cinco usuarios son suficientes para detectar el 85% de los problemas como dice Nielsen, en este estudio esto no se cumple; finalmente concluye que puede que algunos sitios tengan un número tan extenso de problemas de usabilidad que lo único que se puede aspirar a encontrar es solo una fracción de los problemas en una prueba de usabilidad ordinaria; demuestra también que la efectividad de la prueba de usabilidad dependerá de las tareas escogidas, la metodología, las personas, todas las pruebas de usabilidad y evaluadores no son iguales, aun entre organizaciones profesionales con resultados contrarios a lo que comúnmente se cree.

Apreciación: nos deja con la alerta de tener cuidado con los resultados obtenidos en nuestras evaluaciones ya que ningún método arroja desde su punto de vista resultados altamente confiables ya que presentan fallas metodológicas. Existe baja superposición por lo general los problemas detectados son diferentes.

(Tan et al., 2009) en el artículo titulado “**Web evaluation: Heuristic evaluation vs. User testing**” tuvo como objetivo comparar la eficiencia y la eficacia entre el test de Usuario y la evaluación Heurística, en la evaluación de cuatro diferentes sitios web comerciales.

Los resultados mostraron que ambos métodos tanto el Test de usuario como la evaluación Heurística se direccionan en diferentes problemas de usabilidad.

También se demostró que ambos métodos son igualmente eficientes y efectivos en abordar diferentes categorías de problemas de usabilidad.

Estas diferencias significativas encontradas entre estos dos métodos sugirieron que los dos métodos son complementarios y no deben competir.

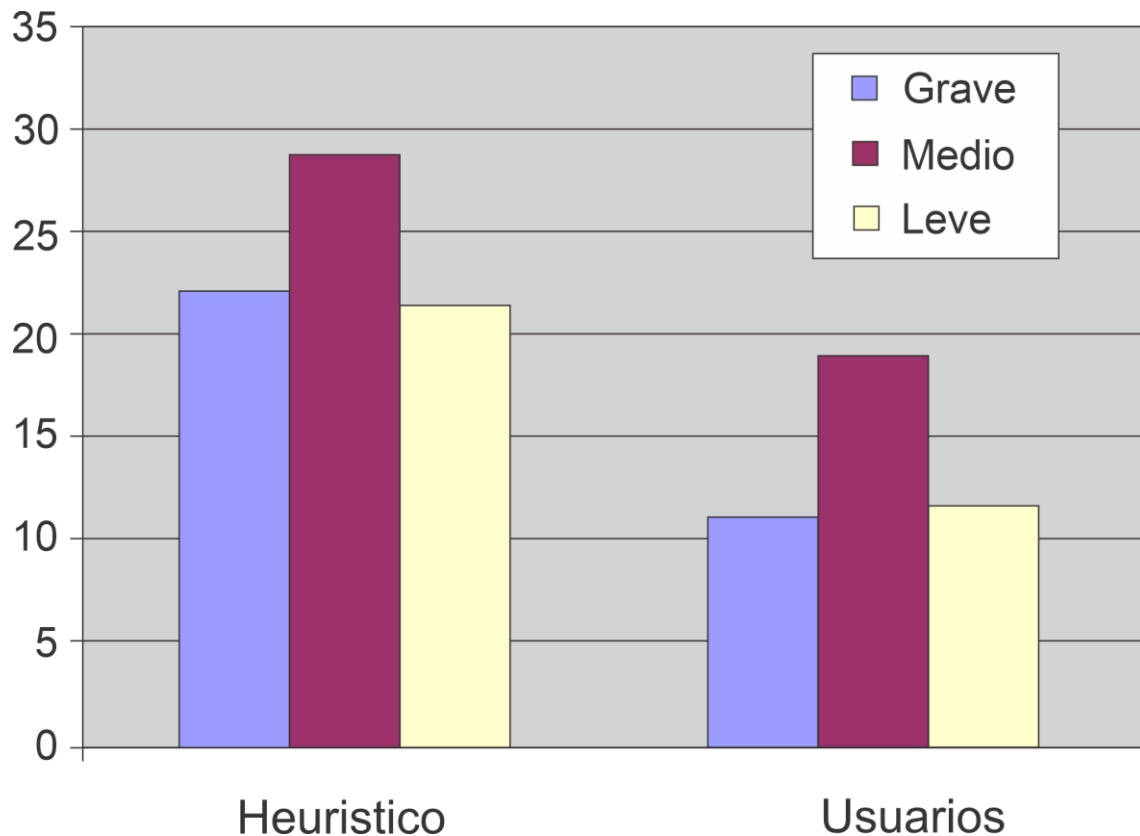
El análisis heurístico descubrió aproximadamente el 60% de los problemas, mientras que las pruebas de usuario descubrieron el 30% de los problemas. El 10% restante de los problemas se descubrió mediante ambos métodos como se aprecia en la **Tabla 11**.

**Tabla 11.** Numero de problemas de usabilidad encontrados por usuario y análisis heurístico.

	Website A1	Website A2	Subtotal para A1 y A2 (porcentaje)	Web site B1	Web site B2	Subtotal para B1 y B2 (porcentaje)
Comunes	5	8	13(7%)	11	15	26(11%)
Heurístico	55	46	101(58%)	78	72	150(61%)
Usuarios	23	38	61(35%)	45	24	69(28%)
Total	73	76	149	102	81	183

Fuente: (Tan et al., 2009, p. 624)

Por otro lado, con respecto a la gravedad de los problemas encontrados por cada metodo En la **Figura 5** se aprecia que el metodo heuristico se mostro ligeramente superior alrededor del 30% en todos los casos respecto del método que emplea usuarios.



Fuente:(Tan et al., 2009, p. 624)

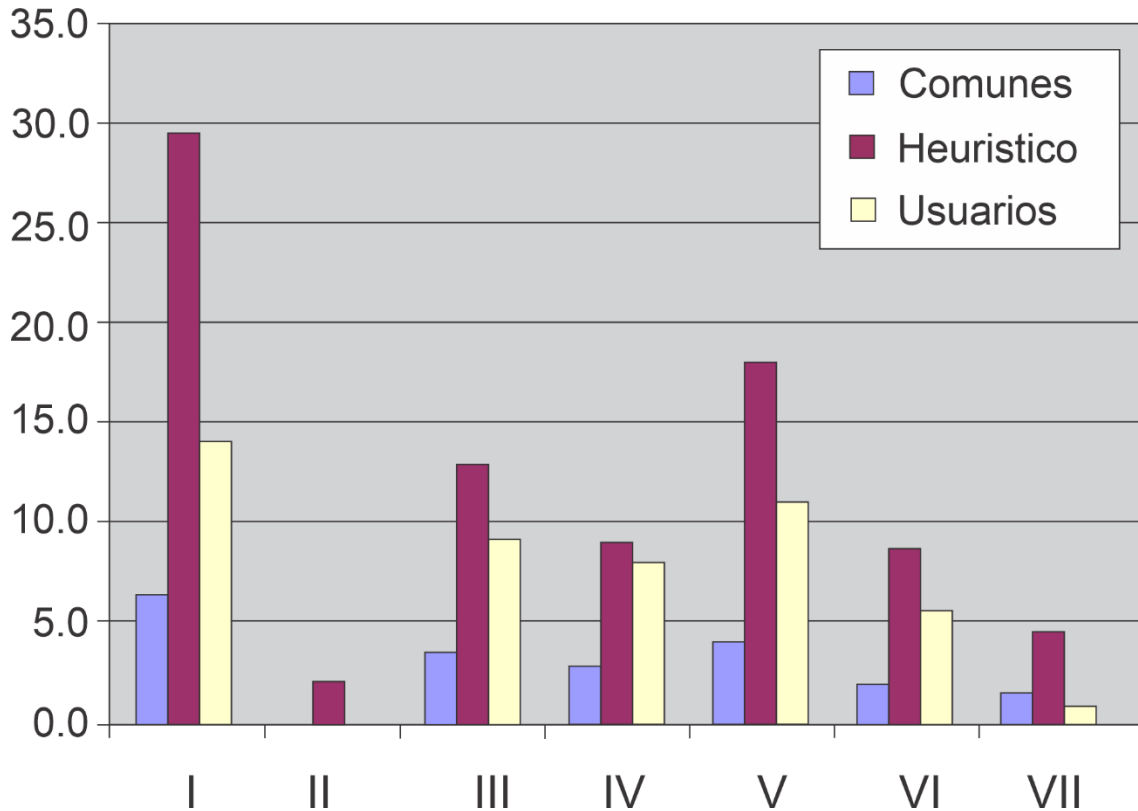
**Figura 5.** Distribución de problemas por gravedad para los dos métodos de evaluación (eje y: Nivel de gravedad)

Para entender la **Figura 6** describimos los atributos del eje x tal como esta en (Tan et al., 2009, p. 624)

- Atributo I navegacion
- Atributo II compatibilidad
- Atributo III contenido de informacion
- Atributo IV organización y estructura del diseño
- Atributo V usabilidad y disponibilidad de herramientas
- Atributo VI como luce como se siente
- Atributo VII seguridad y privacidad

En la **Figura 6** podemos observar que la mayoría de los problemas encontrados son de navegacion , usabilidad y disponibilidad de herramientas y contenido de informacion donde existe una clara diferencia entre la evaluacion heuristica y con usuarios sobretodo con los problemas de navegacion, siendo similares en la mayoría de los atributos por otro lado tambien

la cantidad de errores en comun son claramente pocos es decir es notorio que ambos metodos estan identificando problemas distintos.



Fuente:(Tan et al., 2009, p. 625)

**Figura 6.** Distribución de problemas identificados por método de evaluación y por atributos (eje y: número de problemas encontrados)

Tan et al. (2016) nos recuerda también las siguientes investigaciones:

La investigación de Liljegren y Osvalder (2004) donde investigaron las eficiencias de varios tipos de herramientas de evaluación de la usabilidad. Descubrieron que una herramienta en particular es más eficiente para un aspecto específico de la interfaz de usuario y para una determinada secuencia, por ejemplo, las pruebas de usuario funcionan mejor cuando se realiza un recorrido cognitivo y se han realizado ciertas pruebas.

La investigación de Jeffries et al. (1991) hubo descubierto que el análisis heurístico descubrió aproximadamente tres veces más problemas que las pruebas de usuario. El análisis heurístico encontró 105 problemas, mientras que las pruebas de usuario encontraron 31 problemas. Sin embargo, informaron que se descubrieron problemas más graves a través de pruebas de usuario, en comparación con el análisis heurístico.

Mientras que las investigaciones de (Lindgaard, 2006; Liljégren, 2006) investigaron cuatro métodos comunes que incluyen el análisis de tareas jerárquicas, recorrido cognitivo, evaluación heurística y pruebas de usuario, basándose en su rigurosidad, validez, confiabilidad, rentabilidad y claridad, del cual recomiendan que las pruebas de usuario sean el método principal en las evaluaciones de usabilidad, ya que cumplen los criterios y abordan el aspecto de “dificultad para cometer errores” de la usabilidad general.

La investigación de Nielsen y Mack (1994) utilizaron 11 evaluadores para el análisis heurístico y 4 sujetos para pruebas de usuario para encontrar problemas de usabilidad en una aplicación compleja de una compañía telefónica. Los dos métodos encontraron 17 problemas comunes, mientras que el análisis heurístico encontró 23 problemas únicos en sí mismo y las pruebas de usuario encontraron 4 problemas únicos.

La investigación de Doubleday et al. (1997) había utilizado análisis heurístico y test de usuario para evaluar una interfaz de recuperación de información. En este estudio participaron un total de 5 evaluadores y 20 sujetos. Aproximadamente, el 39% de los problemas de usabilidad fueron descubiertos por pruebas de usuario, mientras que el 40% fueron exclusivos del análisis heurístico. El resto fueron comunes a ambos métodos.

La investigación de Nielsen y Landauer (1993) con respecto al número de usuarios afirman que 5 usuarios son suficientes para encontrar el 85% de los errores de usabilidad, sin embargo, Spool y Schroeder (2001) han informado resultados diferentes. Llevaron a cabo una prueba de usuario en un sitio web con 49 usuarios, a quienes se les pidió que realizaran una sola tarea, es decir, comprar un producto. El resultado del estudio reveló que cinco usuarios solo pudieron encontrar el 35% de los problemas. Woolrych y Cockton (2002) también llegaron a la conclusión de que 5 usuarios no son adecuados.

Concluye: Tanto las pruebas de usuario como los métodos heurísticos se complementan entre sí, ninguno de los métodos puede sustituirse por el otro.

Los dos métodos abordan diferentes problemas y diferentes niveles de gravedad, debido a las diferentes técnicas utilizadas en los dos métodos, el contenido y la naturaleza de los problemas encontrados por estos dos métodos varían en cierta medida. La evaluación heurística tiende a cubrir más problemas estructurales de alto nivel y es probable que aborde algunas de las causas fundamentales de estos problemas, porque los evaluadores tienen la flexibilidad de evaluar todos los aspectos de la función, mientras que las pruebas de usuario dependen únicamente de los escenarios predefinidos

En este estudio, la evaluación heurística cubrió una gama más amplia de problemas que las pruebas de usuario. Esto se puede ver en la distribución de las siete categorías de problemas encontrados con estos dos métodos.

El análisis heurístico identifica más problemas que las pruebas de usuario.

Este estudio encontró que cinco sujetos o evaluadores podían encontrar solo el 35% de los problemas de usabilidad en una interfaz de usuario. Esto no es consistente con los resultados reportados por Nielsen y Mack (1994). Que sostienen que 5 expertos podrían detectar el 85% de los problemas de usabilidad.

El resultado de este estudio es más consistente con Spool y Schroeder (2001), quienes estimaron que cinco usuarios solo pudieron encontrar el 35% de los problemas.

Para el análisis heurístico, el número de evaluadores requeridos depende de dos factores importantes, que incluyen la heurística utilizada y el nivel de experiencia de los evaluadores heurísticos.

Apreciaciones finales: si bien es cierto que existen ya estudios donde concluyen que es recomendable usar ambos métodos por que suelen encontrar diferentes categorías de problemas de usabilidad, siempre es mejor tener claro cómo es que funciona estas pruebas en un entorno más cercano. Por otro lado también es bueno comprobar si estos estudios pueden ser aplicados en nuestro entorno, por ejemplo caso del número de usuarios que proponer Nielsen claramente son contradictorios a los que encontraron Spool y Schroeder puede haber dado el caso que en la evaluaciones que realizó Nielsen el número de problemas haya sido menor que en el caso de Spool e ahí otro dilema es muy difícil saber en realidad que tan extensos son los problemas de usabilidad que presenta el aplicativo que se está evaluando. Por lo cual lo más razonable es emprender estudios locales y de ese modo prever o estimar mejor los errores de usabilidad que podremos corregir. Podemos afirmar también la cantidad de errores detectados estará en función de la capacidad de detección del experto y de los usuarios finales, así como del universo de errores que presente el aplicativo que está evaluando.

(Hasan et al., 2012) en el artículo titulado “**A comparison of usability evaluation methods for evaluating e-commerce websites**” el objetivo de este artículo fue comparar y contrastar las pruebas de usuario y los métodos de evaluación heurística para identificar problemas de usabilidad específicos en sitios web de comercio electrónico. Este artículo está basado en múltiples casos de estudio de diseño comparativo donde los mismos experimentos

fueron empleados en cada caso, se identificaron 27 compañías de comercio electrónico de Jordania de las cuales 3 aceptaron participar dos de ellas venden ropa islámica para mujer y la otra artesanía. El método comparó los problemas de usabilidad identificado mediante test de usuario y con la evaluación heurística por lo que, la intención era emplear los mismos métodos (es decir, las mismas sesiones de prueba de usabilidad con los mismos usuarios y evaluadores heurísticos) en cada caso. Este número de casos se consideró apropiado dentro del tiempo y los recursos disponibles para la investigación, Los clientes de estos sitios web eran tanto locales como mundiales. Este estudio se centró en investigar la usabilidad de estos sitios web desde el punto de vista de los clientes locales, se les asignó tareas comunes a los sitios de comercio electrónico como encontrar productos, encontrar información, comprar productos, usar el motor de búsqueda del sitio entre otras facilidades que debería incluir el sitio como cambio de pedidos, perfil de usuario. Los investigadores varían con respecto al número de usuarios que recomiendan como óptimos para las pruebas de usuario. Por ejemplo, Brinck et al. (2001) sugirió reclutar de 8 a 10 usuarios, Rubin (1994) también sugirió el uso de al menos 8 participantes, pero Nielsen (2006) recomendó tener 20 usuarios. En esta investigación se reclutaron 20 usuarios. Para identificar a los usuarios típicos para las pruebas de usuario, se envió un correo electrónico a cada una de las empresas estudiadas pidiéndoles que proporcionaran información sobre sus usuarios actuales y potenciales (como información demográfica, experiencia en el uso de la computadora y experiencia en el uso de Internet). A partir de las respuestas de las tres empresas, se diseñó una matriz de características de los usuarios. Se utilizaron dos fuentes para reclutar a los participantes para las pruebas de usuario, un anuncio y mensaje por correo electrónico. Se desarrolló un cuestionario de selección y luego se utilizó para seleccionar 20 participantes adecuados de los encuestados con el fin de hacer coincidir la matriz de las características de los usuarios lo más fielmente posible. Las dos características que se emparejaron fueron el género y la experiencia de uso de internet. Otras características no coincidieron totalmente debido a la falta de disponibilidad de participantes adecuados.

Se recopilaron datos de cada sesión de prueba de usuario utilizando software de captura de pantalla (Camtasia), con tres cuestionarios posteriores a la prueba (se entregó un cuestionario posterior a la prueba a cada usuario después de completar las tareas de cada sitio para obtener sus comentarios). También se llevó a cabo la observación de los usuarios trabajando a través de las tareas, además de tomar comentarios de los usuarios mientras interactuaban con cada sitio.

El tiempo para cada tarea se determinó de antemano y se verificó a lo largo del estudio piloto. Se estimó que la sesión de prueba del usuario tomaría 3 h. A cada participante se le dio 30 minutos para evaluar cada sitio. Para cada sesión, el orden de los tres sitios web evaluados fue equilibrado para evitar sesgos. Cabe mencionar que los participantes detuvieron la evaluación antes de ingresar datos personales. Esto representa una situación atípica y que la ausencia de riesgo puede afectar las acciones del usuario. Además, un conjunto de heurísticas integrales, específico para sitios web de comercio electrónico, se desarrolló sobre la base de una extensa revisión de la literatura. Las heurísticas desarrolladas se organizaron en cinco categorías principales: arquitectura y navegación, contenido, accesibilidad y servicio al cliente, diseño y proceso de compra como se ve en la **Tabla 12**.

**Tabla 12.** Categorías y subcategorías de heurísticas desarrolladas.

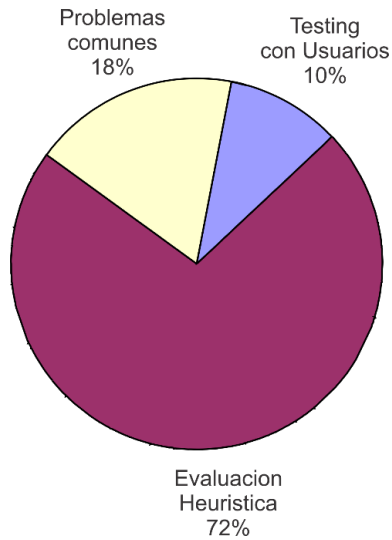
Categorías	Sub categorías heurísticas
Arquitectura y navegacion	Consistencia; soporte de navegación; búsqueda interna, enlaces de trabajo; enlaces ingeniosos; sin páginas huérfanas; estructura lógica del sitio; menú de navegación simple
Contenido	Actualizar informacion; información relevante, información precisa; precisión gramatical; información sobre la empresa; información sobre los productos
Accesibilidad y servicio al cliente	Sitio web fácil de encontrar y acceder; contáctenos información; ayuda / servicio al cliente; compatibilidad; soporte de idioma extranjero y moneda
Diseño	Diseño estético; ude apropiado de imágenes; elección adecuada de fuentes y colores; diseño de página apropiado
Proceso de compra	Proceso de pedido sencillo; Información sobre pedidos; información de entrega; provisión de estado de pedido / entrega; Están disponibles métodos alternativos de pedido / pago / entrega; confianza razonable en seguridad y privacidad

Fuente: (Hasan et al., 2012, p. 712)

Esta investigación, tuvo limitaciones de tiempo y recursos con respecto a la contratación de evaluadores ideales con doble especialización, es decir, que tubieran experiencia tanto en temas de usabilidad como en sitios de comercio electrónico, para realizar la evaluación heurística como lo sugiere una investigación anterior (Nielsen, 1992). En la actualidad, el campo Interacción persona-computadora (HCI) era nuevo en Jordania como un área de estudio en universidades y, por lo tanto, era inusual encontrar personas con títulos de posgrado en esta área. Los expertos objetivo, por lo tanto, eran personas que tenían una amplia experiencia en diseño de sitios web de comercio electrónico, como sugirieron Stone et al. (2005) en los casos en los que fue imposible encontrar expertos con el ideal. La amplia experiencia en esta investigación se definió como más de 10 años. La cuestión del “entorno” también se consideró en esta investigación, donde todos los participantes en la prueba de usuario realizaron la prueba en el mismo lugar en las mismas condiciones y todos siguieron el mismo procedimiento. Todos los expertos en la evaluación heurística realizaron la inspección en las mismas condiciones y siguieron el mismo procedimiento. Si bien cada experto web evaluó los sitios en su oficina en su empresa, existían condiciones similares en cada empresa. La validez de constructo causal también se tomó en cuenta consideración en esta investigación

Para medir la confiabilidad entre evaluadores o el alcance de acuerdo entre evaluadores heurísticos, se utilizaron estadísticas Kappa (k). El Kappa (k) global para todos los problemas de usabilidad identificados por los evaluadores fue de 0,69, lo que, según Altman (1991), indica \* buena \* concordancia entre los evaluadores

Con respecto a los resultados obtenidos el método de evaluación heurística identificó de forma única una gran cantidad de problemas de usabilidad, aunque la mayoría de ellos eran menores, en comparación con el método de prueba del usuario, que identificó menos problemas, pero más importantes tal como muestra la *Figura 7* y detalladamente en la *Tabla 13*.



Fuente: (Hasan et al., 2012, p. 715).

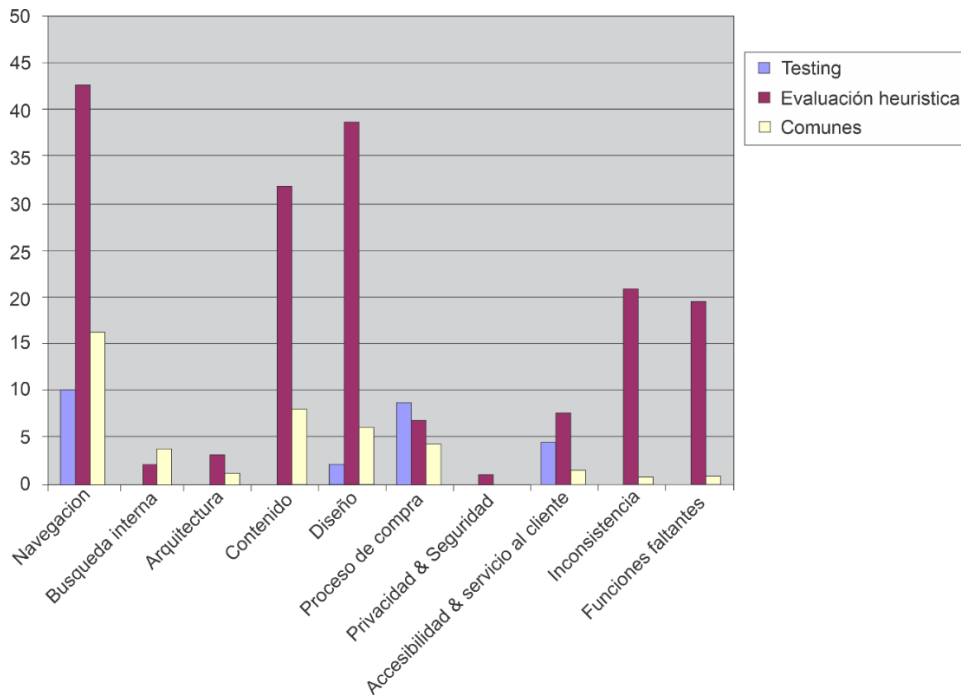
**Figura 7.** Distribución de problemas de usabilidad identificados por los dos métodos.

**Tabla 13.** Distribución de problemas de usabilidad identificados por los dos métodos por gravedad.

Metodo de usabilidad	Problemas menores	Problemas importantes	Total
Testing con usuarios	8	17	25
Evaluación heurística	148	26	174
Problemas habituales en la prueba de evaluación con usuarios (agregando severidad)	14	9	23
Problemas habituales en la prueba heurística (sin considerar severidad)	9	12	21
Numero total de problemas	12	9	243

Fuente: (Hasan et al., 2012, p. 716).

En la **Figura 8** se puede apreciar que el método heurístico es notablemente el método que más errores detecta respecto del método de testing además que en la mayoría de Heurísticas no existen errores en común.



Fuente: (Hasan et al., 2012, p. 716)

**Figura 8.** Distribución de problemas de usabilidad identificados por los dos métodos por número y tipos de problema.

De manera similar a investigaciones anteriores que compararon las pruebas de usuarios y las técnicas de evaluación heurística (Desurvire et al., 1992 a, b; Doubleday et al., 1997; Fu et al., 2002; Law y Hvannberg, 2002) estas investigaciones encontraron que el método de evaluación heurística identificó el mayor número de problemas en comparación con las pruebas de usuario. Esto no es sorprendente dados los procesos utilizados por los métodos de evaluación heurística y de prueba de usuario para identificar problemas de usabilidad, como lo mencionan Tan et al. (2009), por ejemplo las pruebas de usuario se centraron en identificar los problemas de usabilidad que los usuarios enfrentaron, mientras realizaban solo tareas específicas mientras interactuaban con una interfaz, mientras que se espera que los evaluadores heurísticos exploren la totalidad de la interfaz bajo inspección sin limitarse a tareas específicas por otro lado en la **Tabla 14** podemos ver el tiempo empleado en cada tipo de prueba siendo para este estudio las pruebas con usuarios las que mas tiempo demandaron.

**Tabla 14.** Costo de emplear métodos de evaluación de usabilidad.

Investigacion	Tiempo dedicado a las pruebas de usuario	Tiempo dedicado a la evaluación heurística
Jeffries et al. (1999)	199 h Este tiempo se dedicó al análisis. Seis sujetos participaron en este estudio	35h Este tiempo se dedicó a aprender el método y familiarizarse con la interfaz bajo investigación (15 h) y en el análisis (20 h). Cuatro especialistas en usabilidad llevaron a cabo este método.
Law and Hvannberg (2002)	200 h Este tiempo se dedicó al diseño y aplicación de este método. Diez sujetos participaron en este estudio.	9 h El tiempo se dedicó al diseño y conducción de este método por dos evaluadores
Doubleday et al. (1997)	125 h Este tiempo incluyó 25 h de realización de 20 sesiones de usuarios, 25 h de tiempo del evaluador de apoyo durante las sesiones de usuarios y 75 h de análisis estadístico	33.5 h Este tiempo incluyó 6.25 h del tiempo de cinco expertos en la evaluación, 6.25 h del tiempo de los evaluadores tomando notas y 21 h de transcripción de los comentarios y análisis de los expertos.
Esta investigacion	326 h El tiempo incluyó 136 h de configuración y diseño, 20 h de recopilación de datos de 20 sesiones de usuarios y 170 h de análisis de datos.	247 h El tiempo incluyó 128 h de configuración y diseño, 15 h de recopilación de datos de los cinco expertos web y 104 h de análisis de datos

Fuente: (Hasan et al., 2012, p. 723).

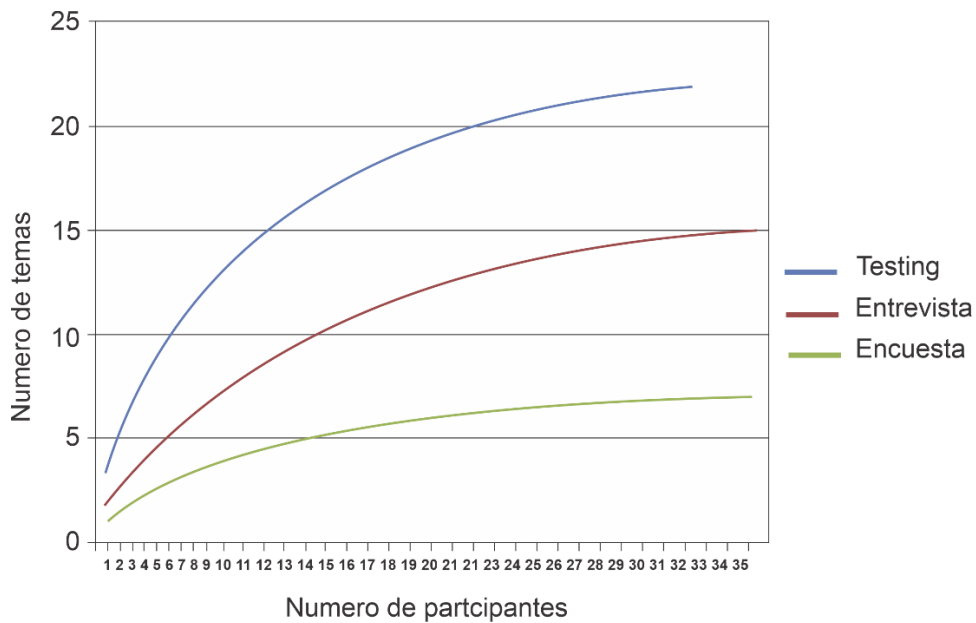
La mayoría de los estudios, que compararon las pruebas de usuario y los métodos de evaluación heurística, encontraron que los últimos identificaron de manera única un mayor número de problemas de usabilidad en comparación con los primeros (Desurvire et al., 1992 a, b; Doubleday et al., 1997; FU et al., 2002)

Apreciacion final: Este estudio sirve para respaldar que la evaluación heurística por lo general suele encontrar más problemas que el test de usuario, más sin embargo los test de usuario suelen encontrar problemas más críticos que la evaluación heurística.

(Walji et al. 2014) en el artículo titulado: “**Are three methods better than one? A comparative assessment of usability evaluation methods in an EHR**” tuvo el objetivo de comparar y evaluar tres diferentes métodos involucrando usuarios finales para detectar problemas de usabilidad en un EHR (Electronic health records): usando los métodos de Test de usuarios, entrevista semiestructurada y encuestas.

Los datos se recolectaron en dos importantes escuelas de odontología entre residentes y estudiantes de la facultad, con los siguientes tratamientos para test de usuarios (N=32) para las entrevistas semiestructuradas (N=36) y para las encuestas(N=35) Teniendo como variables particulares de interés el método de Test de usuarios y la detección de errores.

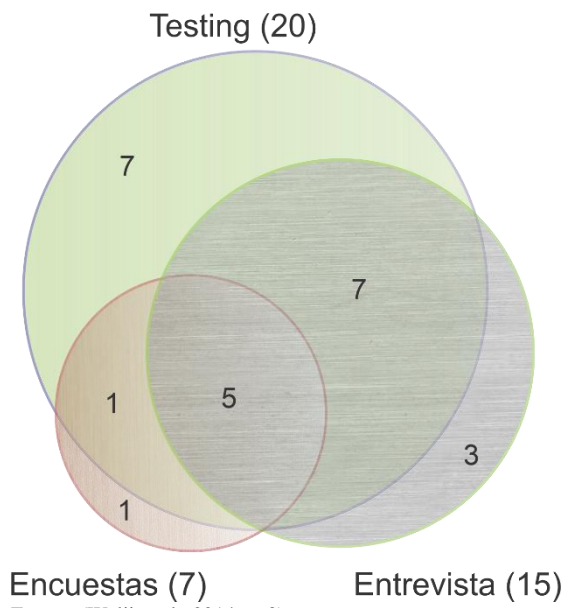
Obteniendo como resultado 187 problemas de usabilidad 54% vía test de usuarios, 28% vía entrevista semiestructurada y 18% vía encuestas con modesta superposición de problemas, en la **Figura 9** el comportamiento de la grafica según el tipo de prueba aplicado.



Fuente: (Walji et al., 2014, p. 4)

**Figura 9.** Temas identificados por participantes.

Estos problemas se clasificaron en 24 tipos de problemas en 3 amplias categorías como se observa en la **Figura 10** las pruebas de usuario cubrieron la gama más amplia de temas (83%), seguidas de los métodos de entrevista (63%) y encuesta (29%).



Fuente: (Walji et al., 2014, p. 3).

**Figura 10.** Superposición de temas de usabilidad para cada método.

En la **Tabla 15** apreciamos en detalle de los errores encontrados por cada tipo de prueba y tema.

**Tabla 15.** Numero de problemas de usabilidad por método y tema.

	Número de hallazgos (%)			
	Testing	Entrevista	Encuesta	Totales
Temas relacionados con la interfaz de usuario				
Lleva mucho tiempo introducir un diagnóstico	5(14)	17(50)	13(36)	35(19)
Orden ilógico de términos	5(33)	5(33)	5(34)	15(8)
Nomenclatura y ubicación inconsistentes de los widgets de la interfaz de usuario	12(86)	2(14)	0	14(8)
Los resultados de la búsqueda no coinciden con las expectativas de los usuarios	9(70)	2(15)	2(15)	13(7)
Retroalimentación ineficaz para confirmar la entrada del diagnóstico	7(88)	1(12)	0	8(4)
Los usuarios desconocen las funciones importantes para ayudar a encontrar un diagnóstico	7(100)	0	0	7(4)
Flexibilidad limitada en la interfaz de usuario	3(50)	3(50)	0	6(3)
Granularidad / especificidad inapropiada de conceptos	2(33)	4(67)	0	6(3)
Los nombres de los términos no son completamente visibles	2(67)	1(33)	0	3(2)
La distinción entre el nombre de la categoría y el término preferido en la terminología no está clara	2(100)	0	0	2(1)
Temas relacionados con la terminología del diagnóstico				
Algunos conceptos parecen faltantes / no incluidos	11(55)	1(5)	8(4)	20(11)
Visibilidad del código numérico para un término de diagnóstico	3(60)	2(40)	0	5(3)
Abreviaturas no reconocidas por los usuarios	2(67)	0	1(33)	3(2)
Los usuarios no tienen claro el significado de algunos conceptos.	0	4(100)	0	4(2)
Algunos conceptos no clasificados en categorías / subcategorías apropiadas	2(100)	0	0	2(1)
Temas relacionados con el dominio de trabajo y el flujo de trabajo				
Nivel de conocimiento de los conceptos de términos de diagnóstico y cómo ingresar en EHR limitado	14(70)	2(10)	4(20)	20(11)
Se puede utilizar la opción de texto libre para evitar la entrada de datos estructurados	7(58)	5(42)	0	12(7)
Solo se puede ingresar un diagnóstico para cada tratamiento	0	2(100)	0	2(1)
No hay apoyo para la toma de decisiones que ayude a sugerir diagnósticos apropiados o alertar si se seleccionan los inapropiados.	2(100)	0	0	2(1)
Sinónimos no mostrados	2(100)	0	0	2(1)
El diagnóstico no se puede registrar mediante el odontograma o el periogr	0	0	1(100)	1(0)
Sin vista histórica de cuándo se ha agregado o modificado un diagnóstico	1(100)	0	0	1(0)
No hay forma de indicar el estado del diagnóstico (es decir, diferencial, funcional o definitivo)	0	3(100)	0	3(2)
Usuarios obligados a ingresar un diagnóstico para tratamientos que pueden no requerirlos	1	0	0	1(0)
<b>Total</b>	<b>99(54)</b>	<b>54(28)</b>	<b>34(18)</b>	<b>187(100)</b>

Fuente: (Walji et al., 2014, p. 5)

Luego de las pruebas de los con múltiples métodos de evaluación, se encontró que los tres métodos son complementarios y, por lo tanto, cada uno puede proporcionar información única para la mejora del software. Siendo específicos, también se encontró que el test de usuario

es el método con el que más errores se identificaron seguido por la entrevista y el menos efectivo la encuesta tal como se ve en la *Tabla 16*.

**Tabla 16.** Resumen de problemas de usabilidad y temas detectados por método de usabilidad.

Metodo	Problemas de usabilidad N=187	Temas N=24	Interfaces temas(10)	Diagnostico temas(5)	Dominio de trabajo temas(9)
Testing	54%	83%	100%	80%	67%
Entrevista	28%	63%	80%	60%	33%
Encuesta	18%	29%	30%	40%	22%

Fuente: (Walji et al., 2014, p. 4)

Finalmente concluyen que a pesar de que el método de Test de usuario encontró más problemas respecto de los otros dos métodos recomiendan usar un enfoque de múltiples métodos para evaluar adecuadamente la usabilidad de tecnología de la información sanitaria porque proporciona una imagen más completa de los problemas de usabilidad.

Apreciación final: si bien es cierto que no aparece el método heurístico nos da un punto de referencia al considerar al método de Test de usuario dentro del estudio, lo que con los hallazgos del presente estudio nos permitirá en cierto modo ampliar nuestras expectativas de lo que podríamos lograr con cada método incluso con métodos que no se consideran en el presente estudio.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

Laboratorio de software de la Facultad de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

#### 3.2. Materiales y métodos

##### 3.2.1. Materiales, equipos, software y servicios requeridos

**Tabla 17.** Materiales usados en la tesis.

Materiales	Quien dará uso		
	Entrevistador	Voluntario	Experto
Lápiz	x		x
Hoja de registro	x		x
Cuestionario	x		
Laptop	x	x	x
Micrófono	x		
Filmora	x		
Hoja de registro en Excel	x		x
Silla	x	x	x
Escritorio			
Borrador			
Hojas sueltas			
Lista de tareas	x		
Objetivos	x		x
Internet	x	x	x
Portal web FIIS	x	x	x

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2. Instalaciones

**Laboratorio de usabilidad:** Ambiente equipado con conexión a internet, una cámara, software de monitoreo, mobiliario y ambientes para personas que dirigen la evaluación como para los que evaluarán el portal web (ver *Anexo M*).

### 3.2.3. Métodos técnicas e instrumentos:

Para el piloto se utilizaron dos métodos:

- El método Heurístico y
- El método Testing.

**Tabla 18.** Técnicas e instrumentos.

TECNICAS	INSTRUMENTOS
Entrevistas estructuradas	Ficha de apuntes
Observación directa	Cuestionario. Microsoft Teams. Filmora software de monitoreo.
Sistematización bibliográfica	Fichas de registro
Encuestas	Cuestionario
Simulación	Lenguaje de programación php Lenguaje de programación javascript Chart.js
Inspección	Objetivos del portal web Ficha de registro de errores.
Test	Hojas de apunte. Ficha de registro de errores. Filmora
Clasificación de información	Cuaderno de apuntes. SPSS Excel
Codificación y tabulación	Cuaderno de apuntes. SPSS
Análisis estadístico	SPSS

Fuente: Elaboración propia.

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Generalidades**

##### **3.3.1.1. Tipo de investigación**

Aplicada.

Según Hernández et al. (2006) por el propósito puede ser clasificada como investigación Pura o Aplicada, siendo la investigación aplicada aquella que tiene fines prácticos en sentido de solucionar problemas de un área de conocimiento específica; Según Lozada (2014), “busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto” (p. 34).

##### **3.3.1.2. Diseño**

Experimental, transversal

Un diseño experimental Según Hernández et al. (2014), son aquellos estudios que manipulan directamente las variables independientes y ven sus efectos en la variable dependiente.

Según Bernal (2010) una investigación es transversal cuando se obtiene información del objeto de estudio una única vez en un momento dado.

##### **3.3.1.3. Enfoque**

Cuantitativo.

Según Hernández et al. (2014) clasifica la investigación en dos enfoques el Cualitativo y el Cuantitativo; el Cuantitativo es un tipo de enfoque que busca intencionalmente acotar los datos es decir medir con precisión las variables de estudio.

##### **3.3.1.4. Nivel**

Correlacional.

Según Behar (2008), son estudios que buscan encontrar las causas y las razones que ocasionan ciertos fenómenos, su objetivo es explicar por qué ocurren ciertos fenómenos o en qué condiciones se dan.

### 3.3.1.5. Método de investigación.

Hipotético deductivo.

Según Bernal (2010) es un método que parte de unas aseveraciones como hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis deduciendo de ella conclusiones que deben contrastarse con los hechos.

### 3.3.1.6. Unidad de análisis

Las propuestas de: Nielsen, Krug y Torres.

### 3.3.1.7. Población

Infinita.

### 3.3.1.8. Muestra

$$n = \frac{z_{\alpha}^2(p \cdot q)}{e^2}$$

$\alpha=95\%$   
 $Z=1.96$   
 $e= 0.05$   
 $p=0.5$

$$q=0.5$$

$$n = \frac{1.96^2(0.5) \cdot (0.5)}{0.05^2}$$

$$n = 384 \text{ mediciones}$$

### 3.3.1.9. Participantes

Se utilizaron 5 voluntarios de la facultad de sistemas del primer año y 2 expertos en usabilidad.

### 3.3.1.10. Tratamientos

3 tratamientos: (la propuesta de Nielsen, de Krug y Torres) con 384 mediciones cada uno.

### 3.3.1.11. Diseño estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el diseño completamente al azar cuyo modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3 \dots t$$

$$j = 1, 2, 3 \dots r$$

$\mu$ : media de la población

$\tau_i$ : efecto aditivo del  $i$  – esimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$ : error aleatorio al que esta sujeto la observacion

**Tabla 19.** Esquema del diseño completamente al azar.

Repeticiones	Tratamientos				Gran total
	1	2	...	t	
1	$Y_{11}$	$Y_{21}$	...	$Y_{t1}$	
2	$Y_{12}$	$Y_{22}$	...	$Y_{t2}$	
.	.	.	...		
.	.	.	...		
.	$Y_{1r}$	$Y_{2r}$	...	$Y_{tr}$	
.					
<b>r</b>					
<b>Total, tratamiento</b>	$Y_{1.}$	$Y_{2.}$	...	$Y_{t.}$	$Y_{..}$
<b>Media</b>	$\bar{y}_1$	$\bar{y}_2$	...	$\bar{y}_t$	$\bar{y}_{..}$
<b>Tamaño de muestra</b>	n	n	...	n	N

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 20.** Esquema del análisis de varianza DCA.

Fuente de variabilidad	G.L.	SC	CM	Fc	Ft
<b>Tratamiento</b>	t-1	$\frac{\sum y_i^2}{r} - TC$	$\frac{SC_t}{t-1}$	$\frac{CM_t}{CME}$	* **
<b>Error</b>	t(r-1)	SCT-SC <sub>t</sub>	$\frac{SCE}{t(r-1)}$		
<b>Total</b>	rt-1	$\sum y_{ij}^2 - TC$			

Fuente: Elaboración propia.

\*Diferencia estadística significativa

\*\*Diferencia estadística altamente significativa

Donde:

t= N° de tratamientos

r= N° de repeticiones

SC<sub>t</sub>: Suma de cuadrado de tratamientos

SCT: Suma de cuadrado totales

SCE: Suma de cuadrado del error

CM<sub>t</sub>: cuadrado medio de tratamiento

CME: cuadrado medio del error

### **3.3.2. Procedimiento**

#### **3.3.2.1. Fase 1: trabajos previos**

Lo primero que se hizo fue la validación de objetivos del portal web con la decanatura de la FIIS (ver *Anexo J*), el siguiente paso fue en base a esos objetivos elaborar una encuesta y preguntarles a los estudiantes de la facultad que tareas son las más solicitadas por ellos en el portal web de la FIIS (ver *Anexo K*), después de aplicar la encuesta se determinó cuáles eran las tareas más demandadas por los estudiantes de la facultad.

#### **3.3.2.2. Fase 2: elaboración de instrumentos**

Luego para el método de testing en base a las tareas más demandadas se elaboró un instrumento para la entrevista estructurada (ver *Anexo N*) que consistió en asignarles las tareas más demandadas a su vez que incorpora una lista de preguntas adicionales que el entrevistador va realizando a medida que el usuario va interactuando con el portal, también para el método de testing se elaboraron dos instrumentos adicionales uno es la ficha de apunte (ver *Anexo O*) de errores que sirve para apuntes rápidos y la otras es la ficha de registro (ver *Anexo P*) y reporte de errores de usabilidad que es donde se anotan los errores identificados esta ficha es idéntica a la que uso el experto a fin de homogenizar las pruebas, esta ficha de registro de errores está organizada en base a las heurísticas de Nielsen (ver *Anexo L*), que contiene listas con posibles errores de usabilidad y los que ahí figuran son los únicos errores que son posibles de identificar, siendo esta una limitación sobre todo para el método heurístico.

Luego para el método heurístico se procedió a desarrollar sus respectivos instrumentos entre ellas la ficha de registro y reporte de errores, los objetivos del portal.

#### **3.3.2.3. Fase 3: Pruebas piloto.**

Para el test de usuario: se seleccionó voluntarios del tercer año de la facultad de sistemas, entre las características de estos usuarios es que tienen ciertos

conocimientos de informática y están bastante familiarizados con la interacción en sitios web incluso pudiendo reconocer algunos errores que normalmente solo identificaría un experto, todos los voluntarios fueron estudiantes varones de entre 19 y 21 años. La prueba de test procedió de la siguiente manera primero se coordinó con cada voluntario una fecha y una hora determinada para llevar a cabo la evaluación, cabe resaltar que por pandemia la prueba tuvo que realizarse de manera virtual en este caso se usó Microsoft Teams, una vez fijada fecha y hora se iniciaba la prueba con una breve explicación, se solicitaba el voluntario a compartir su pantalla y abrir el portal web de la FIIS esta prueba duro aproximadamente 1 hora.

Para la prueba heurística: se envió solicitudes a 5 expertos solicitándoles su colaboración para realizar una prueba de evaluación heurística de usabilidad solo 2 aceptaron, los que aceptaron tienen las siguientes características el primero cuenta con 4 años de experiencia en testing de software el segundo es un experto más experimentado más de 10 años en desarrollo web y experiencia de usuario. Se procedió a explicarles en qué consistía la prueba, y se les dijo que el tiempo máximo deberían emplear era de 2 horas con 30 minutos en ella, luego se les proporciono los instrumentos se les dio un tiempo prudente para que realizaran la evaluación en su tiempo libre luego presentaron la ficha de registro y reporte de errores.

(Para ver las pruebas piloto revisar *Anexo B*).

#### **3.3.2.4. Fase 4: Simulación.**

Por la coyuntura y las restricciones que trajo la pandemia la investigación tomo un rumbo distinto, los resultados ya no se obtuvieron a partir de ampliar la prueba con usuarios y expertos, sino que en base a los datos que se obtuvo del piloto. Se procedió a desarrollar un simulador en el lenguaje de programación php y javascript que consiste en una Clase que permite modelar diversos escenarios para pruebas de detección de errores de usabilidad, lo cual es una ventaja respecto a una prueba real ya que realizar las pruebas similares en un escenario real tendría un costo exorbitante. Además, nos permite analizar más parámetros que en una prueba real, tal es el caso del rango de efectividad del evaluador, el volumen de errores. Dadas estas ventajas una vez terminado el simulador se procedió a probar que pasaría en distintos escenarios a partir de los datos obtenidos en las pruebas piloto, se consideraron varios escenarios con distintos errores objetivo; estas simulaciones arrojaron resultados para cada una de las propuestas, que luego fueron analizados estadísticamente con spss. De las pruebas piloto se extrajo el rango de efectividad para las

pruebas de test como heurísticas, con esos rangos de variación se simulo 11 escenarios con distintos errores objetivo empezando por 660 hasta 8000 cada escenario incluye a las 3 propuestas las cuales se repitió en 384 veces que eran las necesarias para poder probar la hipótesis con un 95% de confianza y un 5% de error.

(Para mas detalles del Simulador revisar *Anexo G, Anexo H, Anexo I*)

(Para mas detalle de las simulaciones revisar *Anexo C*)

### **3.3.2.5. Fase 5: Análisis estadístico**

Se empezó por validar la confiabilidad del instrumento de simulación, para ello se comparo los datos obtenidos con el simulador y los obtenidos por Lewis (1994), resultado bastante similares, Luego se realizaron 11 simulaciones cada simulación se repitió 384 veces, Luego para la comprobación de la hipótesis principal se filtro los resultados de las simulaciones cogiendo solamente los resultados finales obtenidos con cada propuesta y se las analizo por separado, realizando primeramente la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov, obteniendo resultados no paramétricos, por tanto para analizar que variables explican mejor la detección de errores se uso la Correlacion de Spearman y para ver sis existen diferencias significativas entre los tres métodos se uso la prueba de Kruskal Wallis.

Respecto a la comparación entre métodos se utilizo también las 11 simulaciones pero esta vez considerando todos los resultados obtenidos en cada iteración, realizándose primeramente la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov obteniendo resultados que nos indicaban, que las distribuciones no son normales, el siguiente paso fue ver, si existian diferencias significativas entre el método heurístico y el método de testing para ello se utilizo la prueba de U-Mann Whitney; el siguiente paso fue ver que variables explican mejor la detección de errores, se realizo la prueba de correlacion de Spearman, observando buenas correlaciones, todas significativas por lo cual el siguiente paso fue realizar análisis de regresión lineal, obteniéndose R cuadrados muy buenos por lo que también se adiciono pruebas de colinealidad a fin de ir descartando modelos y quedarnos con el mas optimo, el ultimo paso una vez identificado el mejor modelo de regresión lineal fue someter las mismas variables al modelo de regresión lineal automatico del SPSS a fin de ajustar un poco mas el modelo para lo cual el software automáticamente hace la transformación de variables además nos muestra en que proporción influye cada variable sobre la deteccion de errores (para ver en detalle el procedimiento estadístico revisar el *Anexo D*).

### **3.3.2.6. Fase 6: Análisis económico**

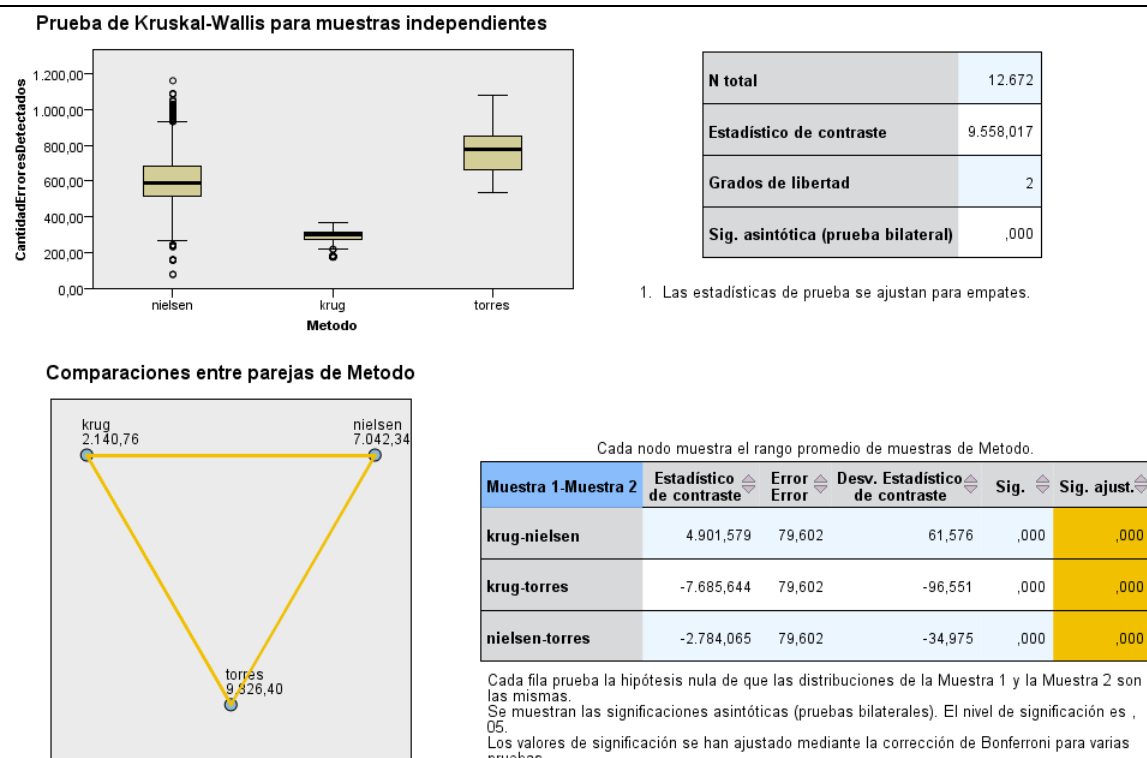
Se analizo el costo de emplear cada propuesta en dos escenarios, el primer escenario se asume que se cuenta con las instalaciones, en el otro escenario solo se cuenta con el costo de la mano de obra. Luego se procedio a calcular el costo unitario para cada escenario de emplear cada propuesta. Pudiendo apreciar también ventajas económicas de aplicar uno u otra propuesta (para mas detalle revisar el *Anexo E*).

(Para ver en detalle los costos revisar *Anexo F*)

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Propuesta mas eficaz



\* La prueba de Kruskal Wallis nos indica que si existen diferencias significativas entre las tres propuestas.

\* El diagrama de cajas y bigotes sitúa mejor posicionada a la propuesta de Torres, seguida por la propuesta de Nielsen y al final la propuesta de Krug.

Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 11.** Resultados de las simulaciones.

(Para más detalles del procedimiento de este resultado revisar el *Anexo D inciso 1.a)* 3.).

#### 4.1.2. Diferencias entre propuestas

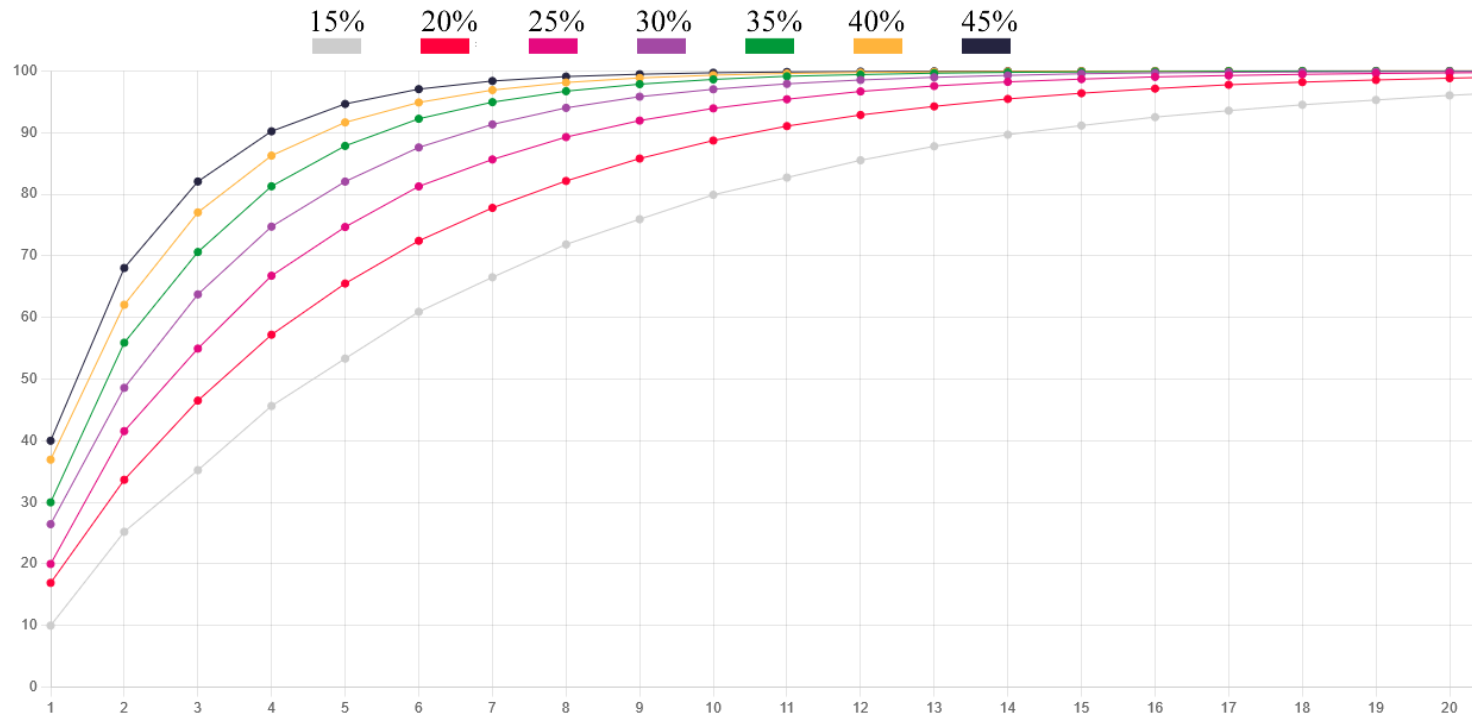
**Tabla 21.** Resumen de diferencias entre propuestas en cantidades y porcentajes.

Errores Objetivo	Cantidad de errores			Porcentaje			Nielsen - Krug	Torres -Nielsen	Torres - Krug			
	Krug	Torres	Nielsen	Krug	Torres	Nielsen	%	C. errores	%	C. errores	%	C. errores
660	291.0885	574.5	493.4141	0.44	0.87	0.75	0.31	202.3256	0.12	81.0859	0.43	283.4115
760	303.013	629.8255	524.57	0.4	0.83	0.69	0.29	221.557	0.14	105.2555	0.43	326.8125
860	295.4427	658.1406	552.6563	0.34	0.77	0.64	0.3	257.2136	0.13	105.4843	0.43	362.6979
960	308.1094	704.3776	569.1354	0.32	0.73	0.59	0.27	261.026	0.14	135.2422	0.41	396.2682
1060	302.3333	722.7422	582.5521	0.29	0.68	0.55	0.26	280.2188	0.13	140.1901	0.39	420.4089
1560	305.7552	819.4427	624.0807	0.2	0.53	0.4	0.20	318.3255	0.13	195.362	0.33	513.6875
2060	298.3255	839.651	634.487	0.14	0.41	0.31	0.17	336.1615	0.1	205.164	0.27	541.3255
2560	296.2318	870.9661	697.5208	0.12	0.34	0.27	0.15	401.289	0.07	173.4453	0.22	574.7343
3060	311.4505	930.625	630.9427	0.10	0.30	0.21	0.11	319.4922	0.09	299.6823	0.2	619.1745
6060	274.0417	860.25	731.8333	0.05	0.14	0.12	0.07	457.7916	0.02	128.4167	0.09	586.2083
8000	238.5677	779.3307	593.724	0.03	0.10	0.07	0.04	355.1563	0.03	185.6067	0.07	540.763

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 21** se observa concretamente las diferencias entre propuestas observándose en todas las simulaciones que la propuesta de Torres es la más efectiva, seguida por la propuesta de Nielsen, y al final la propuesta de Krug, se observa también que en la medida que incrementa el número de errores objetivo, disminuye también la eficacia del método, por último también se observa que la afirmación que sostenía Nielsen sobre los 5 usuarios no se está cumpliendo.

### 4.1.3. Confiabilidad del simulador



Fuente: Elaboracion Propia.

**Figura 12.** Resultados obtenidos con el simulador para eficacias entre 15% y 45 %

En la **Figura 12.** Se muestran los datos obtenidos con el simulador y son similares a los obtenidos por Lewis (1994), ver **Figura 1.** pag. 13 lo que prueba al menos el correcto comportamiento del algoritmo, para ver mas resultados obtenidos con el simulador ver el (*Anexo C inciso 1. al 11.*).

#### 4.1.3. Metodo heurístico vs Metodo de testing

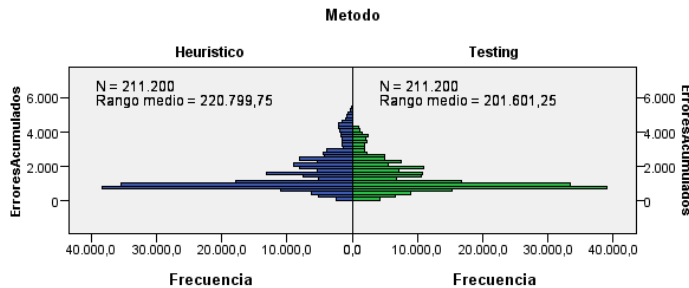
Para ver si existe diferencia significativa entre el método heurístico y el método de testing se sometido los resultados de las simulaciones a la prueba de U-Mann Whitney obteniéndose diferencias significativas entre ambos métodos.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de ErroresAcumulados es la misma entre las categorías de Metodo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Fuente: Elaboracion propia

**Figura 13.** Resumen de la prueba de Hipotesis



<b>N total</b>	422.400
<b>U de Mann-Whitney</b>	24.330.081.134,500
<b>W de Wilcoxon</b>	46.632.906.734,500
<b>Estadístico de contraste</b>	24.330.081.134,500
<b>Error estándar</b>	39.623.136,118
<b>Estadístico de contraste estandarizado</b>	51,166
<b>Sig. asintótica (prueba bilateral)</b>	,000

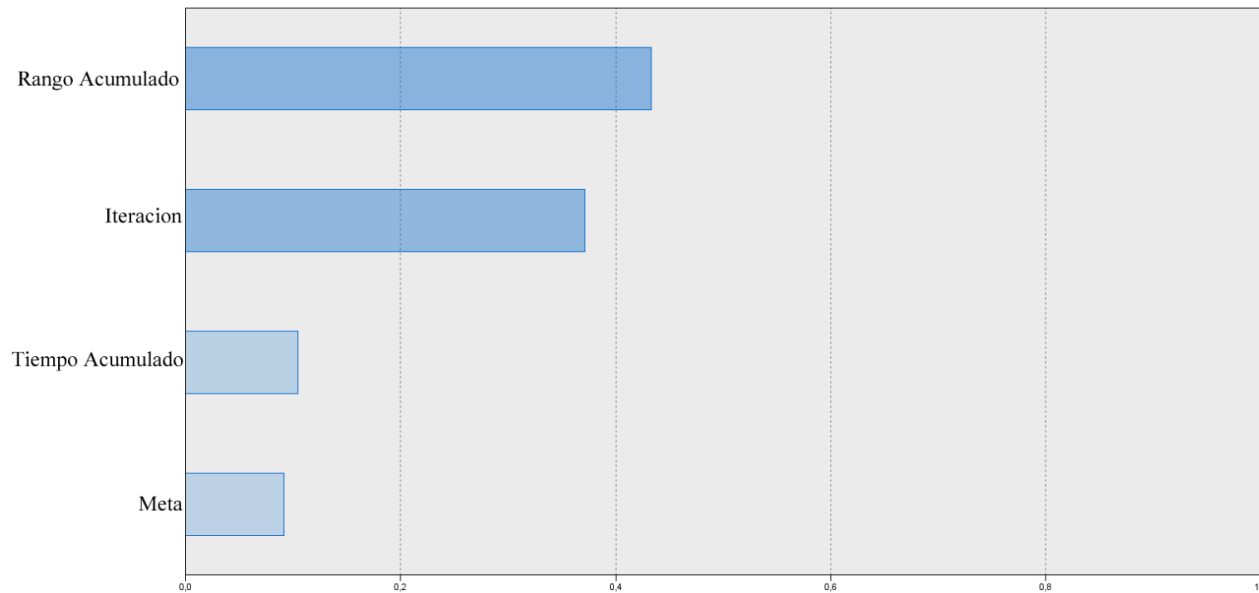
Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 14.** Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes

Vemos que existe diferencia significativa entre los errores encontrados con el método Heurístico y el método de Teting; siendo el método Heurístico superior al método de Testing, en cantidad de errores detectados, teniendo el método heurístico un rango medio de errores detectados de 220.799,75 frente a los 201.601,21 del método de testing, detalles en (*Anexo D inciso 6.*)

#### 4.1.4. Factores relevantes

Después del análisis de correlaciones (ver *Anexo D inciso 5.*) y el posterior análisis de regresión y las pruebas de colinealidad (ver *Anexo D inciso 7.*) se determinó que el modelo de predicción de errores se explica mejor por cuatro factores: (Rango, Iteración, Tiempo, Meta)



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 15.** Predictores de más importancia

Dado que el tiempo influye sobre el rango, y el rango es el factor que más influye en la detección de errores de usabilidad, debemos por tanto concentrar nuestros esfuerzos en aprovechar mejor el tiempo dado que es el único factor que podremos manipular aparte de las iteraciones.

#### 4.1.5. Modelo de prediccion

Se obtuvo varios modelos regresión muy buenos, pero se selecciono solo uno por ser el que mejor explica la detección de errores Regresion con cuatro variables (Meta, Iteracion, Tiempo, Rango) y a ese modelo se le aplico regresión lineal automática para tener una mayor precisión. Sesultado ser los siguientes:

**Tabla 22.** Datos del modelo predictor

Modelo	Coeficientes no estandarizados		t	Sig.
	B	Desv. Error		
1 (Constante)	266,903	1,210	220,581	,000
TiempoAcumulado	,173	,000	430,671	,000
RangoAcumulado	-301,812	,350	-861,703	,000
Iteracion	45,393	,057	789,770	,000
Meta	,120	,000	423,585	,000

Fuente: Elaboracion propia

$$EA = 266.903 + 0.173 * T - 301.812 * R + 45.393 * I + 0.12 * M$$

Término del modelo	Coefficiente ►	Sig.	Importancia
Interceptación	290,553	,000	
RangoAcumulado_transformed	-315,374	,000	0,433
Iteracion_transformed	46,474	,000	0,371
TiempoAcumulado_transformed	0,171	,000	0,104
Meta_transformed	0,114	,000	0,092

**Figura 16.** Resumen del modelo de regresion

$$EA = 290.553 + 0.171 * T - 315.374 * R + 46.474 * I + 0.114 * M$$

Considero a pesar de haber encontrado dos modelos de regresión que predicen el numero de errores acumulados en función de 4 variables, considero que aun esta bastante alejado de los valores obtenidos con el simulador, en ese sentido considero al simulador mas preciso que los modelos de regresión aquí presentados, esta situación probablemente se deba a la misma naturaleza de la distribución no paramétrica que presenta la distribución de errores acumulados.

#### 4.1.6. Prueba de hipótesis

##### 4.1.6.1. Hipótesis general

**H<sub>0</sub>:** La propuesta de evaluación heurística de Nielsen es el más eficaz en la detección de errores de usabilidad en el portal web de la FIIS –UNAS, con relación a las propuestas de evaluación de testing de Krug y Torres Burriel.

∴ En base a los resultados estadísticos obtenidos con la prueba de Kruskal Wallis la propuesta de Torres es la mas eficaz en la detección de errores de usabilidad por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

##### 4.1.6.2. Hipótesis específicas

**H<sub>1o</sub>:** Existe diferencia significativa entre el volumen de errores de usabilidad encontrados con la propuesta de evaluación heurística de Nielsen y la propuesta de evaluación de testing de Krug, Para el caso: Portal web de la FIIS-UNAS.

∴ En base al resultado obtenido con la prueba de Kruskal Wallis se determino que existe diferencia significativa entre la propuesta de Nielsen y la propuesta de Krug, por tanto se acepta la primera hipótesis nula específica.

**H<sub>2o</sub>:** Existe diferencia significativa entre el volumen de errores de usabilidad encontrados con la propuesta de evaluación heurística de Nielsen y la propuesta de evaluación de testing de Torres, Para el caso: Portal web de la FIIS-UNAS.

∴ En base al resultado obtenido con la prueba de Kruskal Wallis se determino que existe diferencia significativa entre la propuesta de Nielsen y la propuesta de Torres, por tanto se acepta la segunda hipótesis nula específica.

**H<sub>3o</sub>:** Existe diferencia significativa entre el volumen de errores de usabilidad encontrados con la propuesta de evaluación de testing de Torres y la propuesta de evaluación de testing de Krug, Para el caso: Portal web de la FIIS-UNAS.

∴ En base al resultado obtenido con la prueba de Kruskal Wallis se determino que existe diferencia significativa entre la propuestas de Torres y la propuesta de Krug, por tanto se acepta la tercera hipótesis nula específica.

**H<sub>4o</sub>:** El simulador genera datos confiables para las pruebas de detección de errores de usabilidad sobre las propuestas de Krug, Nielsen y Torres aplicados para el caso: Portal web de la FIIS-UNAS.

∴ En base a los resultados obtenidos en las simulaciones y cuyos resultados son similares a los obtenidos por Lewis (1994), no es pertinente afirmar la existencia de datos 100% confiables por que aun falta recoger más evidencia para poder garantizar la confiabilidad del simulador, por tanto se rechaza la cuarta hipótesis nula específica.

## 4.2. Discusiones

### 4.2.1. Prueba con expertos y usuarios

Conuerdo con (Payalich, 2019; Tan, 2009; Hasan, 2012) en que los expertos son los que identifican mayor cantidad de errores de usabilidad tal como se muestra en los resultados de las pruebas pilotos, y en la prueba de U-Mann Whitney (ver *Anexo D iniso 6.*) , más sin embargo este estudio carece de identificación de la relevancia o gravedad del problema encontrado, en ese sentido no puedo afirmar que los errores encontrados por los usuarios en esta investigación sean o no más o menos relevantes que los que encontraron los expertos.

### 4.2.2. Factores que influyen en la detección de errores de usabilidad

Difiero de las posturas de Krug, Nielsen y Torres respecto de cómo se debe asumir una prueba de usabilidad los autores mencionados consideran las iteraciones como una forma de llevar a cabo las pruebas por que evidentemente es un factor que influye en el número de errores detectados por que influye directamente el tiempo empleado asi como en el rango de eficiencia, más sin embargo en el presente estudio se determinó que el factor clave para identificar errores de usabilidad, es el tiempo invertido en cada prueba debido a que el tiempo es realmente el único factor que podemos manipular y tiene una influencia directa sobre el rango siendo el rango obtenido el factor que mas influye en la detección de errores como se muestra en la ( *Fuente:* Elaboracion propia.

**Figura 15.** Pag. 52) Por tanto debemos orientar las pruebas de usabilidad teniendo en cuenta el tiempo y que cuanto más tiempo empleemos sea cual fuese el método que usemos mejores resultados obtendremos.

### 4.2.3. ¿Cinco usuarios son suficientes?

Lewis (1982) de IBM propuso un modelo de predicción de errores de usabilidad basado en la fórmula de la probabilidad binomial (ver *Figura 1.* Pág.13); modelo en la que Nielsen se apoyaba para afirmar que cinco usuarios con 31% de eficacia encontrarían el 85% de los problemas, como se resume en la *Tabla 21.* Pág. 49 la afirmación de Nielsen de que bastan cinco pruebas para encontrar el 85% de los problemas de usabilidad no se estaría cumpliendo, igual sucedió con Spool y Schroeder (2001) que con cinco usuarios solo encontraron 31% de los problemas de usabilidad, algo similar ocurrió en el experimento de Molich (2004) a media que incrementaba las pruebas seguían apareciendo errores nuevos, por

tanto como vemos en la simulación de este estudio ver (*Anexo C.*) a medida que se incrementa el número de problemas, el rango de efectividad disminuye y es en este punto que Nielsen no tuvo en cuenta (dado que la efectividad no es un valor constante) además es imposible saber el número de errores que tiene una aplicación y que tan grande pudiera llegar a ser la cantidad de problemas, y tampoco podemos garantizar que los evaluadores tendrán una efectividad constante al 31% o superior dado que como vimos cuanto más problemas tenga una aplicación menor será la efectividad del evaluador, y por tanto es que no podemos afirmar que basten cinco usuarios para encontrar el 85% de los problemas de usabilidad; más recientemente Nielsen y Norman en su página web (<https://www.nngroup.com/>) también rectificaron esta afirmación. Con esto no quiero decir que el modelo matemático de Lewis este mal, por el contrario producto de la simulación se obtuvo resultados similares como podemos ver en (*Figura 2*, Pág. 13) por tanto podríamos afirmar en base a ese modelo, el porcentaje de errores que pudiésemos encontrar sería posible siempre y cuando pudiésemos o bien conocer el número total de problemas de usabilidad o la eficiencia del evaluador; de otra forma simplemente es imposible hacer cualquier afirmación en cuanto al porcentaje de errores que pudieran encontrarse.

#### **4.2.4. ¿Existe realmente un método mejor que otro?**

En base a los resultados obtenidos en esta tesis, Concuero con (Jeffries et al., 1991; Tan et al., 2009; Hasan et al., 2012; Solano y Collazos, 2014) en que efectivamente el método heurístico es el que más errores de usabilidad encuentra, lamentablemente este estudio no contemplo la medición de la gravedad del error encontrado, lo que hubiese sido útil para contrastarlo con estudios (Tan, 2009; Hasan et al., 2012) que sostienen que las pruebas de testing suelen encontrar errores más críticos que las pruebas heurísticas en ese sentido y respecto de la pregunta concretamente considero que no existe un método mejor que otro, sino que depende de diversas circunstancias, como se vio en la presente investigación una misma propuesta puede no ser conveniente dependiendo de si contamos con el presupuesto o las instalaciones, por lo que extendiendo que la elección del método que usemos dependerá del presupuesto, la cantidad de errores objetivo que se desea encontrar, del tipo de errores que deseemos corregir (graves o leves), de los recursos humanos que se disponga, de la infraestructura, en ese sentido es finalmente el contexto en el que nos encontremos el que determinara que método es el que más nos conviene utilizar.

## V. CONCLUSIONES

- En esta tesis se concluye que, la propuesta de evaluación de testing de Torres es la más eficaz en la detección de errores de usabilidad, con respecto a las propuestas de evaluación heurística de Nielsen y la propuesta de evaluación de testing de Krug, aplicados en el portal web de la FIIS-UNAS, 2020.
- En esta tesis se concluye que, existen diferencias significativas en la cantidad de errores de usabilidad detectados con la propuesta de evaluación heurística de Nielsen y la propuesta de evaluación de testing de Krug. Caso: Portal web de la FIIS-UNAS, 2020.
- En esta tesis se concluye que, existen diferencias significativas en la cantidad de errores de usabilidad detectados con la propuesta de evaluación heurística de Nielsen y la propuesta de evaluación de testing de Torres. Caso: Portal web de la FIIS-UNAS, 2020.
- En esta tesis se concluye que, existe diferencia significativa entre el volumen de errores de usabilidad encontrados con la propuesta de evaluación de testing de Torres y la propuesta de evaluación de testing de Krug. Caso: Portal web de la FIIS-UNAS, 2020. Aunque en este caso era muy probable que la propuesta de Torres resultaría superior debido a que la propuesta de Torres involucra más tiempo, en ese sentido conviene más analizarlo desde el punto de vista económico donde podemos concluir también que si no contamos con el equipamiento y la infraestructura la propuesta de Torres resulta ser más económica en ese sentido la más ventajosa también dado que el costo de detección de un error es de S/. 33.07 frente a los S/. 79.64 que costaría emplear la propuesta de Krug.  
En el otro caso, donde se cuente con la infraestructura y el equipamiento la propuesta de Krug resulta más ventajosa frente a la propuesta de Torres, pero solo en el aspecto económico dado que la propuesta de Torres es más eficaz, en ese caso convendría analizar el presupuesto versus la cantidad de errores que se pretende detectar.
- En esta tesis se concluye que, los datos generados por el simulador no pueden aun ser calificados como confiables o no confiables a pesar de la similitud con el modelo de Lewis, esto debido a la falta de evidencia que confirme que efectivamente los datos generados por el presente simulador sean congruentes con otros hallazgos, por tanto, que hay que tener

cuidado con su aplicación y aun hay estudios por hacer que hagan mas robusto al algoritmo del simulador.

- En esta tesis se concluye que, el tiempo, es el factor clave a tener en cuenta para las pruebas de usabilidad, dado que es aparte de las iteraciones el único factor que podemos controlar y que del que depende el rango de eficacia, que es el factor que finalmente más contribuye en la detección de errores de usabilidad.
- En esta tesis se concluye que, si no se cuenta con la infraestructura y el equipamiento para realizar una prueba de usabilidad es más conveniente contratar los servicios de un experto, en el caso de contar con equipamiento y presupuesto es más conveniente usar la propuesta de Torres ya que en todos los casos para este estudio la diferencia más cercana que tuvieron las propuestas de Torres y Krug fue de 283.4115 errores además de que la propuesta de Torres en este caso resulta la mas barata error por error.

## **VI. PROPUESTAS A FUTURO**

Dado que en esta investigación el algoritmo de simulación, no incluyo por ejemplo factor tiempo, el factor tipo de aplicación, edad, sexo, experiencia, entre otros no pudieron ser simulados por falta de datos y para hacer más sofisticado al simulador e incluir estos factores que repercuten sobre la detección de errores de usabilidad se sugiere:

- Ampliar trabajos semejantes a las pruebas piloto, donde se prueben toda clase de métodos de evaluación, con diferentes cantidades de usuarios, con diferentes cantidades de expertos, no solo para poder corroborar los rangos de las pruebas de usabilidad basadas en testing y heurísticas usadas en esta simulación, sino porque puede servirles a futuros investigadores contar con estos datos.
- Es necesario extender las pruebas de usabilidad a otro tipo de aplicaciones para verificar semejanzas y diferencias entre los rangos de eficiencia de los usuarios dependiendo de la aplicación que estén evaluando y por otro tipo de aplicaciones me refiero a sitios web empresariales, sitios web informativos, sitios web de entretenimiento, aplicaciones de escritorio entre otros.
- Dado que se identifico al tiempo de la prueba como el factor clave para la detección del tiempo, debemos orientar esfuerzos en determinar cual el tiempo optimo para cada tipo de prueba de usabilidad orientado a aprovechar al máximo el tiempo de duración que podríamos emplear sin estresar o cansar al usuario o experto.
- Se necesitan más estudios sobre la relación del tiempo (duración de las pruebas) con la eficacia de errores detectados.
- Dado que hoy en día es imposible saber la cantidad de errores que tiene una aplicación seria bueno hacer estudios que al menos nos permitan tener una aproximación de la cantidad de errores que podría tener la aplicación evaluada.

## VII. REFERENCIAS

- Altman, D.G. (1991). *Practical statistics for medical research*. London: Chapman and Hall.
- Behar-Rivero, D. S. (2008). *Metodología de la investigación*. Editorial Shalom.
- Bernal-Torres, C.A. (2010). *Metodología de la Investigación*. (3ª ed.). Colombia: Pearson Educación.
- Brinck, T., Gergle, D., & Wood, S.D. (2001). *Usability for the web: designing websites that work*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Cova, W.J.D. (2016). *Sistemas, modelos, simulación y un toque de epistemología*. Argentina: edUTecNe.  
[http://www.edutecne.utn.edu.ar/monografias/sistemas\\_modelos\\_simulaci%F3n.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/monografias/sistemas_modelos_simulaci%F3n.pdf)
- Desurvire, H., Kondziela, J., & Atwood, M. (1992a). *What is gained and lost when using methods other than empirical testing*. In: *Posters and short talks of the 1992 SIGCHI conference on human factors in computing systems*, 3–7 mayo, Monterey, California, USA. New York, NY, USA: ACM (Association for Computing Machinery), 125–126.
- Desurvire, H.W., Kondziela, J.M., & Atwood, M.E. (1992b.) *What is gained and lost when using evaluation methods other than empirical testing*. In: A. Monk, D. Diaper, & M.D. Harrison, eds. *People and computers VII*. Cambridge: Cambridge University Press, 89–102.
- Doubleday, A., Ryan, M., Springett, M., & Sutcliffe, A. (1997). *A comparison of usability techniques for evaluating design*. In: *Proceedings of the 2nd conference on designing interactive systems*, 18–20 agosto, Amsterdam, The Netherlands. New York, USA: ACM Press, 101–110.
- Espinoza-Sánchez, L.E. (2016). *Adaptación al ámbito académico y mejoras a la usabilidad de un sistema de evaluación financiera para proyectos mineros*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7095>.
- Fernández-Casado, P.E. (2018). *Usabilidad Web Teoría y Uso*. (1.ª ed.). Mexico: Ra-Ma.
- Fernández-Casal, R., & Cao, R. (2022). *Simulación Estadística*  
<https://rubenfcasal.github.io/simbook/Simulacion.pdf>

- Fernandez-Martinez, A., Abrahão-Gonzales, S., & Insfran-Pelozo, E. (2009). *WUEP: un proceso de evaluación de usabilidad web integrado en el desarrollo de software dirigido por modelos*. Universidad Politecnica de Valencia.
- Fritzson, P. (2015) *Introducción al modelado y simulación de sistemas técnicos y físicos con Modelica* Colombia: Wiley.
- Fu, L., Salvendy, G., & Turley, L. (2002). *Effectiveness of user testing and heuristic evaluation as a function of performance classification*. Behaviour & Information Technology, 21 (2), 137–143.
- García-Dunna, E., García-Reyes, & H., Cárdenas-Barrón, L.E. (2.a ed.). (2013). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. México: Pearson.
- Hasan, L., Morris, A., & Proberts, S. (2012). *A comparison of usability evaluation methods for evaluating e-commerce websites*. Behaviour and Information Technology 31(7): 707–37.
- Hassan-Montero, Y., Martín-Fernández, F. J. (2003). Método de test con usuarios. *No Solo Usabilidad*, nº 2 [www.nosolousabilidad.com/articulos/test\\_usuarios.htm](http://www.nosolousabilidad.com/articulos/test_usuarios.htm)
- Hernández-Sampieri, R. Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2006). (4.<sup>a</sup> ed.). *Metodología de la Investigación*, McGraw-Hill /Interamericana Editores, SA de C.V. C.P aU76, Mexico, D. F.
- Hernández-Sampieri, R. Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). (6.<sup>a</sup> ed.). *Metodología de la Investigación*, McGraw-Hill /Interamericana Editores, SA de C.V. C.P. 01376, México D.F.
- Jeffries, R.J., Miller, J.R., Wharton, C., & Uyeda, K.M. (1991). *User interface evaluation in the real world: a comparison of four techniques*. Proceedings ACM CHI'91 Conference, New Orleans, LA, 29 de abril – 2 de mayo, 1991, (pp. 119–124). Latorella, K.A, Prabhu, P.V, 2000. A review of human.
- Jiménez, C., Rusu, C., Roncagliolo, S., Inostroza, R., & Rusu, V. (2012). *A methodology to establish usability heuristics*. Proceedings - International Conference of the Chilean Computer Science Society, SCCC (enero). (pp. 51–59).
- Krug, S. (2014). *No me hagas pensar*. (2.a ed.). Madrid: Anaya.
- Kotler, P., & Keller, K. (2012). *Marketing management*. (14.a ed.). Mexico: Prentice Hall.

- Law, L., & Hvannberg, E. (2002). *Complementarity and convergence of heuristic evaluation and usability test: a case study of Universal Brokerage Platform*. ACM international conference proceeding series, 3, proceedings of the second Nordic conference on human-computer interaction, 19–23 octubre, Aarhus, Denmark. New York, NY, USA: ACM Press, (pp.71–80).
- Lewis, J. (1982). *Testing Small System Customer Setup* Proceedings of the Human Factors Society 26th Annual Meeting (pp. 718-720).
- Lewis, J. (1994). *Sample Sizes for Usability Studies: Additional Considerations* Human Factors 36(2) (pp. 368-378).
- Liljegren, E., & Osvalder, A.L., (2004). *Cognitive engineering methods as usability evaluation tools for medical equipment*. International Journal of Industrial Ergonomics 34 (1), (pp. 49–62).
- Liljegren, E. (2006). *Usability in a medical technology context assessment of methods for usability evaluation of medical equipment*. International Journal of Industrial Ergonomics 36 (4), (pp. 345–352).
- Lindgaard, G. (2006). *Notions of thoroughness, efficiency, and validity: are they valid in HCI practice?* International Journal of Industrial Ergonomics 36 (12), (pp. 1069– 1074).
- Lozada, J. (2014). *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria*. CienciAmérica, 3(1), (pp. 47-50). 24 abril. 2022 <http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/30>.
- Molich, R., Meghan R., Ede, M., Kaasgaard, K. & Karyukin, B. (2004). *Comparative Usability Evaluation*. Behaviour & Information Technology 23(1): (pp. 65–74). <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0144929032000173951>.
- Monferrer-Tirado, D. (1.<sup>a</sup> ed.) (2013). *Fundamentos de marketing* doi:<http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia74>  
<http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/49394/s74.pdf>
- Nielsen, J. (1992). *Finding usability problems through heuristic evaluation*. Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems, 3–7 May, Monterey, California, USA. New York, NY, USA: ACM (Association for Computing Machinery). (pp. 373–380).

- Nielsen, J., & Landauer T.K. (1993). *A mathematical model of the finding of usability problems*. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, abril 24-29. (pp. 206-213).
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. (1.<sup>a</sup> ed.). San Francisco CA: Morgan Kaufmann.
- Nielsen, J., & Mack, R.L., (1994). *Usability inspection methods*. Wiley, New York.
- Nielsen, J., (2006). *Quantitative studies: how many users to test?* Nielsen Norman Group. 20 de abril 2022. <https://www.nngroup.com/articles/quantitative-studies-how-many-users/>.
- Norman, D. A. (1988). *La Psicología de Los Objetos Cotidianos*. (Ed. Cast.). Madrid: Nerea.
- Organización Internacional de Normalización. (1998) Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD). Parte 11: Guía sobre utilizabilidad. (Norma ISO No. 9241-11:1998). <https://www.iso.org/standard/16883.html>
- Organización Internacional de Normalización. (2014) *System and Software Quality Requirements and Evaluation*. (Norma ISO No. 25010:2014). <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>.
- Payalich-Quispe, C.P. (2019). *Evaluación de usabilidad de dos aplicaciones de realidad aumentada*. [Tesis de bachiller]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Paz, F., & Pow-sang, J.A. (2016). *A systematic mapping review of usability evaluation methods for software development process*. 10(1). (pp. 78-165).
- Real Academia Española. (s.f.). Eficiencia. En *Diccionario de la lengua española*. 20 de abril de 2021. <https://dle.rae.es/eficiencia?m=form>.
- Real Academia Española. (s.f.). Eficaz. En *Diccionario de la lengua española*. 20 de abril de 2021. <https://dle.rae.es/eficaz?m=form>.
- Real Academia Española. (s.f.). Eficacia. En *Diccionario de la lengua española*. 20 de abril de 2021. <https://dle.rae.es/eficacia?m=form>.
- Real Academia Española. (s.f.). Eficacia. En *Diccionario de la lengua española*. 20 de abril de 2021. <https://dle.rae.es/simulación?m=form>.
- Real Academia Española. (s.f.). Eficacia. En *Diccionario de la lengua española*. 20 de abril de 2021. <https://dle.rae.es/simular?m=form>.
- Rubin, J. (1994). *Handbook of usability testing: how to plan, design, and conduct effective tests*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc.

- Solano, A., & Collazos C.A. (2014). *Estudio de Métodos de Evaluación de Usabilidad Colaborativos En El Área Web Transaccional Study of Collaborative Usability Evaluation Methods in Transactional Web Area*. 20 de abril 2022. [https://www.researchgate.net/publication/265785904\\_Estudio\\_de\\_metodos\\_de\\_evaluacion\\_de\\_usabilidad\\_colaborativos\\_en\\_el\\_area\\_web\\_transaccional](https://www.researchgate.net/publication/265785904_Estudio_de_metodos_de_evaluacion_de_usabilidad_colaborativos_en_el_area_web_transaccional).
- Spool, J., & Schroeder, W. (2001). *Testing web sites: Five users is nowhere near enough*. Conference on Human Factors in Computing Systems: CHI 2001, 31 de marzo – 5 de abril de 2001 (extended abstracts) (Seattle: ACM Press), (pp. 285 – 286).
- Stone, D., Jarret, C., Woodroffe, M., & Minocha, S. (2005). *User interface design and evaluation*. California: The Open University, Morgan Kaufmann.
- Tan, W., Liu, D., & Bishu, R. (2009). *Web evaluation: heuristic evaluation vs. user testing*. International Journal of Industrial Ergonomics 39(4). (pp. 621–27). <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2008.02.012>.
- Torres-Burriel, D. (2018). *Usabilidad Deja de Sufrir*. (1.<sup>a</sup> ed.). Madrid: Anaya.
- Walji, M.F., Kalenderian, E., Piotrowski, M., Tran, D., Kookal, K.K., Tokede, O., White, J.M., Vaderhobli, R., Ramoni, R., Stark, P.C., Kimmes, N.S., Lagerweij, M., & Patel, V.L. (2014). *Are Three Methods Better than One? A Comparative Assessment of Usability Evaluation Methods in an EHR*. International Journal of Medical Informatics 83(5). (pp. 361–67). <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2014.01.010>.
- Woolrych, A. Cockton, G. (2002). *Testing a conjecture based on the DR-AR model of usability inspection method effectiveness*. Proceeding of HCI 2002 Conference, 2. British Computer Society, Londres.

## **ANEXOS**

## Anexo A. Analisis de coherencia

Tabla 23. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	TECNICAS E INSTRUMENTOS	METODOLOGIA	
<p><b>PROBLEMA CENTRAL</b> Desconocimiento de la eficacia en la detección de errores de Usabilidad de las propuestas de Krug, Torres y Nielsen, caso portal web FIIS-UNAS, en 2020</p> <p><b>FORMULACION DEL PROBLEMA</b> ¿Cuál es la propuesta más eficaz en la detección de errores de usabilidad, entre el método heurístico de Nielsen, el método de testing de Krug y el método de testing de Torres aplicados en el portal web de la FIIS-UNAS?</p>	<p><b>GENERAL</b> Determinar cuál es la propuesta más eficaz en la detección de errores de usabilidad, entre la propuesta de evaluación heurística de Nielsen, la propuesta de evaluación de testing de Krug y la propuesta de testing de Torres aplicados en el portal web de la FIIS-UNAS.</p>	<p><b>GENERAL</b> Hi:  La propuesta de evaluación heurística de Nielsen es el más eficaz en la detección de errores de usabilidad en el portal web de la FIIS –UNAS, con relación a las propuestas de evaluación de testing de Krug y Torres Burriel.  Ho:  La propuesta de evaluación heurística de Nielsen no es la más eficaz en la detección de errores de usabilidad en el portal web de la FIIS –UNAS, con relación a las propuestas de evaluación de testing establecidos por Krug y Torres Burriel.</p>	<p><b>INDEPENDIENTE</b></p> <p><b>X:</b> <b>PROPUESTAS DE DETECCIÓN DE ERRORES DE USABILIDAD.</b></p>	<p>X<sub>1</sub>: PROPUESTA DE EVALUACION HEURISTICA DE JAKOB NIELSEN</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipo de evaluadores: “Expertos”.</li> <li>2. Tiempo de duración: “150 minutos”.</li> <li>3. Numero de Expertos por evaluación: “1”.</li> <li>4. Total, de evaluaciones: “5”.</li> <li>5. Rango de efectividad en la detección de errores: “ENTRE: 62/EO% y 261/EO%”.</li> <li>6. EO: errores objetivo (660,760,860...8000)</li> </ol>	<p>INSPECCION: -Objetivos del portal. -Ficha de registro de errores.</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACION:</b> Aplicada.</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.</b> Experimental</p> <p><b>ENFOQUE</b> Cuantitativo</p> <p><b>NIVEL</b> Correlacional</p> <p><b>METODO</b> Hipotético deductivo</p> <p><b>LUGAR EXPERIMENTAL</b> Página web de la FIIS</p> <p><b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b> Las propuestas de Nielsen, Krug y Torres.</p> <p><b>POBLACION</b> Infinita</p> <p><b>MUESTRA</b> 384 mediciones</p>	
				<p>X<sub>2</sub>: PROPUESTA DE EVALUACION DE TESTING DE STEVE KRUG</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipo de evaluadores: “Usuarios”.</li> <li>2. Tiempo de duración: “60 minutos”.</li> <li>3. Numero de Expertos por evaluación: “1”.</li> <li>4. Total, de evaluaciones: “3”.</li> <li>5. Rango de efectividad en la detección de errores: “ENTRE: 101/EO% y 140/EO%”.</li> </ol> <p>EO: errores objetivo (660,760,860...8000)</p>			<p>ENTREVISTA ESTRUCTURADA: -Lista de cotejo -Cuestionario -Microsoft Teams -Filmora</p>
				<p>X<sub>3</sub>: PROPUESTA DE EVALUACION DE TESTING DE TORRES BURRIEL</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipo de evaluadores: “Usuarios”.</li> <li>2. Tiempo de duración: “60 minutos”.</li> <li>3. Numero de Expertos por evaluación: “1”.</li> <li>4. Total, de evaluaciones: “10”.</li> <li>5. Rango de efectividad en la detección de errores “ENTRE: 101/EO% y 140/EO%”.</li> </ol>			

					EO: errores objetivo (660,760,860...8000)		
<p><b>PREGUNTAS ESPECIFICAS</b> ¿Existirá diferencia significativa entre la propuesta de evaluación heurística de Nielsen y la propuesta de evaluación de testing de Krug? Caso: ¿Portal web de la FIIS-UNAS?</p>	<p><b>ESPECÍFICOS</b> Determinar si existe diferencia significativa entre el volumen de errores de usabilidad encontrados con la propuesta de evaluación heurística de Nielsen y la propuesta de evaluación de testing de Krug. Caso: Portal web de la FIIS-UNAS.</p>	<p><b>ESPECÍFICOS</b> H1<sub>i</sub>: Existe diferencia significativa entre el volumen de errores de usabilidad encontrados con la propuesta de evaluación heurística de Nielsen y la propuesta de evaluación de testing de Krug, Para el caso: Portal web de la FIIS-UNAS.  H1<sub>0</sub>: No existe diferencia significativa entre el volumen de errores de usabilidad encontrados con la propuesta de evaluación heurística de Nielsen y la propuesta de evaluación de testing de Krug, Para el caso: Portal web de la FIIS-UNAS.</p>	<p><b>DEPENDIENTE</b>  <b>Y: EFICACIA EN LA DETECCION DE ERRORES DE USABILIDAD.</b></p>	<p>Y<sub>1</sub>: VOLUMEN DE ERRORES DE USABILIDAD</p>	<p>1. Total, de errores.  Indicador: Suma de todos los errores de usabilidad encontrados.</p>		
<p>¿Existirá diferencia significativa entre la propuesta de evaluación heurística de Nielsen y la propuesta de evaluación de testing de Torres? Caso: ¿Portal web de la FIIS-UNAS?</p>	<p>Determinar si existe diferencia significativa entre el volumen de errores de usabilidad encontrados con la propuesta de evaluación heurística de Nielsen y la propuesta de evaluación de testing de Torres. Caso: Portal web de la FIIS-UNAS.</p>	<p>H2<sub>i</sub>: Existe diferencia significativa entre el volumen de errores de usabilidad encontrados con la propuesta de evaluación heurística de Nielsen y la propuesta de evaluación de testing de Torres, Para el caso: Portal web de la FIIS-UNAS.  H2<sub>0</sub>: No existe diferencia significativa entre el volumen de errores de usabilidad encontrados</p>					

		con la propuesta heurística de Nielsen y la propuesta de evaluación de testing de Torres, Para el caso: Portal web de la FIIS-UNAS.				
¿Existirá diferencia significativa entre la propuesta de evaluación de testing de Torres y la propuesta de evaluación de testing de Krug? Caso: ¿Portal web de la FIIS-UNAS?	Determinar si existe diferencia significativa entre el volumen de errores de usabilidad encontrados con la propuesta de evaluación de testing de Torres y la propuesta de evaluación de testing de Krug. Caso: Portal web de la FIIS-UNAS.	H3 <sub>1</sub> : Existe diferencia significativa entre el volumen de errores de usabilidad encontrados con la propuesta de evaluación de testing de Torres y la propuesta de evaluación de testing de Krug, Para el caso: Portal web de la FIIS-UNAS.  H3 <sub>0</sub> : No existe diferencia significativa entre el volumen de errores de usabilidad encontrados con la propuesta de evaluación de testing de Torres y la propuesta de evaluación de testing de Krug, Para el caso: Portal web de la FIIS-UNAS.				
¿Es posible componer un simulador que genere datos confiables en las pruebas de detección de errores de usabilidad sobre las propuestas de Krug, Nielsen y Torres aplicados para el caso: ¿Portal web de la FIIS-UNAS?  <b>TITULO</b>  DETERMINACION DE LA EFICACIA EN LA DETECCIÓN DE ERRORES DE USABILIDAD DE LAS PROPUESTAS DE KRUG, TORRES BURRIEL Y NIELSEN.	Componer un simulador que genere datos confiables en las pruebas de detección de errores de usabilidad sobre las propuestas de Krug, Nielsen y Torres aplicados para el caso: Portal web de la FIIS-UNAS.	H4 <sub>1</sub> : El simulador genera datos confiables para las pruebas de detección de errores de usabilidad sobre las propuestas de Krug, Nielsen y Torres aplicados para el caso: Portal web de la FIIS-UNAS.  H4 <sub>0</sub> : El simulador no genera datos confiables para las pruebas de detección de errores de usabilidad sobre las propuestas de Krug, Nielsen y Torres aplicados para el caso: Portal web de la FIIS-UNAS.				

CASO: PORTAL WEB FHS UNAS, 2020							
------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

## Anexo B. Pilotos

### 1. Pruebas piloto con expertos

**Tabla 24.** Numero de errores detectados por ubicación.

UBICACIÓN	EXPERTO 1	EXPERTO 2
Página principal	19	53
Historia	1	10
Presentación	1	10
Autoridades	1	14
Misión y visión	4	8
Valores	1	17
Organigrama	1	9
Documentos normativos	1	12
Ciencias exactas	3	16
Ciencias en informática y sistemas	3	16
Dirección	3	11
Escuela profesional	3	10
Laboratorios	3	12
Posgrado	4	9
Investigación	1	9
Estadísticas	2	8
Noticias	5	13
Enviar mensaje	4	12
Como llegar	0	5
Plan de estudios	1	3
Malla curricular	1	4
<b>TOTAL</b>	<b>62</b>	<b>261</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 25.** Numero de errores detectados por sección.

SECCIÓN	EXPERTO 1	EXPERTO 2
Cabecera	31	156
Contenido	30	76
Footer	1	29
<b>TOTAL</b>	<b>62</b>	<b>261</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 26.** Numero de errores detectados por heurística.

HEURÍSTICA	EXPERTO 1	EXPERTO 2
Visibilidad del estado del sistema	21	65
Relación con la realidad	25	28
Control y libertad	3	39
Consistencia y estándares	2	64
Prevención de errores	3	23
Reconocimiento	5	6
Flexibilidad	1	15
Estética y minimalismo	2	8
Recuperación de errores	0	5
Ayuda	0	8
<b>TOTAL</b>	<b>62</b>	<b>261</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tener en cuenta que el Universo de errores es definido por el que realiza la simulación dado que es imposible conocer cuantos errores existen entonces se asume un numero de errores objetivo (EO).

Rango mínimo: RMIN

Rango Máximo: RMAX

Menor cantidad de errores encontradas por un experto: MNCE

Mayor cantidad de errores encontrados por un experto: MYCE

**Tabla 27.** Calculo de los rangos de eficiencia con expertos.

N° Errores	RMIN	RMAX
Objetivo		
EO	$RMIN = \frac{MNCE}{EO}$	$RMAX = \frac{MYCE}{EO}$
660	$RMIN_{660} = \frac{62}{660} = 0.0939$	$RMAX_{660} = \frac{261}{660} = 0.3954$
760	$RMIN_{760} = \frac{62}{760} = 0.0815$	$RMAX_{760} = \frac{261}{760} = 0.3434$
860	$RMIN_{860} = \frac{62}{860} = 0.0720$	$RMAX_{860} = \frac{261}{860} = 0.3034$
960	$RMIN_{960} = \frac{62}{960} = 0.0645$	$RMAX_{960} = \frac{261}{960} = 0.2718$
1060	$RMIN_{1060} = \frac{62}{1060} = 0.0584$	$RMAX_{1060} = \frac{261}{1060} = 0.2462$
1560	$RMIN_{1560} = \frac{62}{1560} = 0.0397$	$RMAX_{1560} = \frac{261}{1560} = 0.1673$
2060	$RMIN_{2060} = \frac{62}{2060} = 0.0300$	$RMAX_{2060} = \frac{261}{2060} = 0.1266$
2560	$RMIN_{2560} = \frac{62}{2560} = 0.0242$	$RMAX_{2560} = \frac{261}{2560} = 0.1019$
3060	$RMIN_{3060} = \frac{62}{3060} = 0.0202$	$RMAX_{3060} = \frac{261}{3060} = 0.0852$
6060	$RMIN_{6060} = \frac{62}{6060} = 0.0102$	$RMAX_{6060} = \frac{261}{6060} = 0.0430$
8000	$RMIN_{8000} = \frac{62}{8000} = 0.0077$	$RMAX_{8000} = \frac{261}{8000} = 0.0326$

Fuente: Elaboracion propia.

## 2. Pruebas piloto con usuarios

**Tabla 28.** Numero de errores detectados por ubicación.

UBICACIÓN	USUARIO	USUARIO	USUARIO	USUARIO	USUARIO
	1	2	3	4	5
Página principal	35	32	43	36	40
Historia	4	5	2	4	3
Presentación	3	8	2	6	6
Autoridades	4	4	2	4	4
Misión y visión	3	6	6	4	4
Valores	3	3	3	9	3
Organigrama	3	3	2	5	3
Documentos normativos	3	3	2	4	3
Ciencias exactas	16	9	2	8	12
Ciencias en informática y sistemas	13	6	2	8	12
Dirección	3	3	2	4	3
Escuela profesional	3	3	2	9	4
Laboratorios	3	5	2	6	5
Posgrado	3	3	2	4	3
Investigación	3	3	2	4	3
Estadísticas	3	3	2	5	3
Noticias	11	6	6	6	9
Enviar mensaje	2	3	7	9	7
Como llegar	1	1	1	1	2
Plan de estudios	0	0	1	1	2
Malla curricular	3	3	8	3	4
<b>TOTAL</b>	<b>122</b>	<b>112</b>	<b>101</b>	<b>140</b>	<b>135</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 29.** Numero de errores detectados por sección.

SECCIÓN	USUARIO	USUARIO	USUARIO	USUARIO	USUARIO
	1	2	3	4	5
cabecera	77	69	72	94	85
contenido	35	33	20	36	41
Footer	10	10	9	10	9
<b>TOTAL</b>	<b>122</b>	<b>112</b>	<b>101</b>	<b>140</b>	<b>135</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 30.** Numero de errores detectados por Heurística.

HEURISTICA	USUARIO	USUARIO	USUARIO	USUARIO	USUARIO
	1	2	3	4	5
Visibilidad del estado del sistema	39	45	23	46	55
Relación con la realidad	23	18	9	13	17
Control y libertad	25	3	22	21	26
Consistencia y estándares	4	7	5	5	8
Prevención de errores	5	4	6	7	4
Reconocimiento	6	2	10	24	3
Flexibilidad	9	6	9	10	12
Estética y minimalismo	3	20	8	6	1
Recuperación de errores	0	0	1	0	1
Ayuda	8	7	8	8	8
<b>TOTAL</b>	<b>122</b>	<b>112</b>	<b>101</b>	<b>140</b>	<b>135</b>

Fuente: Elaboración propia.

Recordar que el “universo de errores” es definido por el que realiza la simulación dado que es imposible conocer cuantos errores existen entonces se asume un numero de errores objetivo (EO).

Rango mínimo: RMIN

Rango Máximo: RMAX

Menor cantidad de errores encontradas por un experto: MNCE

Mayor cantidad de errores encontrados por un experto: MYCE

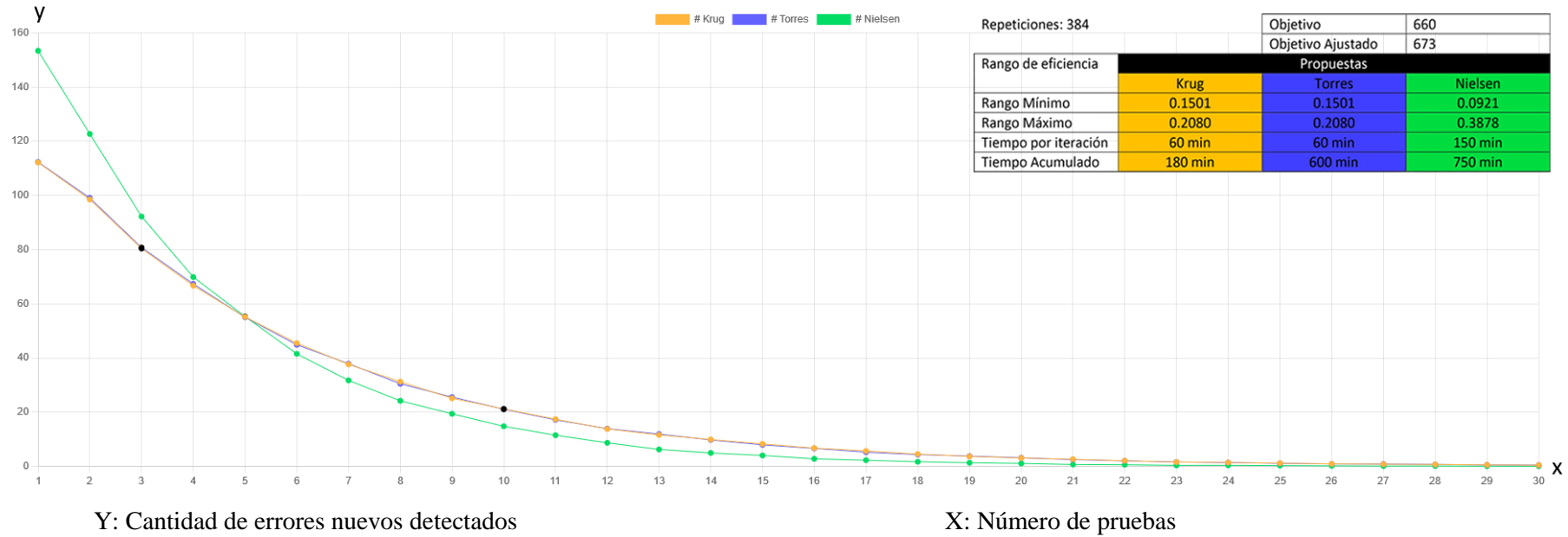
**Tabla 31.** Calculo de los rangos de eficiencia con usuarios.

<b>N° Errores</b>	<b>RMIN</b>	<b>RMAX</b>
<b>Objetivo</b>		
EO	$RMIN = \frac{MNCE}{EO}$	$RMAX = \frac{MYCE}{EO}$
660	$RMIN_{660} = \frac{101}{660} = 0.1530$	$RMAX_{660} = \frac{140}{660} = 0.2121$
760	$RMIN_{760} = \frac{101}{760} = 0.1328$	$RMAX_{760} = \frac{140}{760} = 0.1842$
860	$RMIN_{860} = \frac{101}{860} = 0.1174$	$RMAX_{860} = \frac{140}{860} = 0.1627$
960	$RMIN_{960} = \frac{101}{960} = 0.1052$	$RMAX_{960} = \frac{140}{960} = 0.1458$
1060	$RMIN_{1060} = \frac{101}{1060} = 0.0952$	$RMAX_{1060} = \frac{140}{1060} = 0.1320$
1560	$RMIN_{1560} = \frac{101}{1560} = 0.0647$	$RMAX_{1560} = \frac{140}{1560} = 0.0897$
2060	$RMIN_{2060} = \frac{101}{2060} = 0.0490$	$RMAX_{2060} = \frac{140}{2060} = 0.0679$
2560	$RMIN_{2560} = \frac{101}{2560} = 0.0394$	$RMAX_{2560} = \frac{140}{2560} = 0.0546$
3060	$RMIN_{3060} = \frac{101}{3060} = 0.0330$	$RMAX_{3060} = \frac{140}{3060} = 0.0457$
6060	$RMIN_{6060} = \frac{101}{6060} = 0.0166$	$RMAX_{6060} = \frac{140}{6060} = 0.0231$
8000	$RMIN_{8000} = \frac{101}{8000} = 0.0126$	$RMAX_{8000} = \frac{140}{8000} = 0.0175$

Fuente: Elaboracion propia.

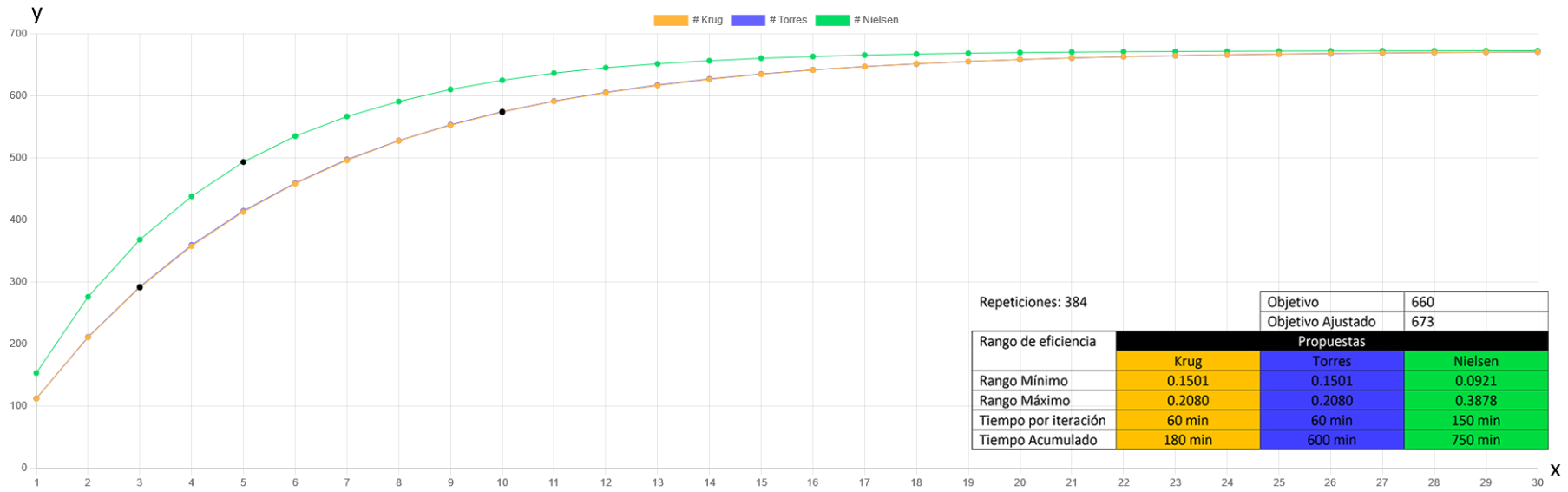
## Anexo C. Simulaciones

### 1. Simulación con 660 errores



Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	112.19	98.49	80.41	66.68	55.16	45.50	37.65	31.27	25.14	21.2	17.42	13.81	11.61	9.92	8.30	6.76	5.70	4.54	3.68	3.09	2.65	2.08	1.61	1.43	1.18	0.93	0.81	0.72	0.55	0.46
TORRES	112.34	99.07	80.77	67.33	55.03	44.89	37.90	30.49	25.58	21.1	17.17	13.93	11.94	9.76	7.95	6.63	5.23	4.36	3.81	3.19	2.52	2.07	1.64	1.42	1.14	0.90	0.86	0.73	0.53	0.48
NIELSEN	153.38	122.68	92.19	69.86	55.29	41.54	31.73	24.21	19.41	14.7	11.51	8.70	6.26	4.96	4.04	2.80	2.29	1.71	1.35	1.09	0.69	0.60	0.38	0.39	0.29	0.21	0.13	0.15	0.09	0.07

Figura 17. Errores nuevos por iteración para 660 errores como objetivo.



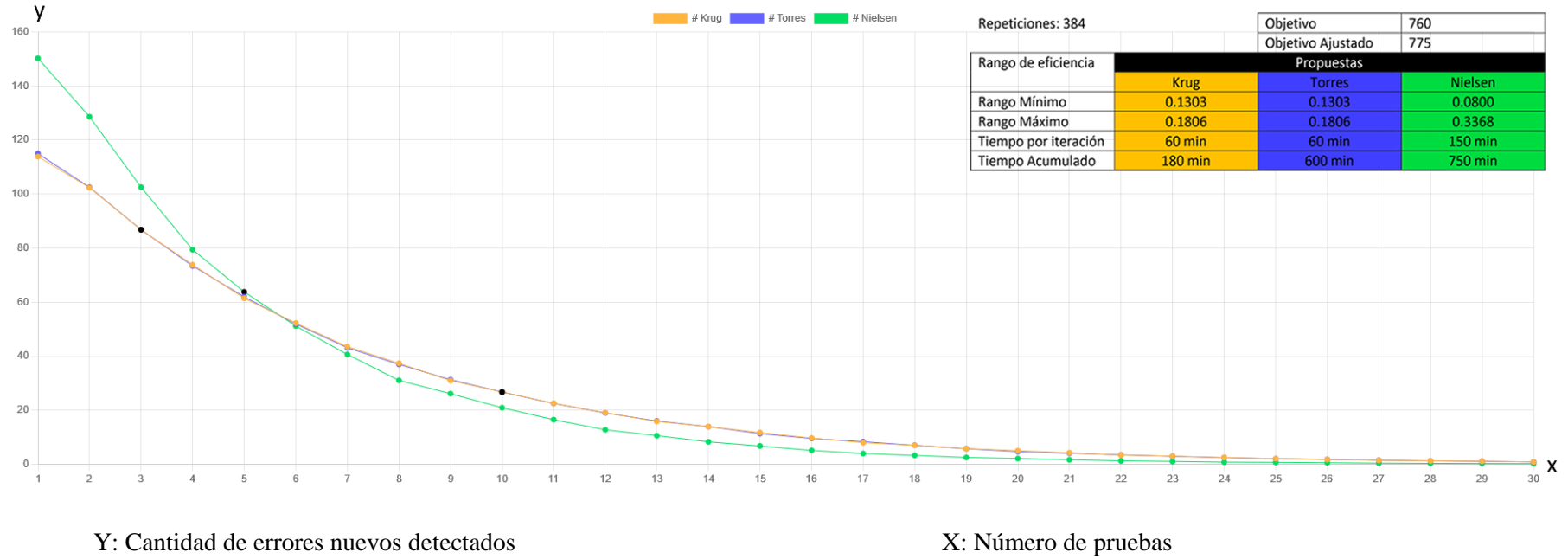
Y: Cantidad de errores nuevos detectados

X: Número de veces que se repite la prueba

Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	112.1	210.68	291.0	357.7	412.9	458.4	496.0	527.3	552.4	573.7	591.1	604.9	616.5	626.4	634.7	641.5	647.2	651.7	655.4	658.5	661.1	663.2	664.8	666.3	667.4	668.4	669.2	669.9	670.4	670.9
TORRES	112.3	211.41	292.1	359.5	44.54	459.4	497.3	527.8	553.4	574.5	591.6	605.6	617.5	627.3	635.2	641.8	647.1	651.4	655.2	658.4	660.9	663.0	664.6	666.1	667.2	668.1	669.0	669.7	670.2	670.7
NIELSEN	153.3	276.06	368.2	438.1	493.4	534.9	566.6	590.8	610.3	625.0	636.6	645.3	651.5	656.5	660.5	663.3	665.6	667.3	668.7	669.8	670.5	671.1	671.4	671.8	672.1	672.3	672.5	672.6	672.7	672.8

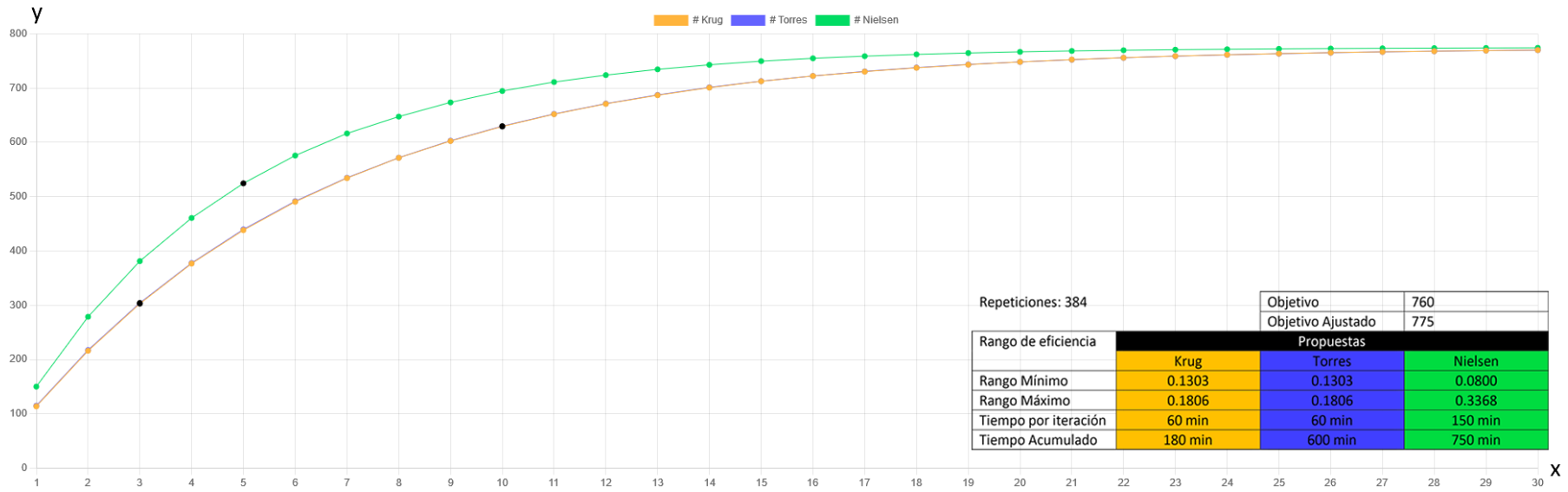
Figura 18. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 660 errores como objetivo.

## 2. Simulación con 760 errores



Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	113.86	102.36	86.79	73.84	61.45	52.27	43.57	37.39	31.00	26.7	22.60	19.08	15.88	13.96	11.74	9.73	8.02	7.05	5.83	5.05	4.28	3.41	3.03	2.50	2.10	1.74	1.46	1.26	1.11	0.89
TORRES	114.95	102.52	86.80	73.42	61.96	51.96	43.14	36.98	31.33	26.7	22.52	19.00	16.05	13.97	11.36	9.57	8.38	7.05	5.78	4.70	4.10	3.51	2.97	2.46	2.08	1.82	1.50	1.27	1.10	0.88
NIELSEN	150.24	128.60	102.5	79.41	63.79	51.16	40.67	31.07	26.16	20.9	16.53	12.78	10.60	8.33	6.80	5.15	3.98	3.29	2.54	2.14	1.68	1.27	1.07	0.80	0.72	0.57	0.43	0.35	0.29	0.24

Figura 19. Errores nuevos por iteración para 760 errores como objetivo.



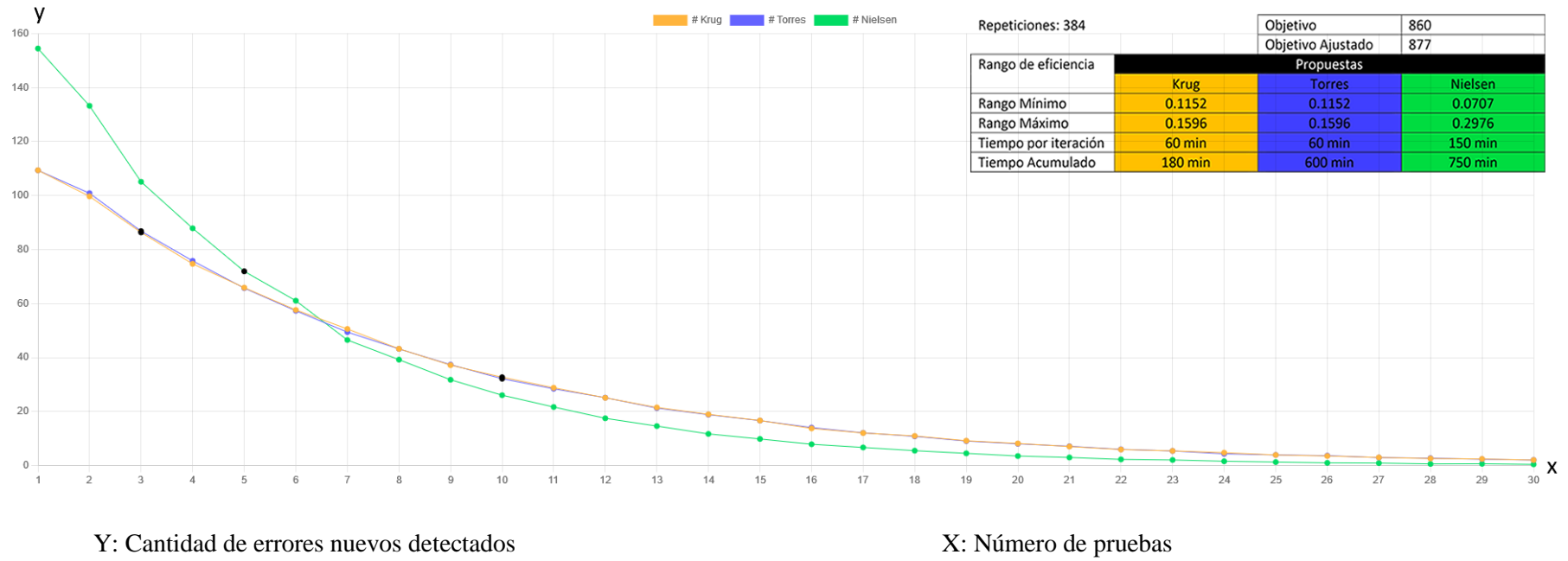
Y: Cantidad de errores nuevos detectados

X: Número de veces que se repite la prueba

Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	113.8	216.22	303.0	376.8	438.3	490.5	534.1	571.5	602.5	629.2	651.8	670.9	686.8	700.7	712.5	722.2	730.2	737.3	743.1	748.1	752.4	755.8	758.9	761.4	763.5	765.2	766.7	767.9	769.0	769.9
TORRES	114.9	217.47	304.2	377.6	439.6	491.6	534.7	571.7	603.0	629.8	652.3	671.3	687.4	701.3	712.7	722.2	730.6	737.7	743.5	748.2	752.3	755.8	758.7	761.2	763.3	765.1	766.6	767.9	769.0	769.9
NIELSEN	150.2	278.84	381.3	460.7	524.5	575.7	616.4	647.4	673.6	694.5	711.1	723.8	734.4	742.8	749.6	754.7	758.7	762.0	764.5	766.7	768.4	769.6	770.7	771.5	772.2	772.8	773.2	773.6	773.9	774.1

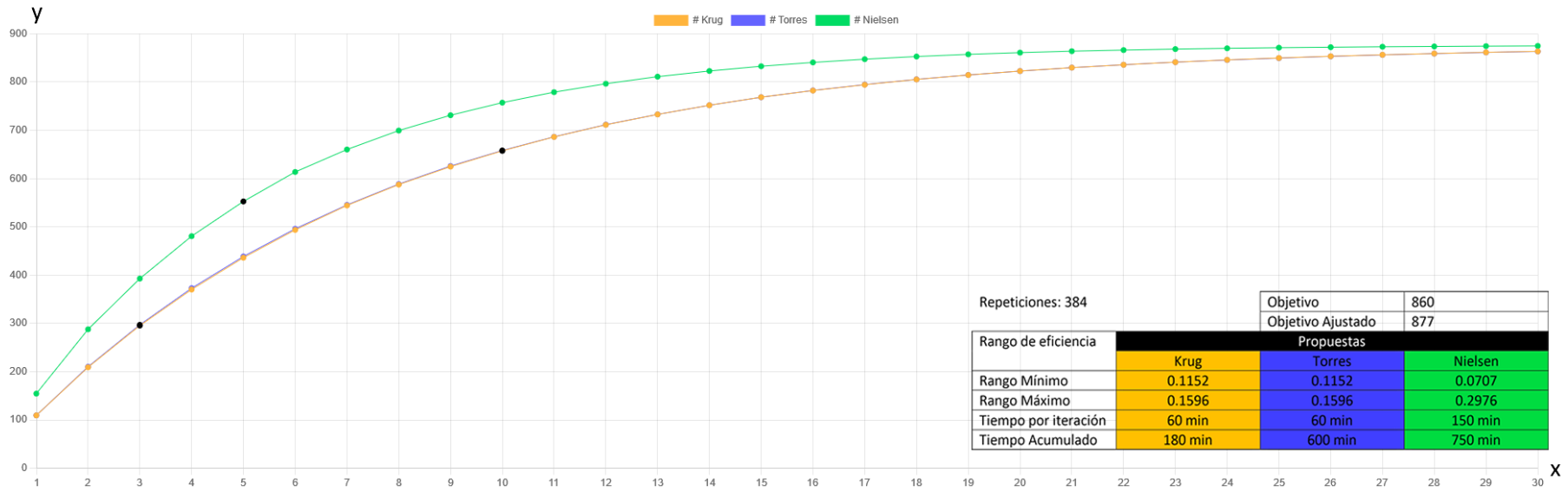
Figura 20. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 760 errores como objetivo.

### 3. Simulación con 860 errores



Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	109.39	99.70	86.35	74.72	65.90	57.64	50.60	43.25	37.19	32.7	28.82	25.11	21.53	18.97	16.69	13.76	12.06	10.97	9.20	8.20	7.05	5.94	5.44	4.77	3.93	3.55	3.01	2.63	2.45	2.04
TORRES	109.36	100.86	86.83	75.83	65.73	57.33	49.43	43.21	37.38	32.1	28.44	25.15	21.30	18.84	16.65	14.08	12.13	10.82	9.07	8.06	7.15	6.02	5.42	4.35	3.95	3.68	2.96	2.74	2.35	2.05
NIELSEN	154.48	133.24	105.1	87.88	71.95	61.06	46.51	39.23	31.79	26.0	21.70	17.51	14.63	11.73	9.85	7.90	6.71	5.52	4.53	3.54	3.01	2.29	2.07	1.60	1.30	1.01	0.93	0.61	0.66	0.45

Figura 21. Errores nuevos por iteración para 860 errores como objetivo.



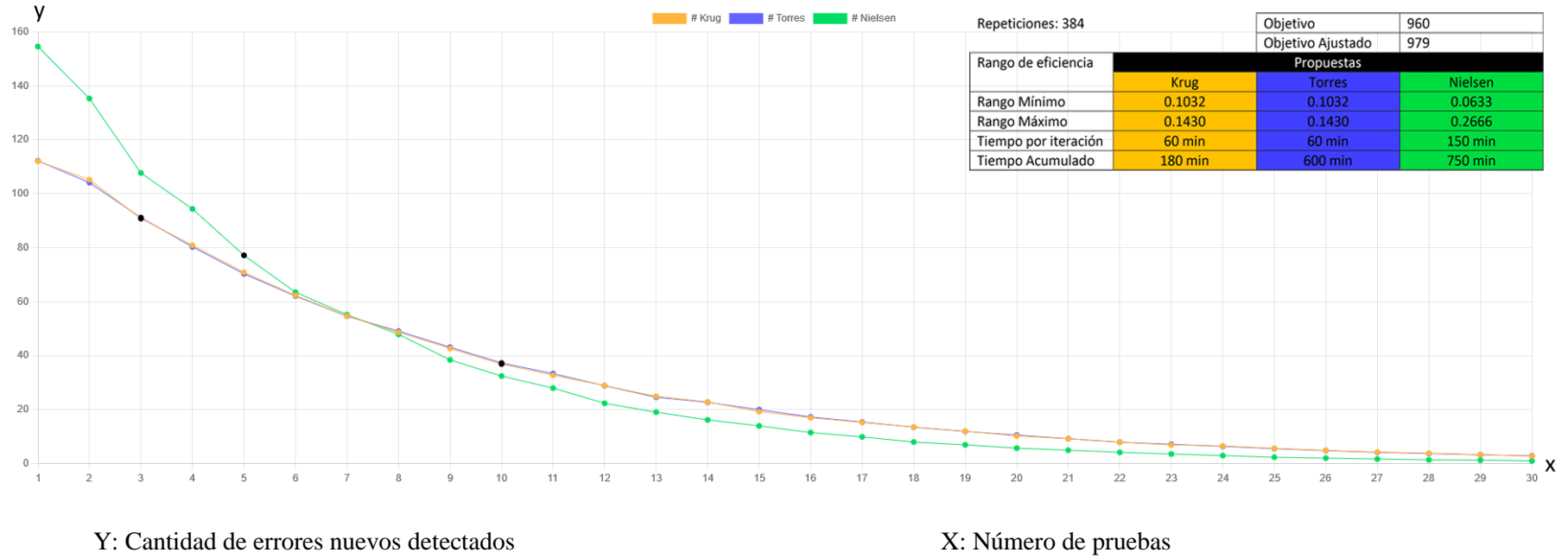
Y: Cantidad de errores nuevos detectados

X: Número de veces que se repite la prueba

Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	109.3	209.09	295.4	370.1	436.0	493.7	544.3	587.5	624.7	657.4	686.2	711.4	732.9	751.9	768.5	782.3	794.4	805.3	814.5	822.7	829.8	835.7	841.2	845.9	849.9	853.4	856.4	859.1	861.5	863.5
TORRES	109.3	210.22	297.0	372.8	438.6	495.9	545.3	588.5	625.9	658.1	686.5	711.7	733.0	751.8	768.5	782.6	794.7	805.5	814.6	822.6	829.8	835.8	841.2	845.6	849.5	853.2	856.2	858.9	861.3	863.3
NIELSEN	154.4	287.72	392.8	480.7	552.6	613.7	660.2	699.4	731.2	757.3	779.0	796.5	811.1	822.8	832.7	840.6	847.3	852.8	857.4	860.9	863.9	866.2	868.3	869.9	871.2	872.2	873.1	873.7	874.4	874.8

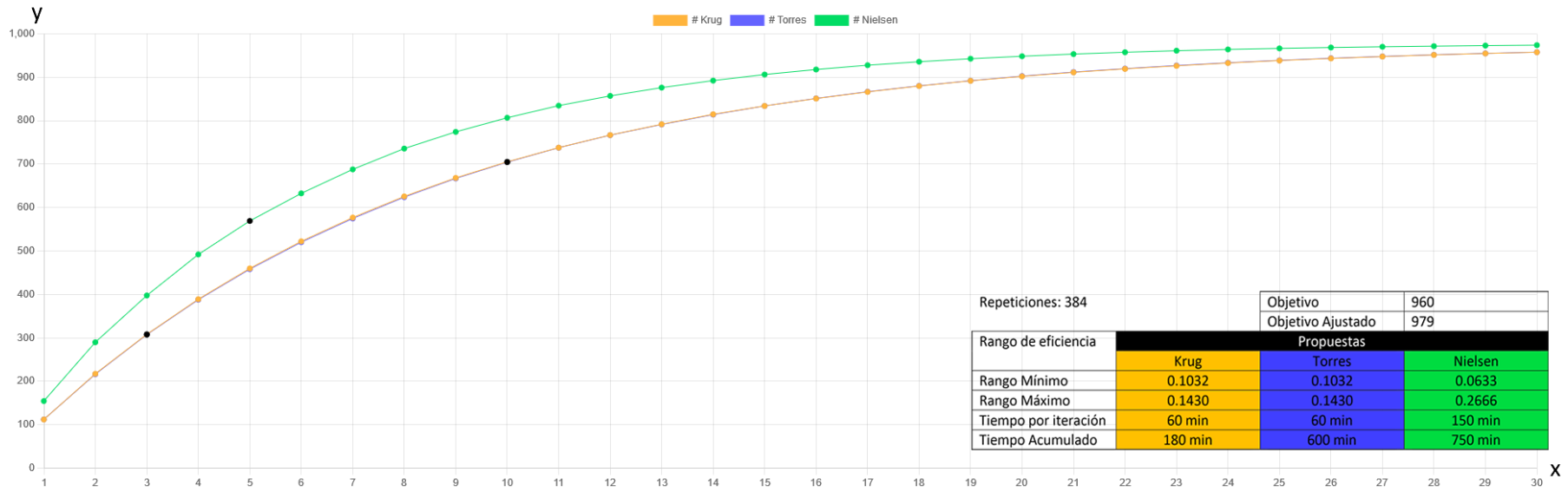
Figura 22. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 860 errores como objetivo.

#### 4. Simulación con 960 errores



Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	112.08	105.22	90.81	80.90	70.89	62.32	54.70	48.71	42.66	36.9	32.73	28.90	24.93	22.89	19.27	16.98	15.26	13.56	12.01	10.25	9.23	7.97	6.93	6.55	5.66	4.92	4.28	3.85	3.33	2.81
TORRES	112.23	104.12	91.15	80.33	70.32	62.10	54.61	49.11	43.13	37.2	33.35	28.86	24.60	22.72	19.98	17.29	15.42	13.50	11.93	10.58	9.22	7.93	7.18	6.37	5.55	4.83	4.17	3.73	3.26	2.91
NIELSEN	154.58	135.30	107.7	94.38	77.18	63.52	55.19	47.91	38.44	32.4	27.99	22.36	19.06	16.21	13.99	11.51	9.90	7.99	6.96	5.74	4.97	4.18	3.56	2.97	2.36	2.03	1.70	1.40	1.27	1.01

Figura 23. Errores nuevos por iteración para 960 errores como objetivo.



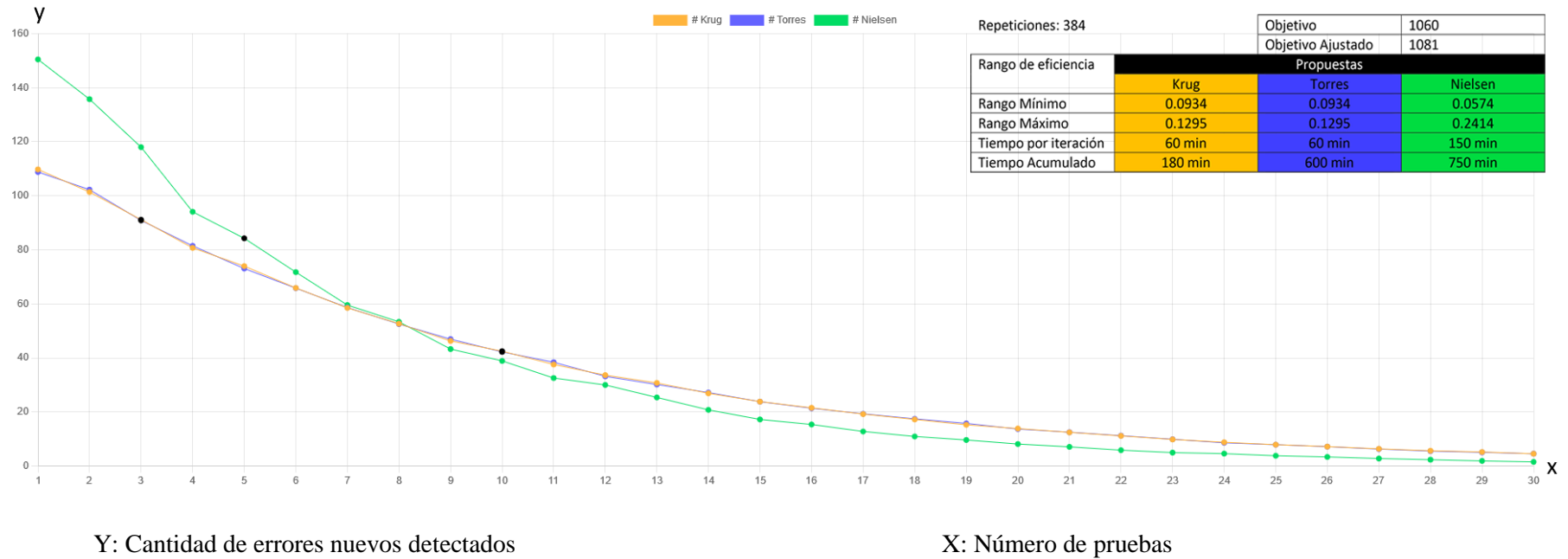
Y: Cantidad de errores nuevos detectados

X: Número de veces que se repite la prueba

Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	112.0	217.30	308.1	389.0	459.9	522.2	576.9	625.6	668.2	705.2	737.9	766.8	791.7	814.6	833.9	850.9	866.1	879.7	891.7	901.9	911.2	919.1	926.1	932.6	938.3	943.2	947.5	951.3	954.7	957.5
TORRES	112.2	216.35	307.5	387.8	458.1	520.2	574.8	623.9	667.1	704.3	737.7	766.5	791.1	813.9	833.8	851.1	866.6	880.1	892.0	902.6	911.8	919.7	926.9	933.3	938.8	943.7	947.8	951.6	954.8	957.7
NIELSEN	154.5	289.88	397.5	491.9	569.1	632.6	687.8	735.7	774.1	806.6	834.6	856.9	876.0	892.2	906.2	917.7	927.6	935.6	942.5	948.3	953.3	957.4	961.0	964.0	966.3	968.4	970.1	971.5	972.7	973.7

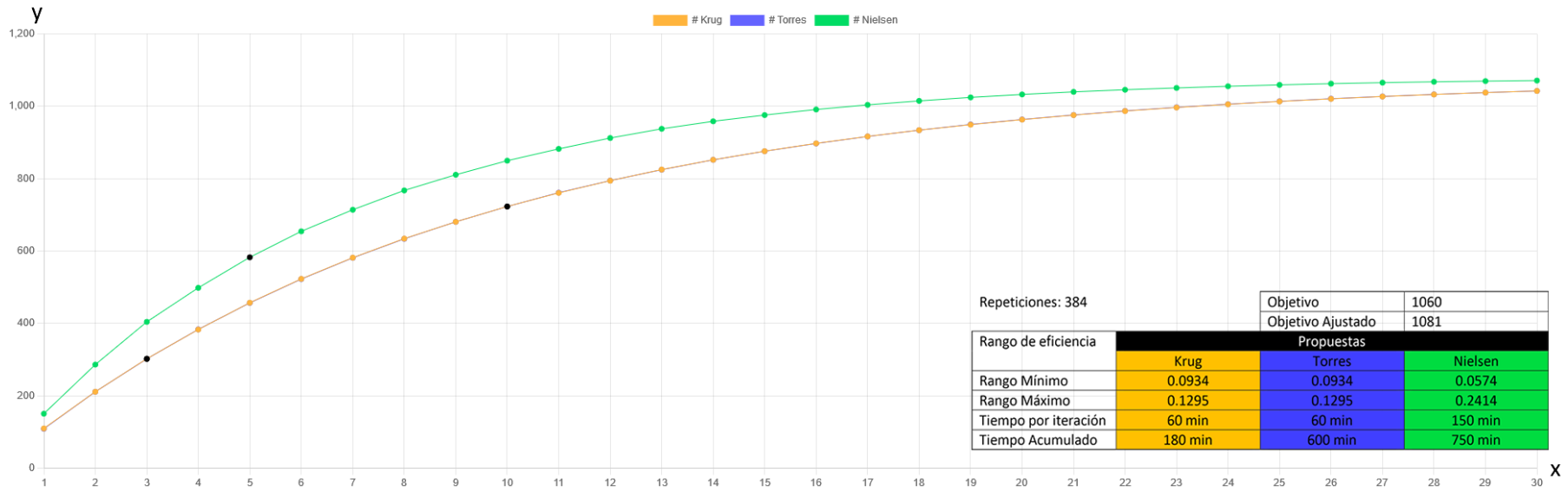
Figura 24. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 960 errores como objetivo.

### 5. Simulacion con 1060 errores



Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	109.77	101.40	91.16	80.72	73.99	65.90	58.52	52.68	46.30	42.5	37.57	33.65	30.76	26.92	23.85	21.54	19.23	17.25	15.27	13.89	12.47	11.16	9.85	8.80	7.92	7.21	6.38	5.66	5.20	4.56
TORRES	108.79	102.28	90.90	81.48	73.08	65.83	58.65	52.55	46.96	42.2	38.41	33.21	30.17	27.20	23.83	21.39	19.34	17.48	15.79	13.69	12.53	11.26	9.91	8.60	7.91	7.20	6.29	5.53	5.08	4.57
NIELSEN	150.47	135.75	117.9	94.08	84.27	71.76	59.57	53.36	43.30	38.9	32.57	30.01	25.39	20.79	17.25	15.39	12.80	10.95	9.65	8.16	7.11	5.88	4.98	4.60	3.83	3.38	2.79	2.35	1.90	1.54

Figura 25. Errores nuevos por iteración para 1060 errores como objetivo.



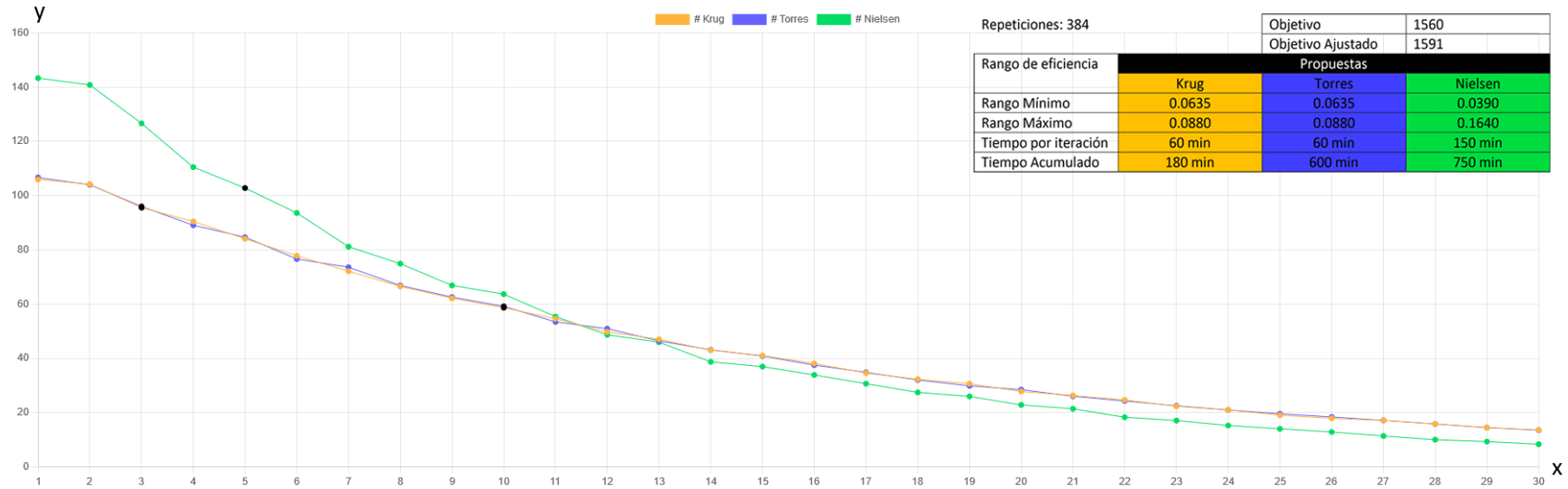
Y: Cantidad de errores nuevos detectados

X: Número de veces que se repite la prueba

Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	109.77	211.17	302.3	383.0	457.0	522.9	581.4	634.1	680.4	722.9	760.5	794.1	824.9	851.8	875.7	897.2	916.4	933.7	948.9	962.8	975.3	986.5	996.3	1005.	1013.	1020.	1026.	1032.	1037.	1042.
TORRES	108.79	211.07	301.9	383.4	456.5	522.3	581.0	633.5	680.5	722.7	761.1	794.3	824.5	851.7	875.5	896.9	916.2	933.7	949.5	963.2	975.7	987.0	996.9	1005.	1013.	1020.	1026.	1032.	1037.	1042.
NIELSEN	150.47	286.22	404.2	498.2	582.5	654.3	713.8	767.2	810.5	849.4	882.0	91.04	937.4	958.2	975.4	990.8	1003.	1014.	1024.	1032.	1039.	1045.	1050.	1055.	1058.	1062.	1064.	1067.	1069.	1070.

Figura 26. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 1060 errores como objetivo.

### 6. Simulación con 1560 errores

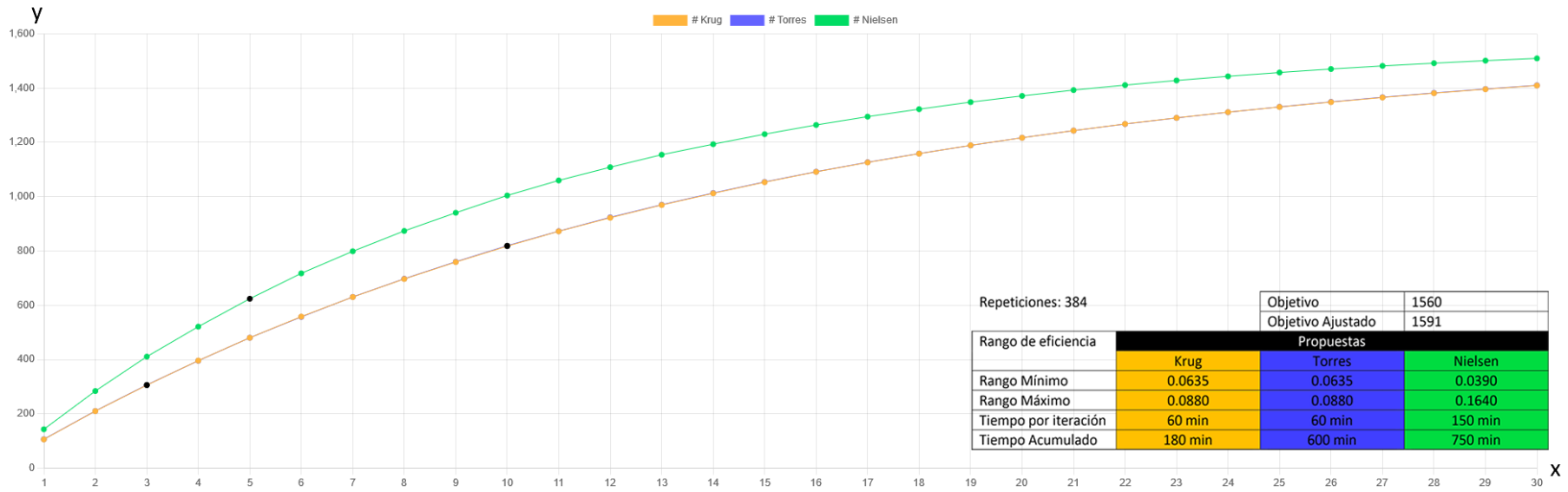


Y: Cantidad de errores nuevos detectados

X: Número de pruebas

Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	105.95	104.23	95.58	90.50	84.11	77.85	72.14	66.54	62.17	58.7	54.62	49.80	47.07	43.03	41.03	38.15	34.60	32.32	30.70	27.79	26.34	24.71	22.33	21.00	19.07	17.91	17.13	15.84	14.52	13.62
TORRES	106.69	104.01	96.01	89.08	84.69	76.65	73.62	66.89	62.60	59.1	53.46	50.98	46.47	43.16	40.88	37.54	34.87	32.04	29.90	28.50	26.04	24.30	22.54	20.98	19.61	18.42	17.15	15.83	14.49	13.53
NIELSEN	143.32	140.83	126.6	110.5	102.80	93.62	81.18	74.93	66.91	63.6	55.41	48.71	45.99	38.74	36.98	33.90	30.70	27.48	25.99	22.85	21.44	18.33	17.09	15.28	14.03	12.89	11.41	10.04	9.35	8.37

Figura 27. Errores nuevos por iteración para 1560 errores como objetivo.



Repeticiones: 384		Objetivo	1560
		Objetivo Ajustado	1591
Rango de eficiencia	Propuestas		
	Krug	Torres	Nielsen
Rango Mínimo	0.0635	0.0635	0.0390
Rango Máximo	0.0880	0.0880	0.1640
Tiempo por iteración	60 min	60 min	150 min
Tiempo Acumulado	180 min	600 min	750 min

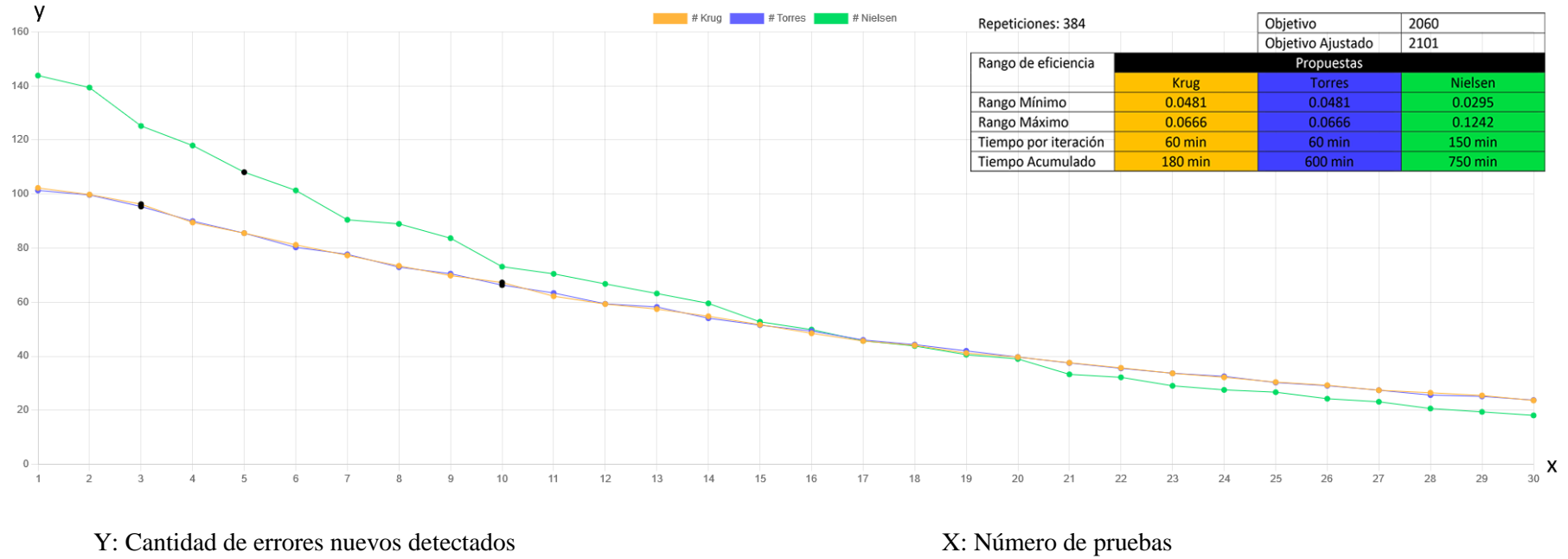
Y: Cantidad de errores nuevos detectados

X: Número de veces que se repite la prueba

Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	105.9	210.18	305.7	396.2	480.3	558.2	630.3	696.9	759.0	817.7	872.4	922.2	969.2	1012.	1053.	1091.	1126.	1158.	1189.	1216.	1243.	1267.	1290.	1311.	1330.	1348.	1365.	1381.	1395.	1409.
TORRES	106.6	210.70	306.7	395.8	480.4	557.1	630.7	697.6	760.2	819.4	872.9	923.8	970.3	1013.	1054.	1091.	1126.	1158.	1188.	1217.	1243.	1267.	1290.	1311.	1330.	1349.	1366.	1382.	1396.	1410.
NIELSEN	143.3	284.14	410.7	521.2	624.0	717.7	798.8	873.8	940.7	1004.	1059.	1108.	1154.	1193.	1230.	1264.	1294.	1322.	1348.	1371.	1392.	1410.	1428.	1443.	1457.	1470.	1481.	1491.	1501.	1509.

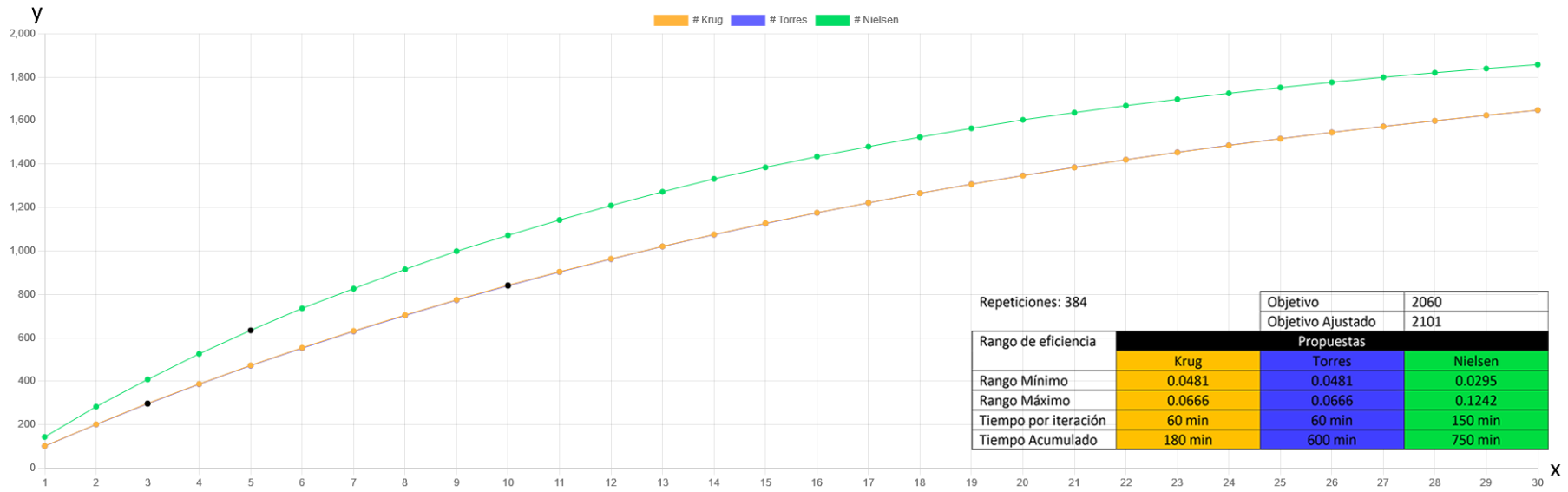
Figura 28. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 1560 errores como objetivo.

### 7. Simulación con 2060 errores



Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	102.27	99.81	96.25	89.47	85.53	81.19	77.30	73.43	69.83	67.2	62.20	59.30	57.43	54.78	51.69	48.48	45.62	44.02	41.15	39.67	37.59	35.69	33.68	32.20	30.43	29.26	27.41	26.48	25.49	23.64
TORRES	101.33	99.66	95.38	89.99	85.54	80.26	77.70	72.95	70.53	66.3	63.40	59.39	58.23	54.06	51.49	49.32	46.02	44.30	41.99	39.70	37.49	35.51	33.70	32.57	30.26	29.09	27.43	25.63	25.14	23.77
NIELSEN	143.85	139.40	125.1	117.9	108.09	101.3	90.47	88.97	83.68	73.1	70.48	66.76	63.20	59.55	52.73	49.86	45.69	43.79	40.59	38.99	33.30	32.19	29.05	27.54	26.69	24.28	23.14	20.65	19.39	18.10

Figura 29. Errores nuevos por iteración para 2060 errores como objetivo.



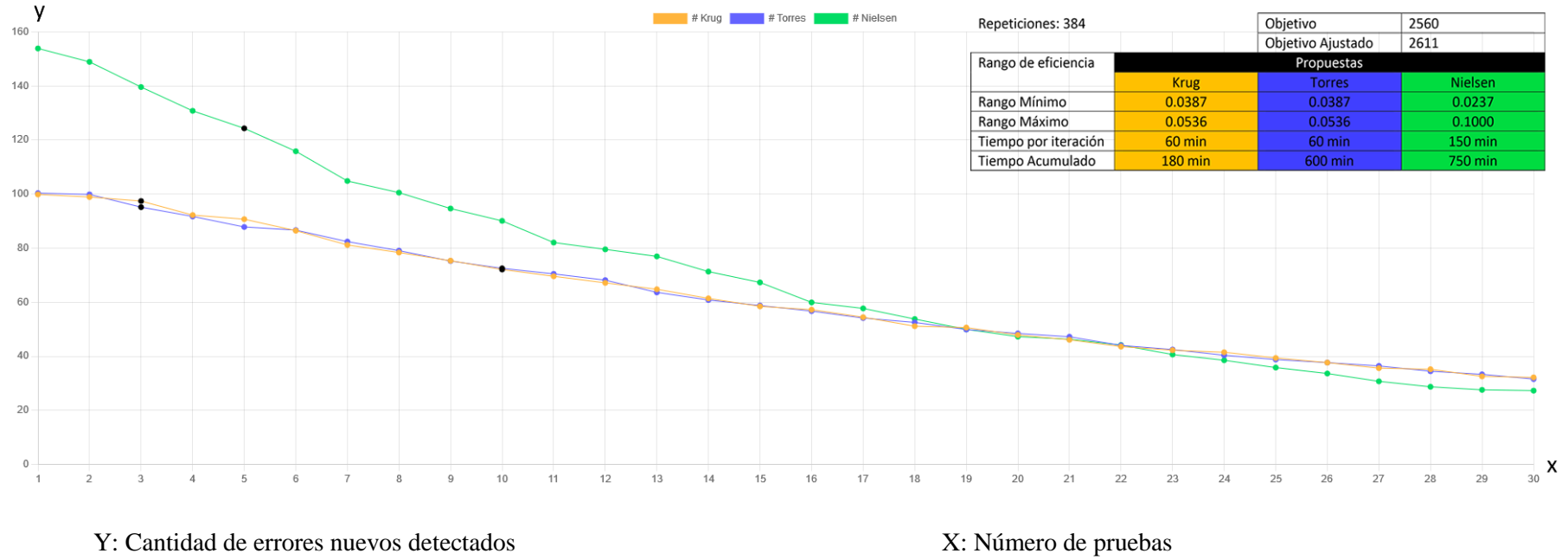
Y: Cantidad de errores nuevos detectados

X: Número de veces que se repite la prueba

Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	102.2	202.07	298.3	387.8	473.3	554.5	631.8	705.2	775.0	842.3	904.5	963.8	1021.	1076.	1127.	1176.	1221.	1265.	1307.	1346.	1384.	1419.	1453.	1485.	1516.	1545.	1572.	1599.	1624.	1648.
TORRES	101.3	200.99	296.3	386.3	471.8	552.1	629.8	702.8	773.3	839.6	903.0	962.4	1020.	1074.	1126.	1175.	1221.	1265.	1307.	1347.	1385.	1420.	1454.	1486.	1517.	1546.	1573.	1599.	1624.	1648.
NIELSEN	143.8	283.25	408.4	526.4	634.4	735.8	826.3	915.2	998.9	1072.	1142.	1209.	1272.	1332.	1384.	1434.	1480.	1524.	1564.	1603.	1637.	1669.	1698.	1725.	1752.	1776.	1799.	1820.	1839.	1858.

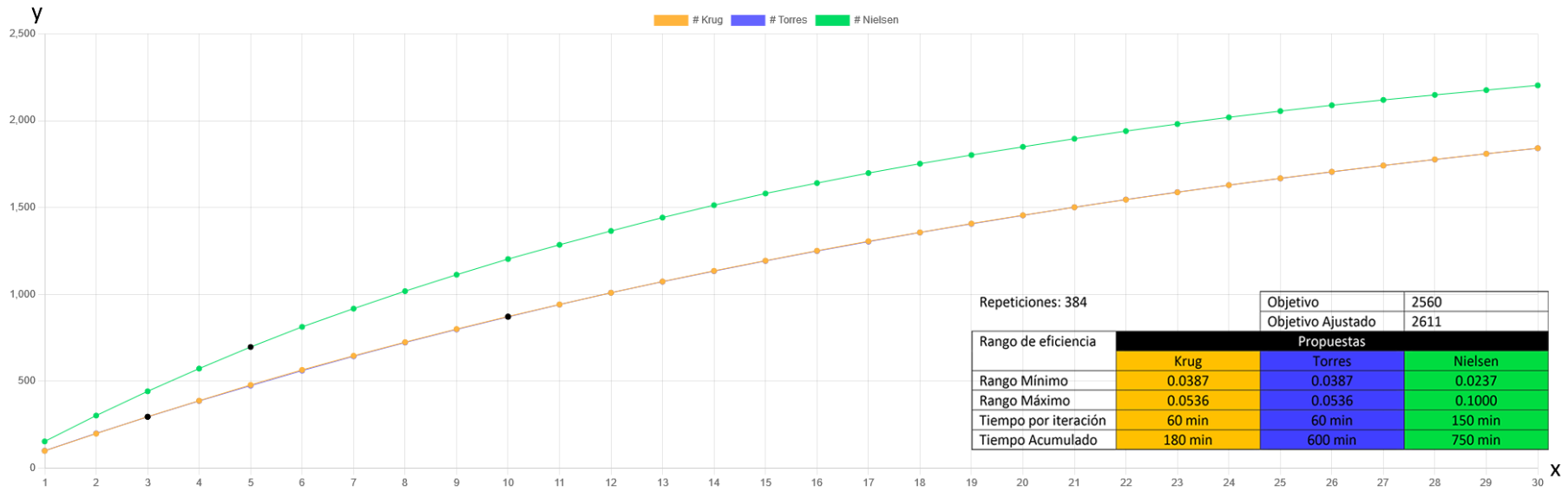
Figura 30. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 2060 errores como objetivo.

### 8. Simulacion con 2560 errores



Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	99.88	98.92	97.43	92.24	90.72	86.48	81.19	78.39	75.37	72.1	69.60	67.17	64.80	61.43	58.48	57.24	54.47	51.14	50.64	47.90	46.12	43.59	42.26	41.50	39.39	37.66	35.63	35.22	32.58	32.20
TORRES	100.36	99.88	95.18	91.73	87.84	86.68	82.43	79.08	75.24	72.5	70.49	68.17	63.65	60.83	58.79	56.72	54.16	52.53	49.92	48.46	47.24	44.03	42.51	40.39	38.80	37.67	36.44	34.48	33.33	31.59
NIELSEN	153.88	148.92	139.6	130.8	124.32	115.8	104.8	100.54	94.67	90.1	82.09	79.56	76.97	71.33	67.33	59.95	57.72	53.79	49.98	47.28	46.32	44.15	40.66	38.54	35.83	33.64	30.74	28.72	27.59	27.30

Figura 31. Errores nuevos por iteración para 2560 errores como objetivo.



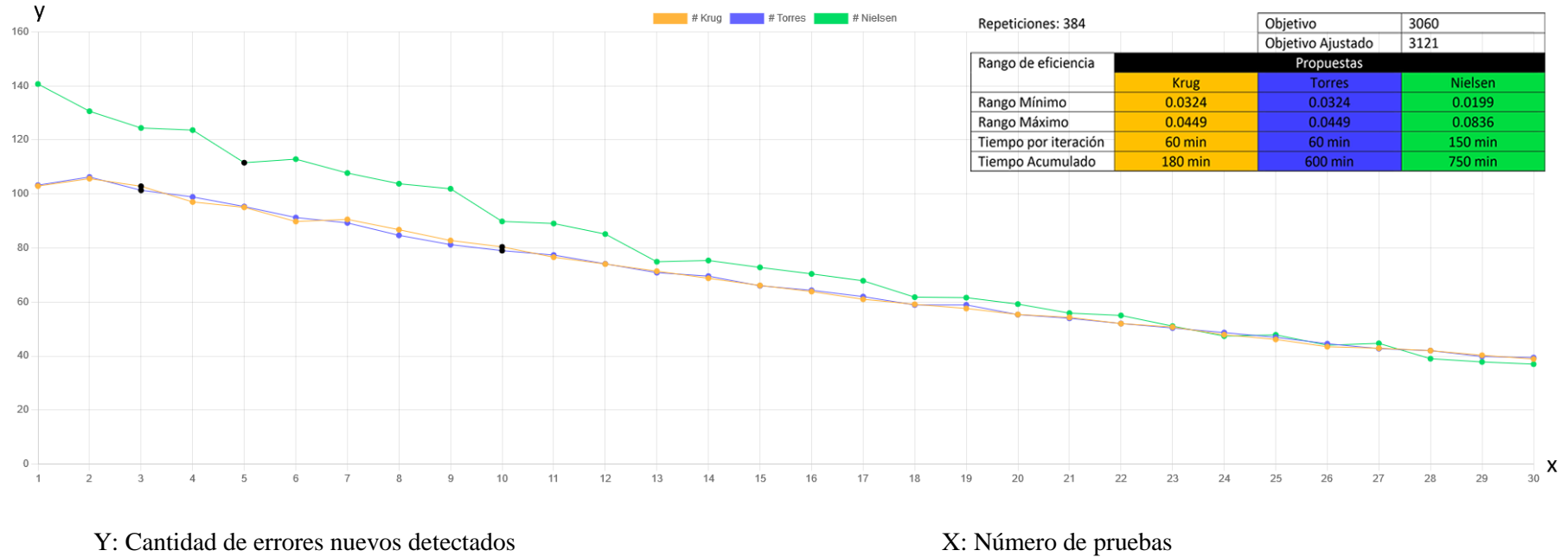
Y: Cantidad de errores nuevos detectados

X: Número de veces que se repite la prueba

Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	99.88	198.80	296.2	388.4	479.1	565.6	646.8	725.2	800.6	872.7	942.3	1009.	1074.	1135.	1194.	1251.	1305.	1357.	1407.	1455.	1501.	1545.	1587.	1629.	1668.	1706.	1741.	1777.	1809.	1841.
TORRES	100.3	200.24	295.4	387.1	474.9	561.6	644.1	723.1	798.4	870.9	941.4	1009.	1073.	1134.	1192.	1249.	1303.	1356.	1406.	1454.	1501.	1546.	1588.	1628.	1667.	1705.	1741.	1776.	1809.	1841.
NIELSEN	153.8	302.79	442.4	573.2	697.5	813.3	918.2	1018.	1113.	1203.	1285.	1365.	1442.	1513.	1580.	1640.	1698.	1752.	1802.	1849.	1895.	1940.	1980.	2019.	2055.	2088.	2119.	2148.	2175.	2203.

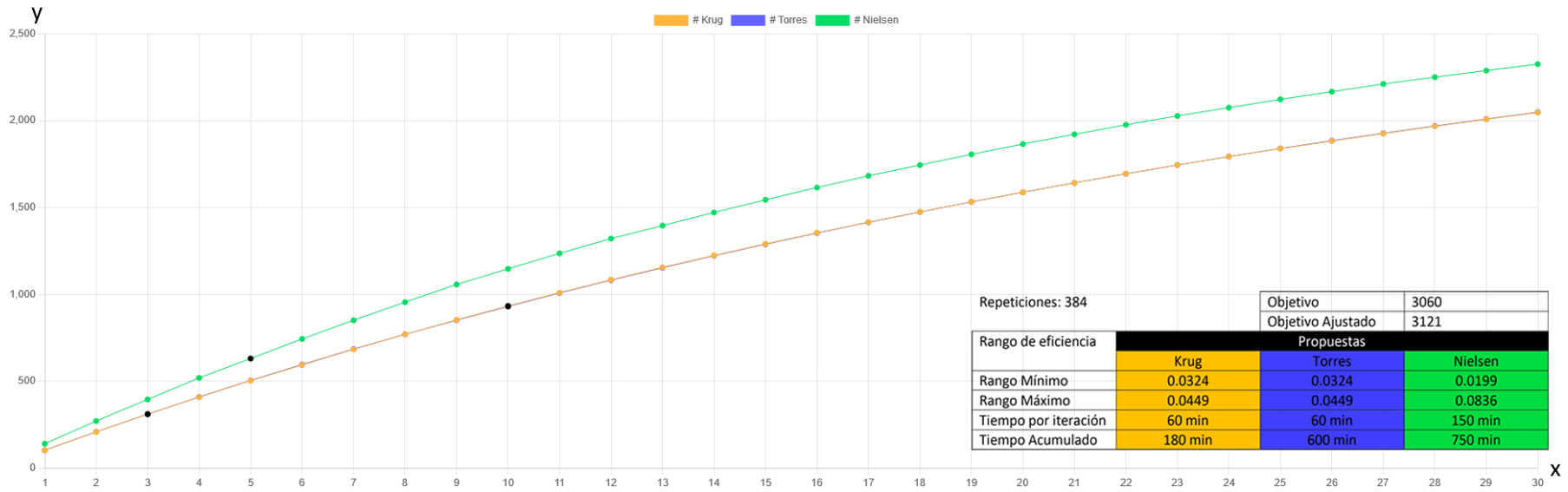
Figura 32. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 2560 errores como objetivo.

### 9. Simulación con 3060 errores



Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	102.93	105.66	102.8	97.04	95.04	89.80	90.59	86.77	82.77	80.4	76.59	74.06	71.42	68.79	66.14	63.87	61.02	59.16	57.61	55.39	54.33	52.01	50.75	47.90	46.15	43.45	42.92	42.00	40.30	38.90
TORRES	103.26	106.27	101.3	98.90	95.34	91.27	89.29	84.69	81.24	79.0	77.40	74.14	70.87	69.59	66.00	64.34	62.00	58.91	58.93	55.35	53.97	52.04	50.39	48.69	46.92	44.58	42.74	42.01	39.83	39.41
NIELSEN	140.70	130.62	124.4	123.6	111.57	112.8	107.7	103.79	101.9	89.8	89.06	85.16	74.91	75.38	72.81	70.41	67.86	61.80	61.62	59.23	55.89	55.03	51.07	47.39	47.84	44.01	44.70	39.02	37.82	37.00

Figura 33. Errores nuevos por iteración para 3060 errores como objetivo.



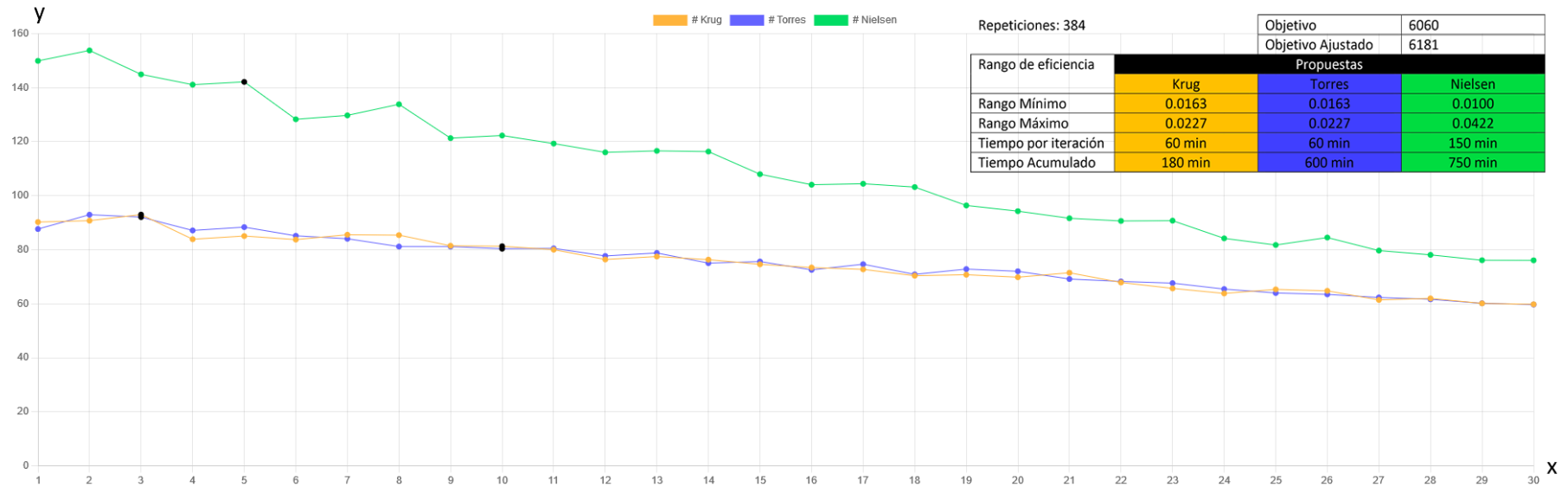
Y: Cantidad de errores nuevos detectados

X: Número de veces que se repite la prueba

Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	102.9	208.60	311.4	408.4	503.5	593.3	683.9	770.7	853.4	933.8	1010.	1084.	1155.	1224.	1290.	1354.	1415.	1474.	1532.	1587.	1642.	1694.	1745.	1792.	1839.	1882.	1925.	1967.	2007.	2046.
TORRES	103.2	209.53	310.8	409.7	505.1	596.4	685.6	770.3	851.6	930.6	1008.	1082.	1153.	1222.	1288.	1353.	1415.	1473.	1532.	1588.	1642.	1694.	1744.	1793.	1840.	1884.	1927.	1969.	2009.	2048.
NIELSEN	140.7	271.31	395.7	519.3	630.9	743.8	851.5	955.3	1057.	1147.	1236.	1321.	1396.	1471.	1544.	1614.	1682.	1744.	1806.	1865.	1921.	1976.	2027.	2074.	2122.	2166.	2211.	2250.	2288.	2325.

Figura 34. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 3060 errores como objetivo.

### 10. Simulación con 6060 errores

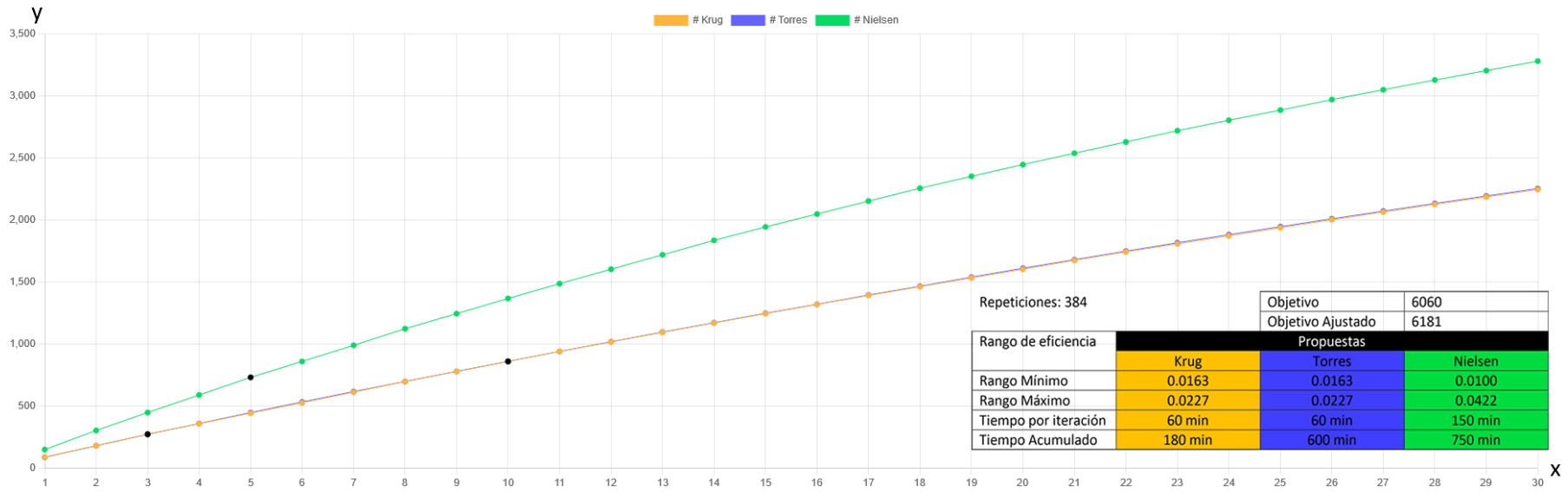


Y: Cantidad de errores nuevos detectados

X: Número de pruebas

Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	90.26	90.77	93.01	83.90	85.08	83.77	85.56	85.41	81.48	81.3	80.03	76.41	77.50	76.35	74.61	73.42	72.74	70.39	70.77	69.84	71.49	67.88	65.70	63.83	65.33	64.79	61.43	61.99	60.15	59.82
TORRES	87.68	92.97	92.09	87.15	88.38	85.16	84.07	81.18	81.17	80.3	80.51	77.71	78.82	75.05	75.64	72.56	74.65	70.89	72.84	72.03	69.17	68.27	67.65	65.45	64.00	63.48	62.34	61.66	60.18	59.72
NIELSEN	149.91	153.77	144.9	141.1	142.14	128.2	129.7	133.84	121.3	122.	119.3	116.0	116.6	116.3	107.9	104.0	104.4	103.2	96.40	94.29	91.65	90.66	90.77	84.22	81.76	84.52	79.69	78.11	76.12	76.09

Figura 35. Errores nuevos por iteración para 6060 errores como objetivo.



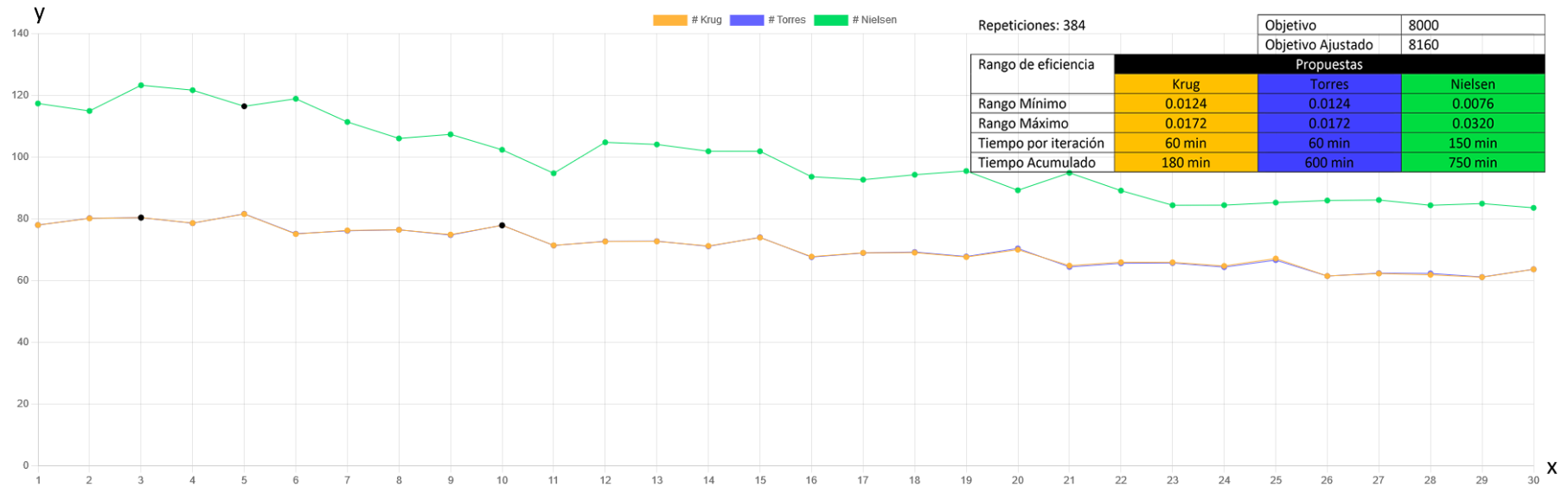
Y: Cantidad de errores nuevos detectados

X: Número de veces que se repite la prueba

Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	90.26	181.03	274.0	357.9	443.0	526.7	612.3	697.7	779.2	860.5	940.5	1017.	1094.	1170.	1245.	1318.	1391.	1462.	1532.	1602.	1674.	1742.	1807.	1871.	1936.	2001.	2063.	2125.	2185.	2245.
TORRES	87.68	180.65	272.7	359.8	448.2	533.4	617.5	698.6	779.8	860.2	940.7	1018.	1097.	1172.	1248.	1320.	1395.	1466.	1538.	1610.	1680.	1748.	1816.	1881.	1945.	2009.	2071.	2133.	2193.	2252.
NIELSEN	149.9	303.68	448.5	589.6	731.8	860.1	989.8	1123.	1245.	1367.	1486.	1602.	1719.	1835.	1943.	2047.	2152.	2255.	2351.	2446.	2537.	2628.	2719.	2803.	2885.	2969.	3049.	3127.	3203.	3279.

Figura 36. Total de errores acumulados no repetidos por iteración para 6060 errores como objetivo.

### 11. Simulacion con 8000 errores

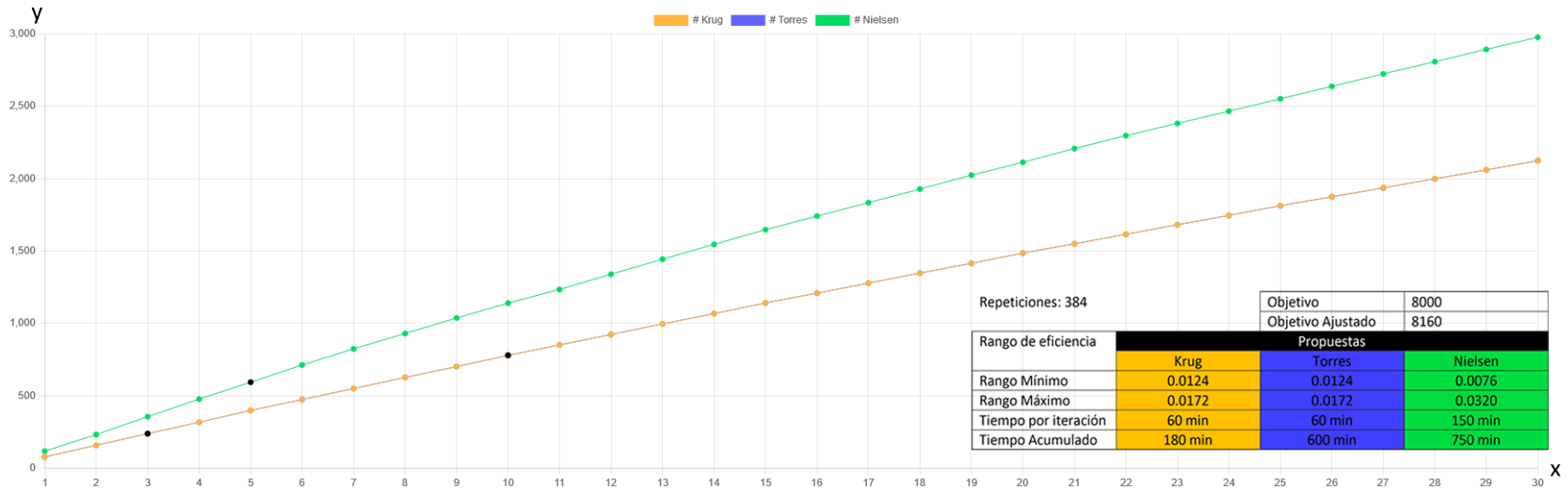


Y: Cantidad de errores nuevos detectados

X: Número de pruebas

Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	78.00	80.16	80.41	78.65	81.56	75.09	76.27	76.45	74.92	77.8	71.43	72.66	72.71	71.24	73.93	67.77	69.01	69.05	67.64	70.01	64.86	65.96	65.92	64.76	67.17	61.49	62.29	61.88	61.11	63.66
TORRES	78.00	80.22	80.40	78.60	81.63	75.19	76.14	76.47	74.76	77.9	71.39	72.74	72.79	71.11	74.03	67.63	68.96	69.25	67.80	70.40	64.46	65.63	65.72	64.39	66.66	61.49	62.41	62.32	61.17	63.67
NIELSEN	117.37	114.95	123.2	121.6	116.46	118.9	111.3	106.05	107.3	102.	94.77	104.7	104.1	101.9	101.8	93.64	92.68	94.29	95.51	89.27	94.90	89.15	84.41	84.44	85.27	85.95	86.10	84.39	84.95	83.57

Figura 37. Errores nuevos por iteración para 8000 errores como objetivo.



Y: Cantidad de errores nuevos detectados

X: Número de veces que se repite la prueba

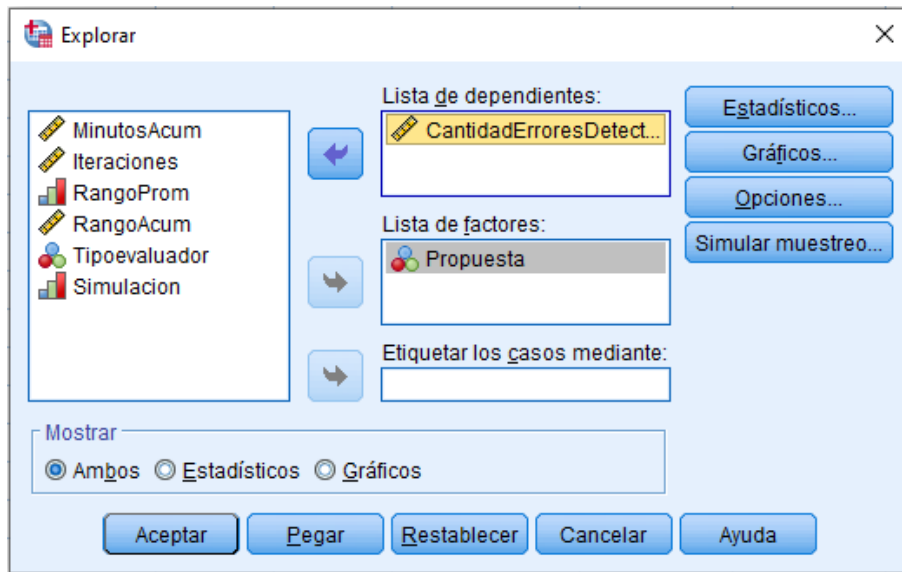
Propuesta	Repeticiones																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KRUG	78	158.16	238.5	317.2	398.7	473.8	550.1	626.5	701.4	779.3	850.8	923.4	996.1	1067.	1141.	1209.	1278.	1347.	1414.	1484.	1549.	1615.	1681.	1746.	1813.	1874.	1937.	1999.	2060.	2123.
TORRES	78	158.22	238.6	317.2	398.8	474.0	550.1	626.6	701.4	779.3	850.7	923.4	996.2	1067.	1141.	1209.	1277.	1347.	1415.	1485.	1549.	1615.	1681.	1745.	1812.	1873.	1936.	1998.	2059.	2123.
NIELSEN	117.3	232.32	355.5	477.2	593.7	712.6	824.0	930.0	1037.	1139.	1234.	1339.	1443.	1545.	1647.	1740.	1833.	1927.	2023.	2112.	2207.	2296.	2381.	2465.	2550.	2636.	2722.	2807.	2892.	2975.

Figura 38. Total de errores acumulados no repetidos para 8000 errores como objetivo.

**Anexo D. Analisis Estadistico**

**1. Prueba de normalidad para las propuestas**

Esta prueba de normalidad se realizo para ver el tipo de distribución con los resultados finales obtenidos con cada propuesta, es decir considerando solo la cantidad de errores en total encontrados al final de cada prueba.



Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 39.** Prueba de normalidad para las propuestas en Spss

**Tabla 32.** Resultado de la prueba de normalidad para las propuestas.

	Propuesta	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Total Errores Acumulado	Nielsen	,058	4224	,000	,983	4224	,000
	Krug	,100	4224	,000	,955	4224	,000
	Torres	,054	4224	,000	,979	4224	,000

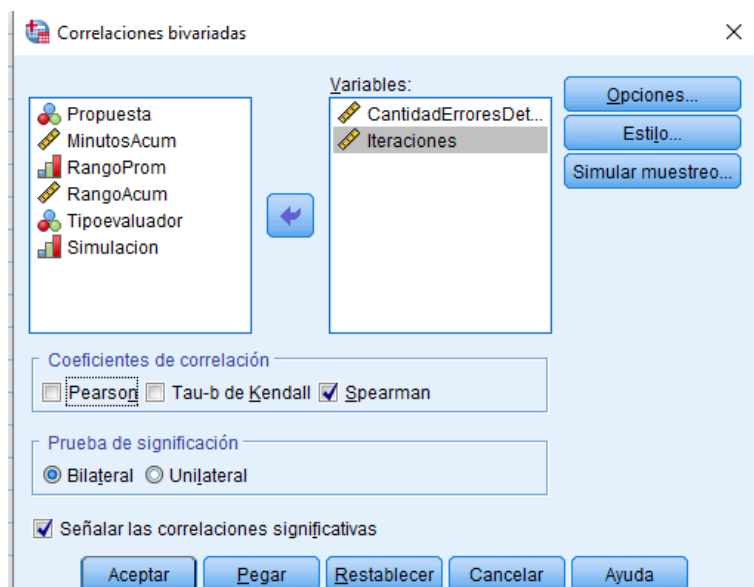
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Todas resultaron distribuciones no paramétricas. Por tanto, se aplicó la prueba de kruskal wallis.

## 2. Prueba de correlación de Spearman para las propuestas

Para comprobar cuán fuerte son las correlaciones realizamos una prueba de correlación de Spearman, primero entre la cantidad de errores detectados y las iteraciones



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 40.** Prueba de Spearman para las propuestas en Spss.

**Tabla 33.** Resultado de la Correlación de Spearman para las propuestas.

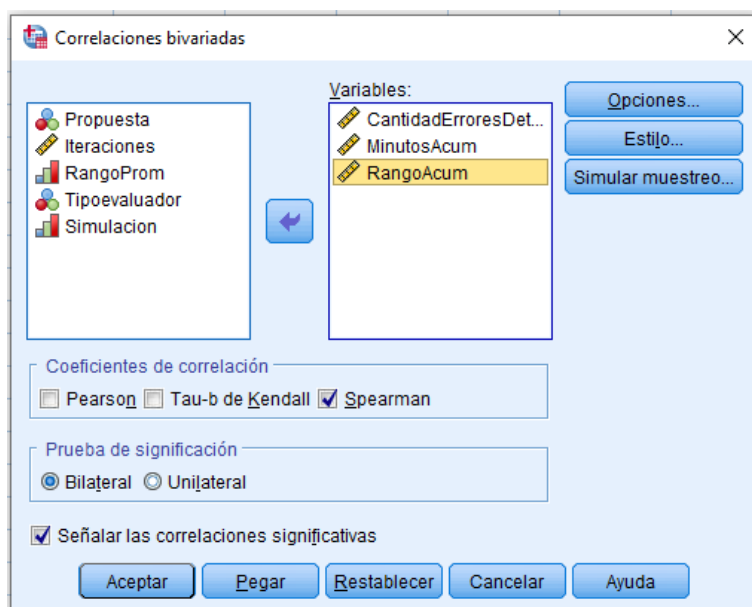
			Errores Detectados	Iteraciones
Rho de Spearman	Errores Detectados	Coeficiente de correlación	1,000	,858**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	12672	12672
	Iteraciones	Coeficiente de correlación	,858**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	12672	12672

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

Observamos que la significancia es 0.000 menor que 0,01 por lo que existe alta correlación entre el número de errores detectados y las iteraciones, además el coeficiente de correlación de Spearman nos dice que en un 85.8% de la cantidad de errores detectados se explica por el por el numero de iteraciones; dado que las iteraciones es un factor que obiamente influye sobre los errores detectados a su vez también influye en el rango acumulado, así como

el tiempo empleado, por tanto es más conveniente ver la correlación, entre la cantidad de errores detectados, el tiempo y el rango.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 41.** Prueba de Correlación para las propuestas en Spss

**Tabla 34.** Correlación de Spearman entre Errores detectados, Tiempo y Rango.

		<b>Correlaciones</b>			
		Errores Detectados	Minutos Acumulados	Rango Acumulado	
Rho de Spearman	Errores Detectados	Coeficiente de correlación	1,000	,547**	
		Sig. (bilateral)	.	,000	
		N	12672	12672	
	Minutos Acumulados	Coeficiente de correlación	,547**	1,000	-,300**
		Sig. (bilateral)	,000	.	,000
		N	12672	12672	12672
	Rango Acumulado	Coeficiente de correlación	-,504**	-,300**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	,000	.
		N	12672	12672	12672

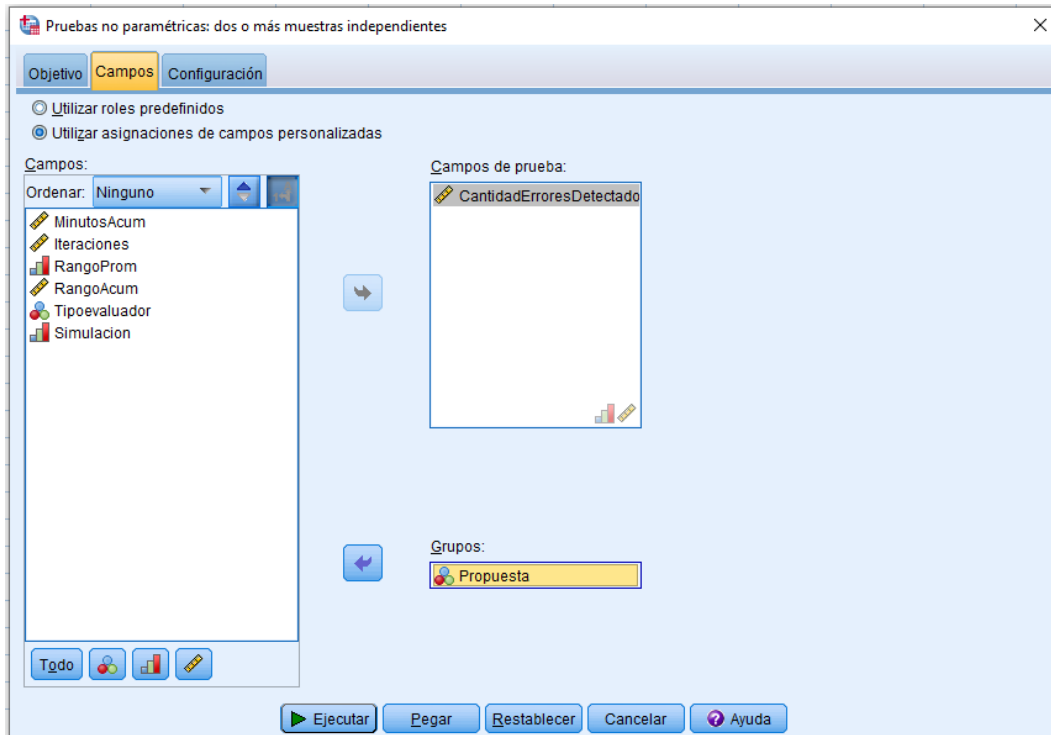
\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

Observamos que las significancias son de 0.000 menor que 0,01 por lo que existe alta correlación entre el número de errores detectados y el tiempo empleado, además también existe una alta correlación entre los errores detectados y el rango; el coeficiente de correlación nos

dice que en un 54.7% de los errores detectados se explica por el tiempo acumulado empleado, sin embargo el rango influye negativamente influye en un -50.4% en la detección de errores, esto podría parecer extraño, pero tiene sentido, debido a que a medida que se incrementa el rango, en la siguiente prueba quedan menos errores por detectar, por tanto una menor cantidad de errores detectados. Nos dice también que cuanto más alto el rango con menos pruebas encontraremos un mayor porcentaje de errores.

### 3. Prueba de Kruskal Wallis para las propuestas



Fuente: Elaboracion propia.

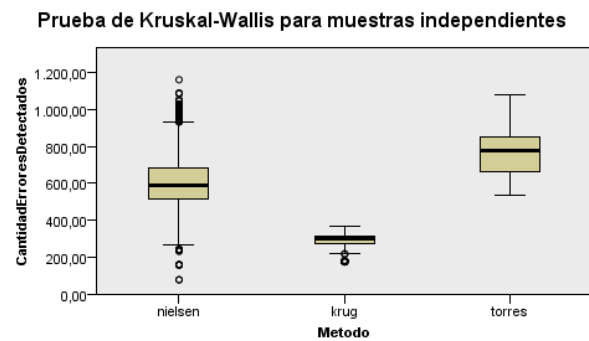
**Figura 42.** Prueba de Kruskal Wallis para las propuestas en Spss.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de CantidadErroresDetectados es la misma entre las categorías de Metodo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .05.

Fuente: Elaboracion propia

**Figura 43.** Resumen de la prueba de Kruskal Wallis para las propuestas.

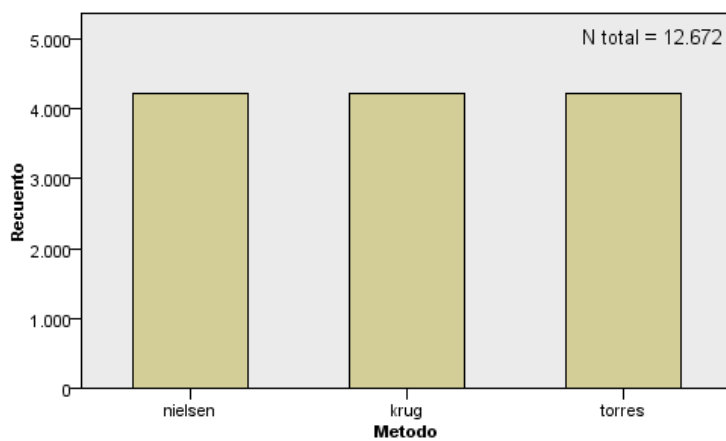


<b>N total</b>	12.672
<b>Estadístico de contraste</b>	9.558,017
<b>Grados de libertad</b>	2
<b>Sig. asintótica (prueba bilateral)</b>	,000

1. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Fuente: Elaboracion propia.

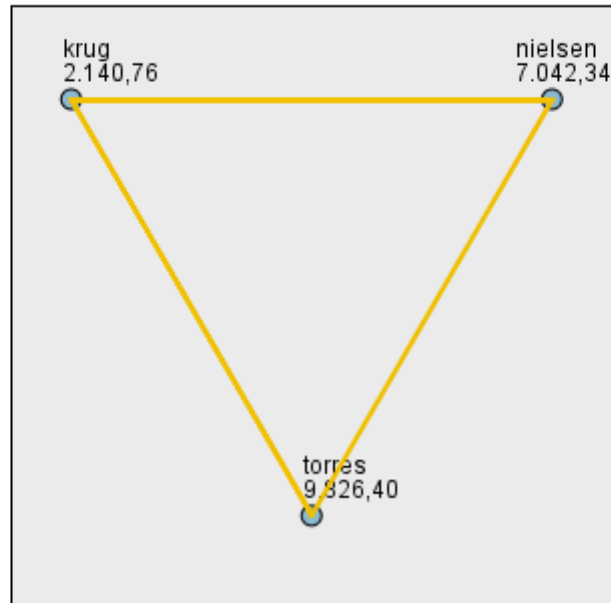
**Figura 44.** Diagrama de cajas y bigotes para las propuestas.



Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 45.** Informacion de campo categorico para las propuestas.

### Comparaciones entre parejas de Metodo



Cada nodo muestra el rango promedio de muestras de Metodo.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
krug-nielsen	4.901,579	79,602	61,576	,000	,000
krug-torres	-7.685,644	79,602	-96,551	,000	,000
nielsen-torres	-2.784,065	79,602	-34,975	,000	,000

Cada fila prueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas.  
Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es ,05.  
Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección de Bonferroni para varias pruebas.

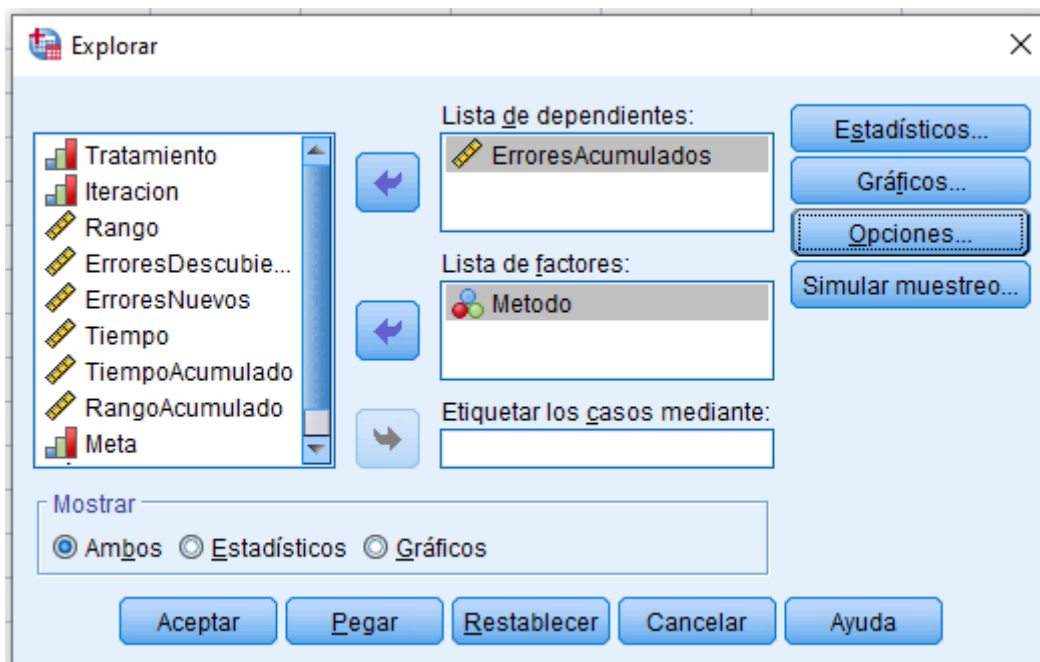
Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 46.** Diagrama de nodos y comparación entre propuestas.

La prueba de kruskall wallis no muestra que existe diferencia significativa entre las tres propuestas, resultando la propuesta de Torres la más efectiva en la detección de errores de usabilidad, seguida por la propuesta de Nielsen y la propuesta de Krug la menos efectiva.

#### 4. Prueba de normalidad para los métodos (Heurístico y Testing)

Esta prueba de normalidad se realizó para ver el tipo de distribución presenta los errores detectados, considerando todas las simulaciones con sus respectivas 50 iteraciones.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 47.** Prueba de normalidad para los métodos en Spss.

**Tabla 35.** Resultado de la Prueba de normalidad para los métodos Heurístico y Testing

		Pruebas de normalidad		
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Metodo	Estadístico	gl	Sig.
ErroresAcumulados	Testing	,185	211200	,000
	Heuristico	,199	211200	,000

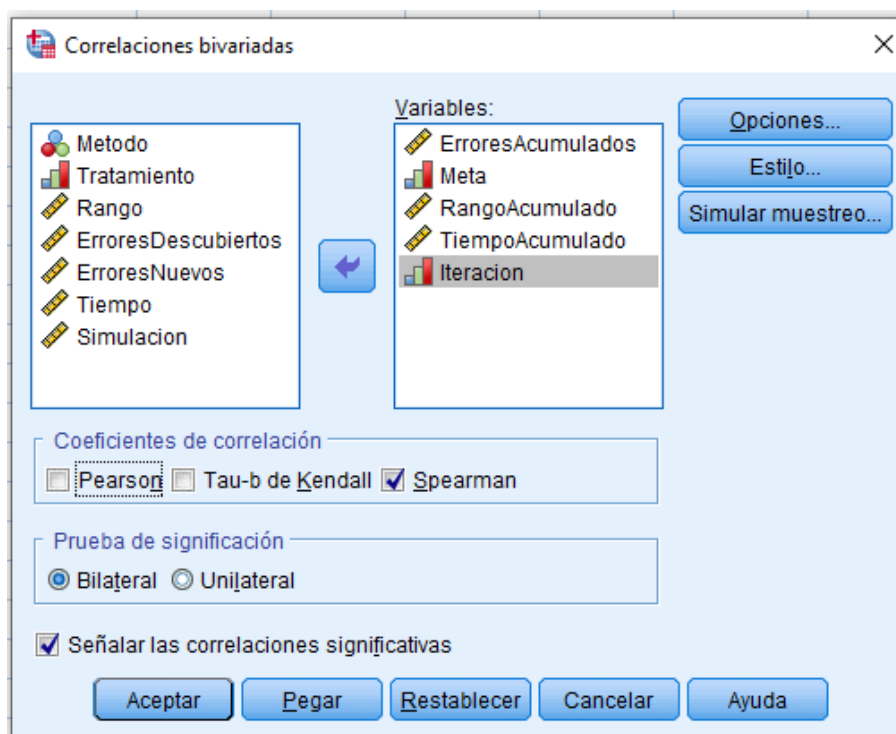
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Todas resultaron distribuciones no paramétricas.

## 5. Prueba de correlación de Spearman para los métodos (Heurístico y Testing)

Para comprobar cuán fuerte son las correlaciones realizamos una prueba de correlación de Spearman, este análisis de correlación es clave para determinar que factores son importantes en la detección de errores de usabilidad.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 48.** Prueba de correlación Spearman para los métodos Heurístico y Testing en Spss

En la **Tabla 36** observamos las correlaciones más significativas sobre los errores acumulados, se observa que existe una alta correlación entre todas las variables independientes con respecto a los errores acumulados; para empezar observemos la variable independiente meta, que este caso viene a ser los errores objetivos, tiene una alta correlación con los errores detectados de 71.5%; nos dice además que en un 52.9% de la cantidad de errores acumulados se explica por el número de iteraciones, también nos dice que en un 51.9% de los errores detectados se explica por el tiempo acumulado, observamos finalmente que el rango influye negativamente en un -11.5% en la detección de errores, pero como explicar esta aparente contradicción, sucede que al incrementarse los errores detectados producto de las iteraciones, se produce una considerable caída en la influencia del rango sobre los errores detectados, lo cual tiene sentido.

**Tabla 36.** Correlacion de Spearman Considerando las Iteraciones

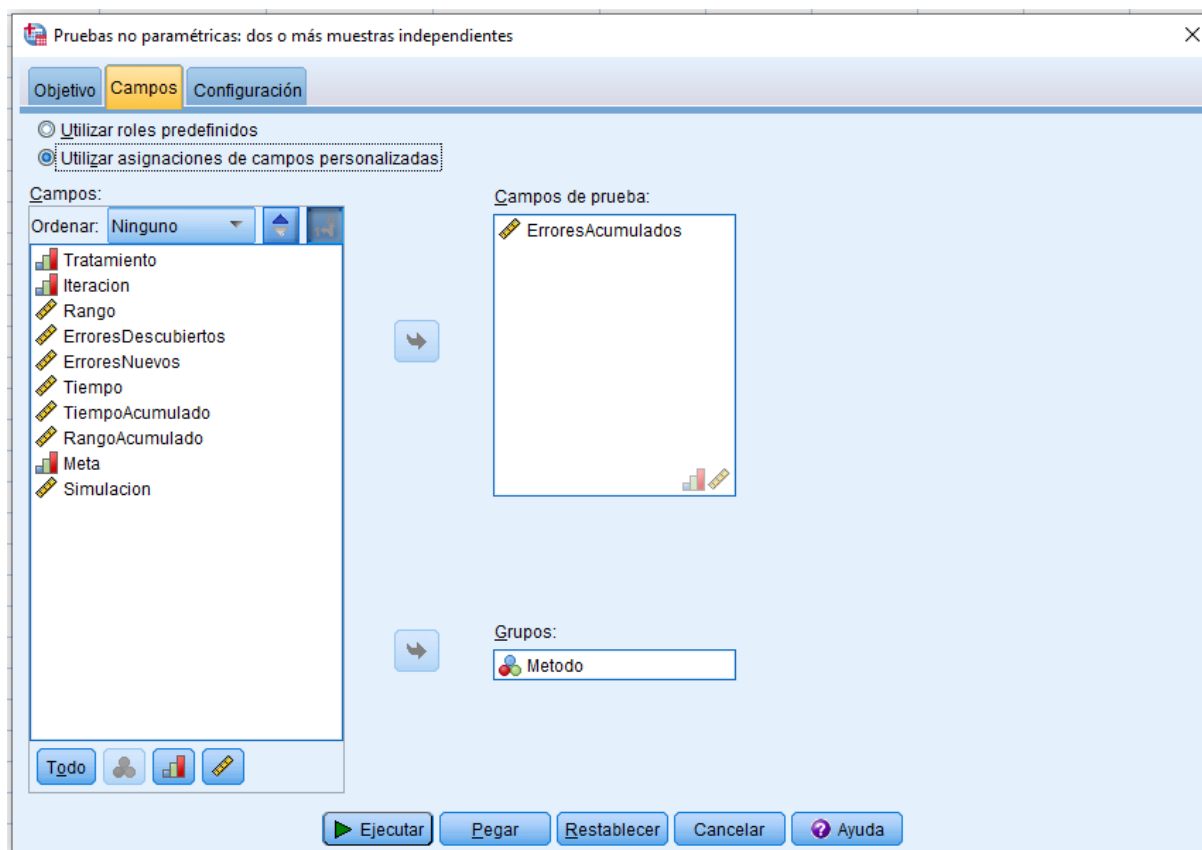
		Correlaciones					
		Errores Acumulados	Meta	Rango Acumulado	Tiempo Acumulado	Iteracion	
Rho de Spearman	Errores	Coefficiente de correlación	1.000	,715**	-,115**	,519**	,529**
	Acumulados	Sig. (bilateral)		0.000	0.000	0.000	,000
		N	422400	422400	422400	422400	422400
	Meta	Coefficiente de correlación	,715**	1.000	-,685**	0.000	0
		Sig. (bilateral)	0.000		0.000	1.000	1
		N	422400	422400	422400	422400	422400
	Rango	Coefficiente de correlación	-,115**	-,685**	1.000	,635**	,651**
		Sig. (bilateral)	0.000	0.000		0.000	,000
		N	422400	422400	422400	422400	422400
	Tiempo	Coefficiente de correlación	,519**	0.000	,635**	1.000	,834**
		Sig. (bilateral)	0.000	1.000	0.000		0
		N	422400	422400	422400	422400	422400
	Iteracion	Coefficiente de correlación	,529**	0.000	,651**	,834**	1
		Sig. (bilateral)	0.000	1.000	,000	0.000	
		N	422400	422400	422400	422400	422400

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

Ahora observamos las correlaciones entre variables independientes notamos que algunas estas correlacionadas lo cual podría ser un indicio de colinealidad; para empezar notamos que el rango tiene una fuerte influencia sobre la meta de un -68.5%; también vemos que el tiempo tiene una fuerte correlacion con el rango de un 63.5%, también se aprecia que las iteraciones tienen una correlacion fuerte el rango de 65.1%; y por ultimo la iteración también tiene una fuerte correlacion con el tiempo. Como hemos visto estas altas correlaciones entre variables independientes podrían significar que existe colinealidad entre las variables, pero después del análisis de colinealidad echo en las regresiones se descarto la existencia de colinealidad entre variables independientes.

## 6. Prueba de U de Mann Whitney para los metodos



Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 49.** Prueba U de Mann Whitney para los métodos en Spss.

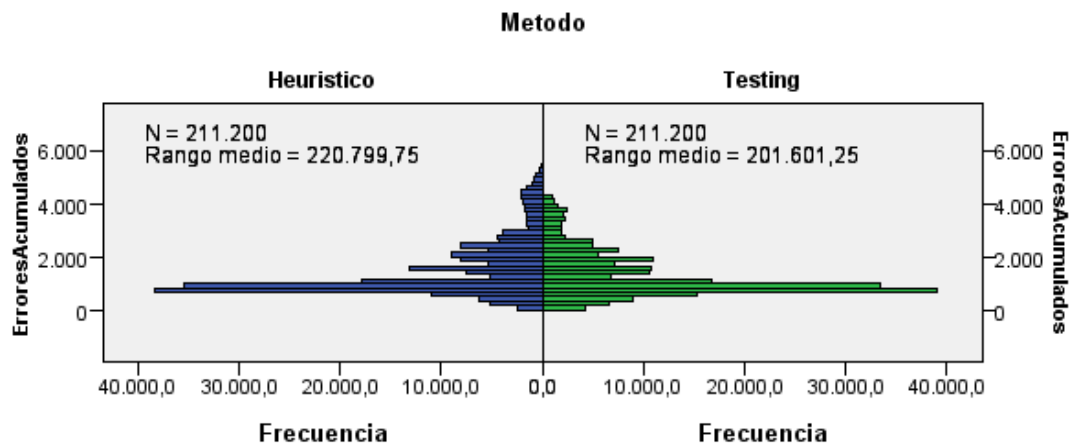
### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de ErroresAcumulados es la misma entre las categorías de Metodo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 50.** Resumen de la prueba de U de Mann Whitney para los métodos.



<b>N total</b>	422.400
<b>U de Mann-Whitney</b>	24.330.081.134,500
<b>W de Wilcoxon</b>	46.632.906.734,500
<b>Estadístico de contraste</b>	24.330.081.134,500
<b>Error estándar</b>	39.623.136,118
<b>Estadístico de contraste estandarizado</b>	51,166
<b>Sig. asintótica (prueba bilateral)</b>	,000

Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 51.** Prueba de U de Mann Whitney para los métodos Heuristico y de Testing.

## 7. Regresiones

### 7.1. Regresiones lineales

**Tabla 37.** Regresion con un valor (Tiempo)

Resumen del modelo <sup>b</sup>										
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F	Durbin-Watson
						Cambio en F	gl1	gl2		
1	,436 <sup>a</sup>	,190	,190	881,062	,190	99244,706	1	422398	,000	,067

a. Predictores: (Constante), TiempoAcumulado

b. Variable dependiente: ErroresAcumulados

ANOVA <sup>a</sup>						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	77,040,739,963,685	1	77,040,739,963,685	99,244,706	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	327,895,118,145,358	422398	776,270,527		
	Total	404,935,858,109,043	422399			

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

b. Predictores: (Constante), TiempoAcumulado

Coeficientes <sup>a</sup>								
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.	Estadísticas de colinealidad	
		B	Desv. Error	Beta	t		Tolerancia	VIF
1	(Constante)	832,678	2,308		360,758	,000		
	Tiempo Acumulado	,215	,001	,436	315,031	,000	1,000	1,000

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

Diagnósticos de colinealidad <sup>a</sup>						
Modelo	Dimensión	Autovalor	Índice de condición	Proporciones de varianza		
				(Constante)	Tiempo Acumulado	
1	1	1,809	1,000	,10	,10	
	2	,191	3,081	,90	,90	

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 38.** Regresion con un valor (Rango)

**Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F	Durbin-Watson
						Cambio en F	gl1	gl2		
1	,294 <sup>a</sup>	,087	,087	935,801	,087	40003,099	1	422398	,000	,168

a. Predictores: (Constante), RangoAcumulado

b. Variable dependiente: ErroresAcumulados

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	35031684090,748	1	35031684090,748	40003,099	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	369904174018,295	422398	875724,255		
	Total	404935858109,043	422399			

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

b. Predictores: (Constante), RangoAcumulado

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.	Estadísticas de colinealidad	
		B	Desv. Error	Beta	t		Tolerancia	VIF
1	(Constante)	1728,924	2,107		820,451	,000		
	RangoAcumulado	-118,310	,592	-,294	-200,008	,000	1,000	1,000

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

**Diagnósticos de colinealidad<sup>a</sup>**

Modelo	Dimensión	Autovalor	Índice de condición	Proporciones de varianza	
				(Constante)	Tiempo Acumulado
1	1	1,730	1,000	,13	,13
	2	,270	2,532	,87	,87

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 39.** Regresion con dos valores (Rango, Tiempo)**Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F	Durbin-Watson
						Cambio en F	gl1	gl2		
1	,804 <sup>a</sup>	,647	,647	582,097	,647	386338,595	2	422397	,000	,132

a. Predictores: (Constante), RangoAcumulado, TiempoAcumulado

b. Variable dependiente: ErroresAcumulados

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	261,811,947,349,650	2	130,905,973,674,825	386,338,595	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	143,123,910,759,413	422397	338,837,423		
	Total	404,935,858,109,063	422399			

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

b. Predictores: (Constante), RangoAcumulado, TiempoAcumulado

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.	Estadísticas de colinealidad	
		B	Desv. Error	Beta	t		Tolerancia	VIF
1	(Constante)	1048,179	1,553		675,110	,000		
	TiempoAcumulado	,454	,001	,921	818,101	,000	,660	1,516
	RangoAcumulado	-334,556	,453	-,832	-738,451	,000	,660	1,516

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

**Diagnósticos de colinealidad**

Dimensión	Autovalor	Índice de condición	Proporciones de varianza		
			Constante	Tiempo Acumulado	Rango Acumulado
1	2,577	1,000	,04	,03	,04
2	,271	3,087	,67	,00	,51
3	,152	4,112	,29	,97	,45

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 40.** Regresion con tres valores (Iteracion, Rango, Tiempo)

**Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F	Durbin-Watson
						Cambio en F	gl1	gl2		
1	,926 <sup>a</sup>	,857	,857	370,445	,857	842801,117	3	422396	,000	,075

a. Predictores: (Constante), Iteracion, RangoAcumulado, TiempoAcumulado

b. Variable dependiente: ErroresAcumulados

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	346970789525,432	3	115656929841,811	842801,117	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	57965068583,670	422396	137229,208		
	Total	404935858109,101	422399			

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

b. Predictores: (Constante), Iteracion, RangoAcumulado, TiempoAcumulado

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.	Estadísticas de colinealidad	
		B	Desv. Error	Beta	t		Tolerancia	VIF
1	(Constante)	573,552	1,157		495,603	,000		
	TiempoAcumulado	,209	,000	,425	445,485	,000	,372	2,687
	RangoAcumulado	-404,520	,302	-1,006	-1340,851	,000	,602	1,660
	Iteracion	52,010	,066	,767	787,756	,000	,358	2,794

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

**Diagnósticos de colinealidad<sup>a</sup>**

Modelo	Dimensión	Autovalor	Índice de condición	Proporciones de varianza			
				(Constante)	Tiempo Acumulado	Rango Acumulado	Iteracion
1	1	3,505	1,000	,02	,01	,02	,01
	2	,273	3,586	,43	,00	,53	,00
	3	,163	4,635	,35	,35	,44	,04
	4	,059	7,697	,21	,64	,02	,95

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 41.** Regresión con tres valores (Meta, Tiempo, Rango)

**Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F	Durbin-Watson
						Cambio en F	gl1	gl2		
1	,867 <sup>a</sup>	,751	,751	488,409	,751	425046,729	3	422396	,000	,173

a. Predictores: (Constante), Meta, TiempoAcumulado, RangoAcumulado

b. Variable dependiente: ErroresAcumulados

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	304176128838,925	3	101392042946,308	425046,729	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	100759729270,176	422396	238543,285		
	Total	404935858109,101	422399			

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

b. Predictores: (Constante), Meta, TiempoAcumulado, RangoAcumulado

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.	Estadísticas de colinealidad	
		B	Desv. Error	Beta	t		Tolerancia	VIF
1	(Constante)	495,146	1,849		267,775	,000		
	TiempoAcumulado	,353	,001	,716	674,028	,000	,521	1,918
	RangoAcumulado	-193,211	,507	-,480	-381,127	,000	,371	2,696
	Meta	,181	,000	,431	421,421	,000	,562	1,778

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

**Diagnósticos de colinealidad<sup>a</sup>**

Modelo	Dimensión	Autovalor	Índice de condición	Proporciones de varianza			
				(Constante)	Tiempo Acumulado	Rango Acumulado	Meta
1	1	3,022	1,000	,02	,02	,01	,02
	2	,740	2,021	,00	,01	,09	,20
	3	,165	4,282	,45	,55	,03	,03
	4	,074	6,398	,53	,43	,87	,75

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 42.** Regresion con cuatro variables (Meta, Iteracion, Tiempo, Rango)

**Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F	Durbin-Watson
						Cambio en F	gl1	gl2		
1	,948 <sup>a</sup>	,900	,900	310,349	,900	945456,932	4	422395	,000	,118

a. Predictores: (Constante), Meta, Iteracion, TiempoAcumulado, RangoAcumulado

b. Variable dependiente: ErroresAcumulados

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	364252266200,746	4	91063066550,186	945456,932	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	40683591908,337	422395	96316,462		
	Total	404935858109,083	422399			

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

b. Predictores: (Constante), Meta, Iteracion, TiempoAcumulado, RangoAcumulado

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.	Estadísticas de colinealidad	
		B	Desv. Error	Beta	t		Tolerancia	VIF
1	(Constante)	266,903	1,210		220,581	,000		
	TiempoAcumulado	,173	,000	,352	430,671	,000	,356	2,812
	RangoAcumulado	-301,812	,350	-,750	-861,703	,000	,314	3,188
	Iteracion	45,393	,057	,669	789,770	,000	,331	3,017
	Meta	,120	,000	,286	423,585	,000	,521	1,920

**Diagnósticos de colinealidad<sup>a</sup>**

Modelo	Dimensión	Autovalor	Índice de condición	(Constante)	Proporciones de varianza			
					Tiempo Acumulado	Rango Acumulado	Iteracion	Meta
1	1	3,948	1,000	,01	,01	,01	,00	,01
	2	,748	2,298	,01	,00	,06	,00	,20
	3	,171	4,802	,46	,27	,05	,02	,02
	4	,074	7,306	,48	,23	,79	,01	,73
	5	,058	8,218	,04	,49	,09	,97	,05

a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 43.** Regresion con cinco variables (Metodo, Iteracion, Meta, Rango, Tiempo)**Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F	Durbin-Watson
						Cambio en F	gl1	gl2		
1	,949 <sup>a</sup>	,901	,901	307,941	,901	769565,518	5	422394	,000	,949 <sup>a</sup>

a. Predictores: (Constante), Metodo, Iteracion, Meta, RangoAcumulado, TiempoAcumulado

b. Variable dependiente: ErroresAcumulados

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	364881150583,077	5	72976230116,615	769565,518	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	40054707525,962	422394	94827,833		
	Total	404935858109,039	422399			

b. Predictores: (Constante), Metodo, Iteracion, Simulacion, RangoAcumulado, TiempoAcumulado

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.	Estadísticas de colinealidad	
		B	Desv. Error	Beta	t		Tolerancia	VIF
1	(Constante)	31,857	3,126		10,192	,000		
	TiempoAcumulado	,119	,001	,241	151,670	,000	,093	10,779
	RangoAcumulado	-301,820	,348	-,750	-868,460	,000	,314	3,188
	Meta	,122	,000	,286	426,877	,000	,521	1,920
	Iteracion	51,279	,092	,756	556,937	,000	,127	7,864
	Metodo	156,687	1,924	,080	81,436	,000	,243	4,122

**Diagnósticos de colinealidad<sup>a</sup>**

Modelo	Dimensión	Autovalor	Índice de condición	(Constante)	Proporciones de varianza				
					Tiempo Acumulado	Rango Acumulado	Meta	Iteracion	Metodo
1	1	4,823	1,000	,00	,00	,00	,01	,00	,00
	2	,756	2,526	,00	,00	,07	,18	,00	,00
	3	,217	4,712	,03	,02	,00	,11	,03	,03
	4	,129	6,121	,02	,11	,18	,08	,02	,04
	5	,068	8,415	,04	,00	,75	,63	,15	,00
	6	,008	25,123	,91	,87	,00	,00	,80	,92

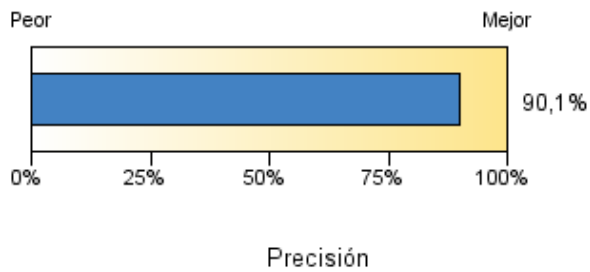
a. Variable dependiente: ErroresAcumulados

Fuente: Elaboración propia.

## 7.2. Modelado lineal automatico con 4 variables

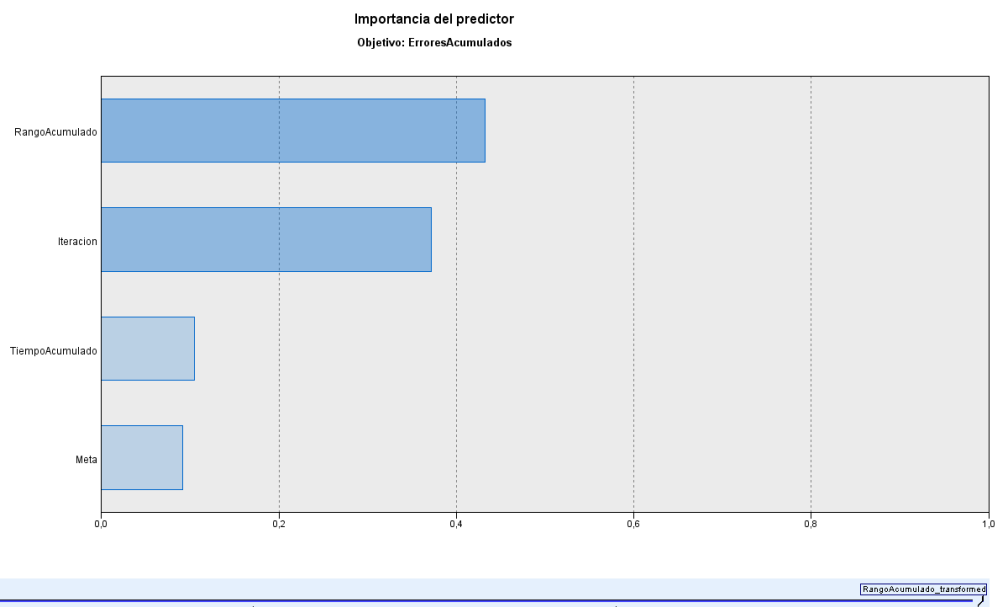
<b>Destino</b>	ErroresAcumulados
<b>Preparación de datos automática</b>	Activo
<b>Método de selección de modelos</b>	Paso adelante
<b>Criterio de información</b>	4.840.024,140

El criterio de información se utiliza para comparar con modelos. Los modelos con valores de criterio de información menores se ajustan mejor.



Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 52.** Resumen del modelo de regresión automatico.



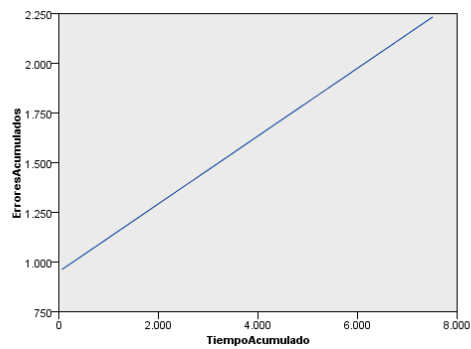
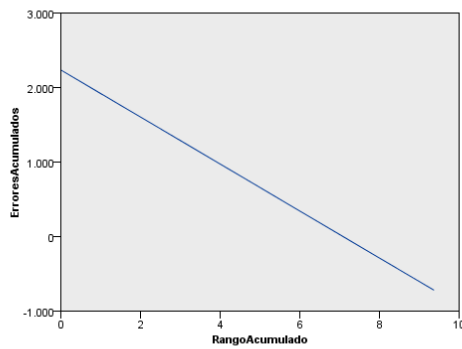
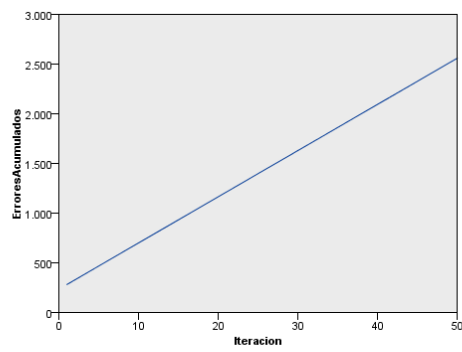
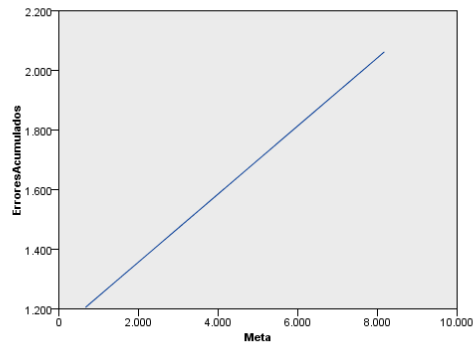
Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 53.** Resumen del modelo de regresión automatico.

### Medias estimadas

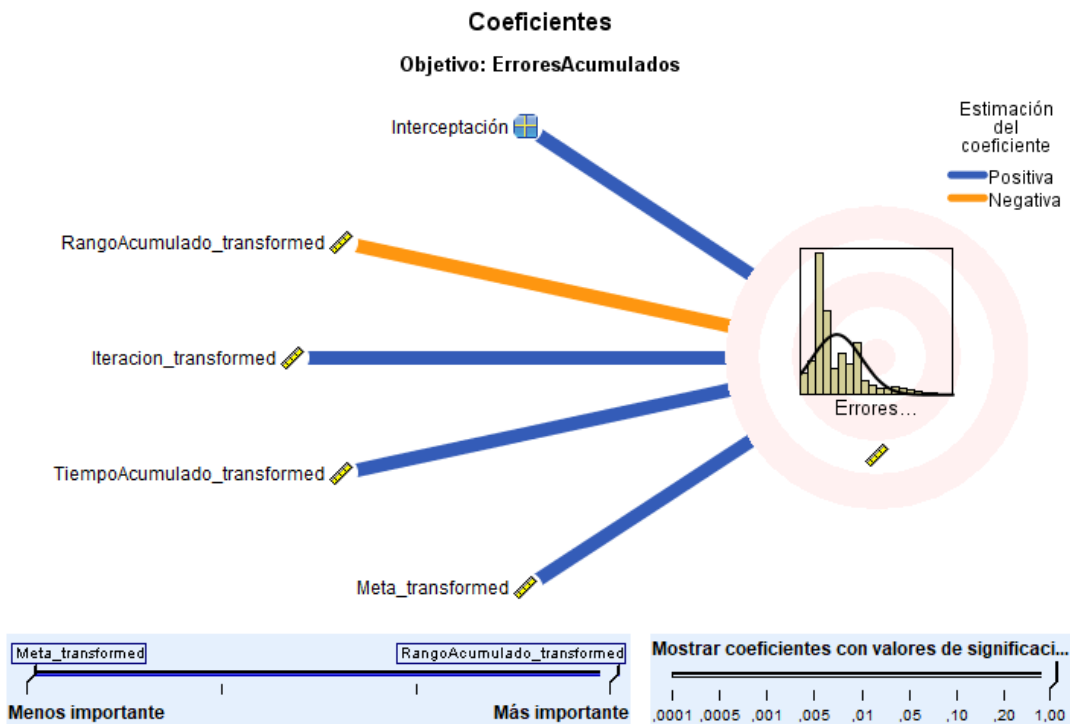
#### Objetivo: ErroresAcumulados

Se muestran gráficos de medias estimadas para los diez primeros efectos significativos ( $p < .05$ ).



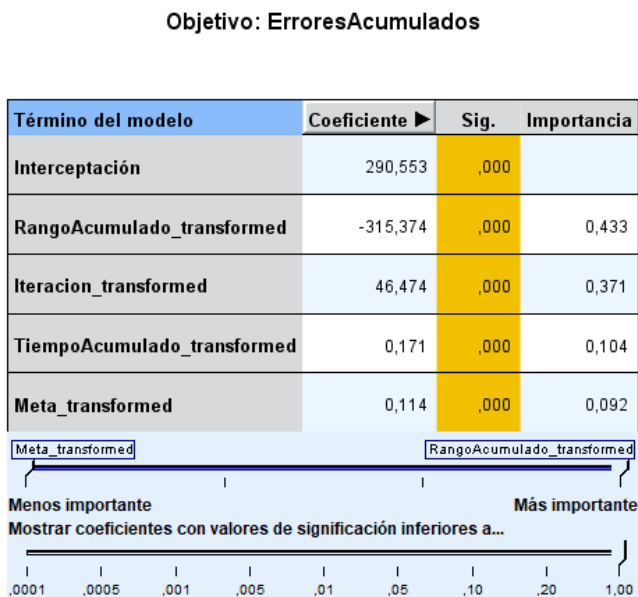
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 54.** Medias de errores estimados con el modelo de regresión automático.



Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 55.** Influencia de las variables independientes sobre la detección de errores



Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 56.** Coeficientes de regresion lineal automática.

## Anexo E. Analisis Economico

### 1. Variables

Para el análisis económico se consideraron los siguientes costos:

MO: Mano obra

SER: Servicios

MAT: Materiales

SOF: Software

MOB: Mobiliario

INS: Instalaciones

EQ: Equipos

Donde:

$$\text{COSTO TOTAL} = \text{MO} + \text{MAT} + \text{MOB} + \text{EQ} + \text{SER} + \text{SOF} + \text{INS}$$

### 2. Análisis económico de la propuesta de Nielsen

Donde:

$C_N$ : Costo total de cada evaluación usando la propuesta de Nielsen.

MO: Costo total de la mano de obra del experto.

$CU_N$ : Costo de detectar un error de usabilidad con la propuesta de Nielsen.

$C_N$ : Costo total de cada evaluación usando la propuesta de Nielsen

$CE_N$ : Cantidad de errores detectados con la propuesta de Nielsen.

En el caso de la propuesta de Nielsen el costo queda en función de la mano de obra del experto al no hacer uso de otros recursos.

$$\text{MO} = \text{MO}_1 + \text{MO}_2 + \text{MO}_3 + \text{MO}_4 + \text{MO}_5$$

$$C_N = \text{MO}$$

Costo unitario de la propuesta de Nielsen:

$$CU_N = \frac{C_N}{CE_N}$$

### 3. Análisis económico de la propuesta de Krug

Donde:

$C_K$ : Costo total de cada evaluación usando la propuesta de Krug

$MO$ : Costo total de la mano de obra del usuario.

$CU_K$ : Costo de detectar un error de usabilidad con la propuesta de Krug.

$C_K$ : Costo total de cada evaluación usando la propuesta de Krug

$CE_K$ : Cantidad de errores detectados con la propuesta de Krug.

En el caso de la propuesta de Krug el costo pudiera tener que agregarse el costo de la infraestructura, pero para la presente no se consideró de hacer el costo subiría considerablemente.

$$MO=MO_1+MO_2+MO_3$$

$$C_K= MO+MAT+MOB+EQ+SOF+SER+INS$$

Costo unitario de la propuesta de Krug:

$$CU_K = \frac{C_K}{CE_K}$$

### 4. Análisis económico de la propuesta de Torres

Donde:

$C_T$ : Costo total de cada evaluación usando la propuesta de Torres

$MO$ : Costo total de la mano de obra del usuario.

$CU_T$ : Costo de detectar un error de usabilidad con la propuesta de Torres.

$C_T$ : Costo total de cada evaluación usando la propuesta de Torres

$CE_T$ : Cantidad de errores detectados con la propuesta de Torres.

En el caso de la propuesta de Torres el costo también podría tener que agregarse el costo de la infraestructura, pero para la presente no se consideró asignándole monto de cero.

$$MO=MO_1+MO_2+MO_3$$

$$C_T= MO+MAT+MOB+EQ+SOF+SER+INS$$

Costo unitario de la propuesta de Krug:

$$CU_T = \frac{C_T}{CE_T}$$

## 5. Resultados del análisis económico

**Tabla 44.** Analisis economico sin equipamento.

		SIN EQUIPAMENTO					
		KRUG		TORRES		NIELSEN	
		$CU_K = \frac{C_K}{CE_K}$		$CU_T = \frac{C_T}{CE_T}$		$CU_N = \frac{C_N}{CE_N}$	
Errores Objetivo	C <sub>K</sub> =	C <sub>T</sub> =		C <sub>N</sub> =			
	MO+MAT+MOB+EQ+SOF+SER+INS	MO+MAT+MOB+EQ+SOF++SER+INS		MO+MAT+MOB+EQ+SOF+SER+INS			
	C <sub>K</sub> = 150+52+9440+12015+120+1446+0	C <sub>T</sub> = 500+52+9440+12015+120+1446+0		C <sub>N</sub> = 1250+0+0+0+0+0+0			
	C <sub>K</sub> = 23,223.00	C <sub>T</sub> = 23,573.00		C <sub>N</sub> = 1,250.00			
	PEE	CUPE	PEE	CUPE	PEE	CUPE	
<b>660</b>	291.09	79.78	574.50	41.03	493.41	2.53	
<b>760</b>	303.01	76.64	524.57	44.94	629.83	1.98	
<b>860</b>	295.44	78.60	658.14	35.82	552.66	2.26	
<b>960</b>	308.11	75.37	704.38	33.47	569.14	2.2	
<b>1060</b>	302.33	76.81	722.74	32.62	582.55	2.15	
<b>1560</b>	305.76	75.95	624.08	37.77	819.44	1.53	
<b>2060</b>	298.33	77.84	839.65	28.07	634.49	1.97	
<b>2560</b>	296.23	78.39	870.97	27.07	697.52	1.79	
<b>3060</b>	311.45	74.56	930.63	25.33	630.94	1.98	
<b>6060</b>	274.04	84.74	860.25	27.40	731.83	1.71	
<b>8000</b>	238.57	97.34	779.33	30.25	593.72	2.11	
Promedio	293.12	79.64	735.38	33.07	630.50	2.02	

PEE=Promedio de errores encontrado = (CE<sub>T</sub>, CE<sub>K</sub>, CE<sub>N</sub>)

CUTE=Costo unitario por error encontrado

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 45.** Analisis economico con equipamiento.

CON EQUIPAMIENTO						
	KRUG		TORRES		NIELSEN	
	$CU_K = \frac{C_K}{CE_K}$		$CU_T = \frac{C_T}{CE_T}$		$CU_N = \frac{C_N}{CE_N}$	
<b>Errores</b>	C <sub>K</sub> =		C <sub>T</sub> =		C <sub>N</sub> =	
<b>Objetivo</b>	MO+MAT+MOB+EQ+SOF+SER+INS		MO+MAT+MOB+EQ+SOF+SER+INS		MO+MAT+MOB+EQ+SOF+SER+INS	
	C <sub>K</sub> = 150+0+0+0+0+0		C <sub>T</sub> = 500+0+0+0+0+0		C <sub>N</sub> = 1250+0+0+0+0+0	
	<b>C<sub>K</sub>= 150.00</b>		<b>C<sub>T</sub>= 500.00</b>		<b>C<sub>N</sub>= 1,250.00</b>	
	PEE	CUPE	PEE	CUPE	PEE	CUPE
<b>660</b>	291.09	0.52	574.50	0.87	493.41	2.53
<b>760</b>	303.01	0.50	524.57	0.95	629.83	1.98
<b>860</b>	295.44	0.51	658.14	0.76	552.66	2.26
<b>960</b>	308.11	0.49	704.38	0.71	569.14	2.2
<b>1060</b>	302.33	0.50	722.74	0.69	582.55	2.15
<b>1560</b>	305.76	0.49	624.08	0.80	819.44	1.53
<b>2060</b>	298.33	0.50	839.65	0.60	634.49	1.97
<b>2560</b>	296.23	0.51	870.97	0.57	697.52	1.79
<b>3060</b>	311.45	0.48	930.63	0.54	630.94	1.98
<b>6060</b>	274.04	0.55	860.25	0.58	731.83	1.71
<b>8000</b>	238.57	0.63	779.33	0.64	593.72	2.11
Promedio	293.12	0.51	735.38	0.70	630.50	2.02

PEE=Promedio de errores encontrado = (CE<sub>T</sub>, CE<sub>K</sub>, CE<sub>N</sub>)

CUTE=Costo unitario por error encontrado

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo F. Costos

**Tabla 46.** Costos de la tesis.

<b>Concepto</b>	<b>Costo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Totales</b>
Mano de obra			450
*Voluntarios	50 por hora	5 horas	250
*Expertos	100 por hora	2 horas	200
Materiales			412
*Papeles	16 millar	2 millares	32
*Lapiceros	1 unidad	20 lapiceros	20
*Libros	120 unidad	3 libros	360
*Tinta de impresión	95 paquete	1 paquete	95
Mobiliario			1720
Sillas	260 unidad	2 sillas	520
Mesas	600 unidad	2 mesas	1200
Equipo			8216
Laptop	3400 unidad	2 laptops	6800
Impresora	950 unidad	1 impresora	950
Router	200 unidad	2 routers	400
*Cable utp	1.5 metro	40 metros	60
*Conectores RJ45	1.5 unidad	4 unidades	6
Servicios			1450
*Internet	141 mensual	11 meses	846
*Electricidad	100 mensuales	11 meses	600
*Crimpeado	1 unidad	4 unidades	4
Software			120
*Filmora	60 trimestral	1 licencia temporal	60
*Windows 10	60 unidad	1 licencia infinita	60
		Costo total	12368
		*Inversion Propia	2498

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 47.** Costos de las pruebas.

	<b>Concepto</b>	<b>Costo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Totales</b>
mano de obra				1900
	Voluntarios Krug	50 por hora	3 horas	150
	Voluntarios Torres	50 por hora	10 horas	500
	Expertos Nielsen	100 por hora	12.5 horas	1250
Materiales				52
	Papeles	16 millar	2 millares	32
	Lapiceros	1 unidad	20 lapiceros	20
Mobiliario				9440
	Sillas	260 unidad	5 sillas	1300
	Mesas	1500 unidad	2 mesas	3000
	Sillones	1700 conjunto	1 conjunto	1700
	Escritorios	380 unidad	2 escritorios	760
	Pizarra	330 unidad	1 pizarra	330
	Televisor	2050 unidad	1 televisor	2050
	Estante	300 unidad	1 estante	300
Equipo				12015
	Cable utp	215 rollo	1 rollo	215
	Router	700 unidad	1 Router	700
	Switch	200 unidad	1 switch	200
	Cámara	2000 unidad	1 cámara	2000
	Impresora	900 unidad	1 impresora	900
	Televisor	5000 unidad	1 televisor	5000
	Computadoras	3000 unidad	2 computadoras	3000
Servicios				1446
	Internet	141 mensual	6 meses	846
	Electricidad	100 mensuales	6 meses	600
Software				120
	Filmora	60 trimestral	1 licencia temporal	60
	Windows 10	60 unidad	1 licencia infinita	60
<b>Costo total</b>				<b>24973</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 48.** Costos totales de cada prueba.

---

Costo por prueba sin equipamiento	Costo de utilizar la propuesta de Krug	23223
	Costo de utilizar la propuesta de Torres	23573
	Costo de utilizar la propuesta de Nielsen	1250
<hr/>		
Costo por prueba con equipamiento	Costo de utilizar la propuesta de Krug	150
	Costo de utilizar la propuesta de Torres	500
	Costo de utilizar la propuesta de Nielsen	1250

---

Fuente: Elaboración propia.

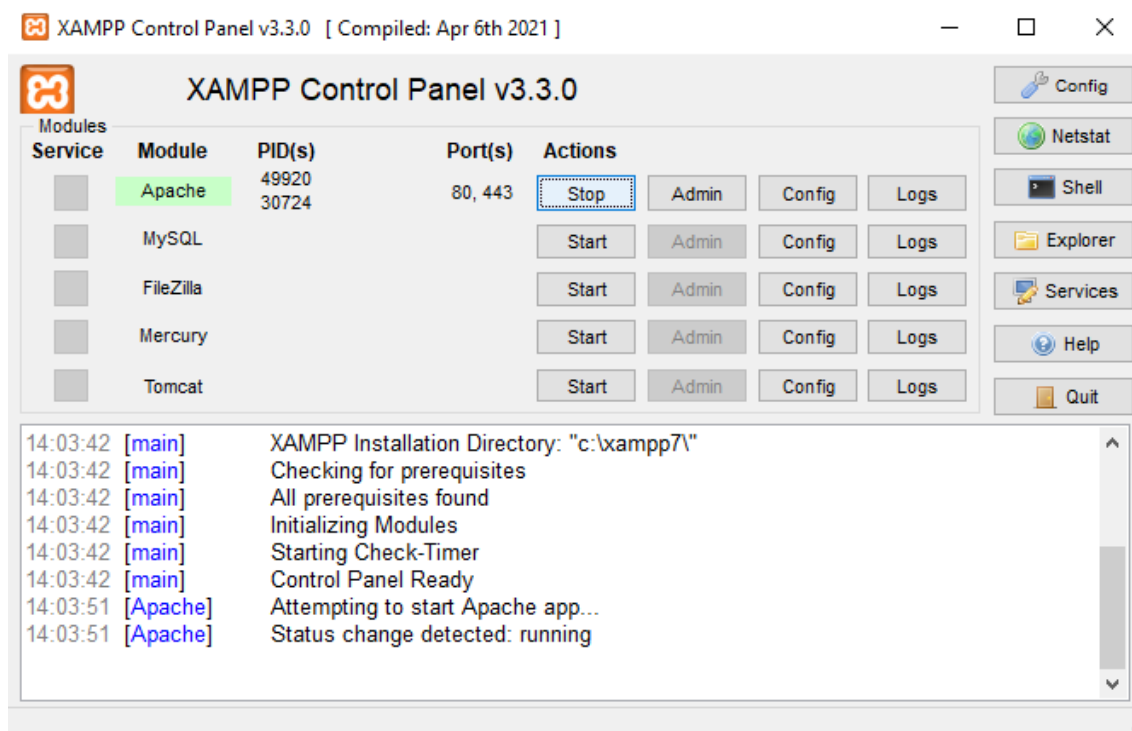
## Anexo G. Manual de uso del simulador

### Requisitos:

Tener conocimientos básicos de php, javascript y html.

Instalar el XAMPP server u otro software similar que nos permita gestionar apache server.

Luego una vez instalado activamos abrimos el XAMPP y activamos el apache server



Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 57.** Xampp Server.

Luego entramos a nuestra carpeta donde está instalado el XAMPP server, en mi caso entro en la siguiente dirección:

C:\xampp\ htdocs

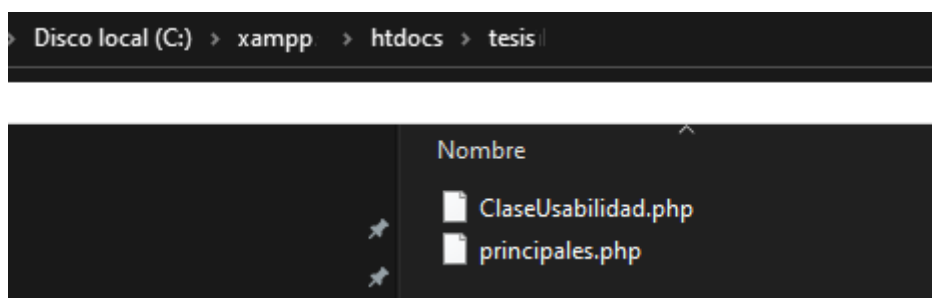
### Configuramos la carpeta de trabajo

Ahí creamos una carpeta que contendrá nuestros archivos, en mi caso la carpeta se llamó "tesis"

Quedando asi:

C:\xampp\ htdocs\tesis

Dentro de esta carpeta hay que pegar 2 archivos "ClaseUsabilidad.php" y "principal.php"



Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 58.** Archivos php necesarios.

Dentro de la carpeta “principal.php” hay que configurar los siguientes parámetros. Primero para poder usar la ClaseUsabilidad primero dentro del archivo “principal.php” hay que escribir la siguiente línea que sirve para decirle al lenguaje que requerirá el archivo “ClaseUsabilidad.php”:

```
require "ClaseUsabilidad.php";
```

Una vez hecho esto lo siguiente es asignarles valores a las variables que luego se pasaran al constructor de la clase.

```
$NumeroTratamientos=384;//es el numero
$NumeroErroresTotalesAproximado=560;//aquí lo llamamos errores objetivo
$Repeticiones=50;// hasta que repetición se simulara
$RangoMinimoKrugTorres=17.69;// porcentaje de eficacia minimo para el método de testing
$RangoMaximoKrugTorres=24.52;// porcentaje de eficacia maximo para el método de testing
$RangoMinimoNielsen=10.86; // porcentaje de eficacia minimo para el método heurístico
$RangoMaximoNielsen=45.71; // porcentaje de eficacia maximo para el método heurístico
$Prop_Heuristica_VisibilidadKT=0.34; //proporción de errores de visibilidad del estado del sistema
$Prop_Heuristica_RealidadKT=0.13; //proporción de errores de relación con la realidad
$Prop_Heuristica_ControlKT=0.15; //proporción de errores de Control
$Prop_Heuristica_EstandaresKT=0.05; //proporción de errores de consistencia y estandares
$Prop_Heuristica_ErroresKT=0.04; //proporción de errores relacionado con la prevención de errores
$Prop_Heuristica_ReconocimientoKT=0.08; //proporción de errores de Reconocimiento
$Prop_Heuristica_FlexibilidadKT=0.08; //proporción de errores de Flexibilidad
$Prop_Heuristica_EsteticaKT=0.07; //proporción de errores de Estetica y minimalismo
$Prop_Heuristica_RecuperacionKT=0.01; //proporción de errores de Recuperación de errores
$Pro_Heuristica_AyudaKT=0.07; //proporción de errores de ayuda y documentacion
```

Luego creamos una instancia de la ClaseUsabilidad y le pasamos todas las variables con los valores introducidos

```
$CUK = new
ClaseUsabilidad($NumeroTratamientos,$NumeroErroresTotalesAproximado,$Repeticiones,
$RangoMinimoKrugTorres,$RangoMaximoKrugTorres,$Prop_Heuristica_VisibilidadKT,$Pr
op_Heuristica_RealidadKT,$Prop_Heuristica_ControlKT,$Prop_Heuristica_EstandaresKT,$
Prop_Heuristica_ErroresKT,$Prop_Heuristica_ReconocimientoKT,$Prop_Heuristica_Flexibil
idadKT,$Prop_Heuristica_EsteticaKT,$Prop_Heuristica_RecuperacionKT,$Pro_Heuristica_
AyudaKT);
```

Lo más importante que hay que saber después de esto es que los datos de toda la simulación se guardan en dos variables:

- `public $TratamientoM=array();`
- `public $tratamientoInversoM=array();`

Las que instanciamos de la siguiente manera:

`$CUK-> TratamientoM;`

`$CUK-> tratamientoInversoM;`

Donde:

```
public $TratamientoM=array(); // te da la opción de recorrer los datos primero iteración por iteración para cada tratamiento
```

Ejemplo: para 300 tratamientos con 30 repeticiones

```
$tratamiento=$CUK-> TratamientoM;
```

```
for($i=1;$i<=300;$i++)
```

```
{
```

```
    for($j=1;$j<=30;$j++)
```

```
    {
```

```
        $tratamiento[$i][$j]; // donde $i es el número de tratamiento y $j es el número de iteración del tratamiento
```

```
    }
```

```
}
```

```
public $tratamientoInversoM=array(); // te permite recorrer los datos primero por tratamiento por tratamiento en su respectiva iteración.
```

Ejemplo: para 200 tratamientos con 50 repeticiones

```
$inverso=$CUK-> tratamientoInversoM;
```

```
for($i=1;$i<=50;$i++)
```

```
{
```

```
    for($j=1;$j<=200;$j++)
```

```
    {
```

```
        $inverso[$i][$j]; // donde $i es el número de repetición del tratamiento y $j es el número de tratamiento
```

```
    }
```

```
}
```

```
$CUK->Vista_Datos_Generales(); // nos imprime los datos generales de la simulación
```

Para la presentación de los datos se usó la librería Chart.js con la siguiente configuración de código, esto también va dentro del archivo principal.php en las últimas líneas de código después del `</body>`.











## Anexo H. Algoritmo del simulador

El algoritmo para la simulación de detección de errores de usabilidad sigue la siguiente lógica, imaginemos que el cuadrado de la figura representa el total de errores que tiene una aplicación y cada cuadradito vendría a ser un error en este caso tendría 16 errores


Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 59.** Algoritmo – representacion de errores por una malla.

Luego imaginemos que aplicamos una prueba para la detección de errores de usabilidad gráficamente quedaría representado de la siguiente manera y cada “x” significaría un error detectado

x			
			x
		x	
x			

Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 60.** Algoritmo (representacion de errores por una malla).

Luego aplicamos una segunda prueba entonces quedaría representado de la siguiente manera

	x	x	
x			x
		x	

Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 61.** Algoritmo (representacion de primera iteracion).

Luego aplicamos una tercera y cuarta prueba y finalmente tendríamos un conjunto de 4 pruebas con sus respectivos hallazgos representados en la figura.

X			X	X		X			X	X		X		X	X
				X		X							X		X
	X				X			X			X		X	X	
	X		X	X						X		X			X

Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 62.** Algoritmo (representacion de la deteccion de errores por iteracion).

Ahora que sucede si unimos los resultados de cada prueba, nótese que en algunas pruebas se repiten los errores encontrados, entonces al ir fusionando nos quedaría de la siguiente forma:

En la primera fusión o acumulación de resultados nos quedaría así:

X		X	X
X	X	X	
	X		
X	X		X

Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 63.** Algoritmo (representacion de la primera acumulacion de errores).

Cuando agregamos o fusionamos la tercera prueba nos queda así:

X	X	X	X
X	X	X	
X	X		X
X	X	X	X

Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 64.** Algoritmo (representacion de la segunda acumulacion de errores).

Finalmente, al juntar los hallazgos de todas las pruebas nos queda así.

X	X	X	X
X	X	X	X
X	X	X	X
X	X	X	X

Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 65.** Algoritmo (representacion de la ultima acumulacion de errores).

El algoritmo sigue exactamente esta lógica solo que con mayor complejidad.

- 1: Asigna los valores a las variables con que queremos simular.
- 2: Del total de errores objetivo se reparte proporcionalmente a los porcentajes asignados marcándolos a todos como errores sin descubrir
- 3: por cada heurística se le asigna una cantidad de errores detectables en proporción a la cantidad definida al inicio; en el caso de ser porcentajes muy pequeños iteración por iteración se va acumulando el valor porcentual hasta que pueda convertirse en un valor entero.
- 4: por cada iteración se selección aleatoriamente una cantidad de errores marcándolos como detectados en el caso de que aún no hayan sido encontrados en una iteración previa.
- 3: Se guardan los valores de cada simulación en las variables Tratamiento y TratamientoInverso.

## Anexo I. Código fuente de la clase “ClaseUsabilidad.php”

```

<?php
class ClaseUsabilidad
{
    public $TratamientoM=array();
    public $tratamientoInversoM=array();
    public $TotalErrores;
    public $repeticiones;
    public $NumeroTratamientos;
    public $rangoMinimo;
    public $rangoMaximo;
    public $ErroresConcretos=array();
    public $ErroresConcretos_visibilidad=array();
    public $ErroresConcretos_Realidad=array();
    public $ErroresConcretos_Control=array();
    public $ErroresConcretos_Estandares=array();
    public $ErroresConcretos_Errores=array();
    public $ErroresConcretos_Reconocimiento=array();
    public $ErroresConcretos_Flexibilidad=array();
    public $ErroresConcretos_Eстетica=array();
    public $ErroresConcretos_Recuperacion=array();
    public $ErroresConcretos_Ayuda=array();
    public $datosderepeticion=array();
    public $Prob_Heuristica_VisibilidadES;
    public $Prob_Heuristica_Realidad;
    public $Prob_Heuristica_Control;
    public $Prob_Heuristica_Estandares;
    public $Prob_Heuristica_Errores;
    public $Prob_Heuristica_Reconocimiento;
    public $Prob_Heuristica_Flexibilidad;
    public $Prob_Heuristica_Eстетica;
    public $Prob_Heuristica_Recuperacion;
    public $Prob_Heuristica_Ayuda;
    public $seleccion_Visibilidad = array();
    public $seleccion_Realidad = array();
    public $seleccion_Control = array();
    public $seleccion_Estandares = array();
    public $seleccion_Errores = array();
    public $seleccion_Reconocimiento = array();
    public $seleccion_Flexibilidad = array();
    public $seleccion_Eстетica = array();
    public $seleccion_Recuperacion = array();
    public $seleccion_Ayuda = array();
    public $cantErroresConcretos_visibilidad;
    public $cantErroresConcretos_Realidad;
    public $cantErroresConcretos_Control;
    public $cantErroresConcretos_Estandares;
    public $cantErroresConcretos_Errores;
    public $cantErroresConcretos_Reconocimiento;
    public $cantErroresConcretos_Flexibilidad;
    public $cantErroresConcretos_Eстетica;
    public $cantErroresConcretos_Recuperacion;
}

```

```
public $cantErroresConcretos_Ayuda;
public $totalErroresAjustado;
public $parteDecimal_Visibilidad= 0;
public $parteDecimal_Realidad= 0;
public $parteDecimal_Control= 0;
public $parteDecimal_Estandares= 0;
public $parteDecimal_Errores= 0;
public $parteDecimal_Reconocimiento= 0;
public $parteDecimal_Flexibilidad= 0;
public $parteDecimal_Estetica= 0;
public $parteDecimal_Recuperacion= 0;
public $parteDecimal_Ayuda=0;
public $RangoAletorioXUsuario;
public $parteCompleta_Visibilidad;
public $parteEntera_Visibilidad;
public $ErroresEncontradosXusuario_Visibilidad;
public $parteCompleta_Realidad;
public $parteEntera_Realidad;
public $ErroresEncontradosXusuario_Realidad;
public $parteCompleta_Control;
public $parteEntera_Control;
public $ErroresEncontradosXusuario_Control;
public $parteCompleta_Estandares;
public $parteEntera_Estandares;
public $ErroresEncontradosXusuario_Estandares;
public $parteCompleta_Errores;
public $parteEntera_Errores;
public $ErroresEncontradosXusuario_Errores;
public $parteCompleta_Reconocimiento;
public $parteEntera_Reconocimiento;
public $ErroresEncontradosXusuario_Reconocimiento;
public $parteCompleta_Flexibilidad;
public $parteEntera_Flexibilidad;
public $ErroresEncontradosXusuario_Flexibilidad;
public $parteCompleta_Estetica;
public $parteEntera_Estetica;
public $ErroresEncontradosXusuario_Estetica;
public $parteCompleta_Recuperacion;
public $parteEntera_Recuperacion;
public $ErroresEncontradosXusuario_Recuperacion;
public $parteCompleta_Ayuda;
public $parteEntera_Ayuda;
public $ErroresEncontradosXusuario_Ayuda;
public $cantidadErroresXUsuario;
public $nuevo_visibilidad;
public $nuevo_Realidad;
public $nuevo_control;
public $nuevo_Estandares;
public $nuevo_errores;
public $nuevo_reconocimiento;
public $nuevo_flexibilidad;
public $nuevo_estetica;
public $nuevo_recuperacion;
public $nuevo_ayuda;
public $erroresNuevos;
public $erroresTotales_visibilidad;
```

```

public $erroresTotales_realidad;
public $erroresTotales_control;
public $erroresTotales_estandares;
public $erroresTotales_errores;
public $erroresTotales_reconocimiento;
public $erroresTotales_flexibilidad;
public $erroresTotales_estetica;
public $erroresTotales_recuperacion;
public $erroresTotales_ayuda;
public $erroresTotales;
public $erroresRestantes_visibilidad;
public $erroresRestantes_realidad;
public $erroresRestantes_control;
public $erroresRestantes_estandares;
public $erroresRestantes_errores;
public $erroresRestantes_reconocimiento;
public $erroresRestantes_flexibilidad;
public $erroresRestantes_estetica;
public $erroresRestantes_recuperacion;
public $erroresRestantes_ayuda;
public $erroresRestantes;
public function __construct(int $numeroTrat,int $totalErroresing, int $repetcionesing,int $rangoMinimoing,int
$rangoMaximoing,float $phVisibilidad,float $phRealidad, float $phControl, float $phEstndares, float
$phErrores, float $phReconocimiento, float $phFlexibilidad, float $phEstetica, float $phRecuperacion, float
$phAyuda )
{
    $this->NumeroTratamientos=$NumeroTrat;
    $this->TotalErrores=$totalerroresing;
    $this->repeticiones=$repetcionesing;
    $this->rangoMinimo=$RangoMinimoing;
    $this->rangoMaximo=$RangoMaximoing;
    $this->Prob_Heuristica_VisibilidadES=$phVisibilidad;
    $this->Prob_Heuristica_Realidad=$phRealidad;
    $this->Prob_Heuristica_Control=$phControl;
    $this->Prob_Heuristica_Estandares=$phEstndares;
    $this->Prob_Heuristica_Errores=$phErrores;
    $this->Prob_Heuristica_Reconocimiento=$phReconocimiento;
    $this->Prob_Heuristica_Flexibilidad=$phFlexibilidad;
    $this->Prob_Heuristica_Estetica=$phEstetica;
    $this->Prob_Heuristica_Recuperacion=$phRecuperacion;
    $this->Prob_Heuristica_Ayuda=$phAyuda;
    $this->cantErroresConcretos_visibilidad=round($this->TotalErrores*$this->Prob_Heuristica_VisibilidadES,
0, PHP_ROUND_HALF_UP);
    $this->cantErroresConcretos_Realidad=round($this->TotalErrores*$this->Prob_Heuristica_Realidad, 0,
PHP_ROUND_HALF_UP);
    $this->cantErroresConcretos_Control=round($this->TotalErrores*$this->Prob_Heuristica_Control, 0,
PHP_ROUND_HALF_UP);
    $this->cantErroresConcretos_Estandares=round($this->TotalErrores*$this->Prob_Heuristica_Estandares, 0,
PHP_ROUND_HALF_UP);
    $this->cantErroresConcretos_Errores=round($this->TotalErrores*$this->Prob_Heuristica_Errores, 0,
PHP_ROUND_HALF_UP);
    $this->cantErroresConcretos_Reconocimiento=round($this->TotalErrores*$this->
>Prob_Heuristica_Reconocimiento, 0, PHP_ROUND_HALF_UP);
    $this->cantErroresConcretos_Flexibilidad=round($this->TotalErrores*$this->Prob_Heuristica_Flexibilidad,
0, PHP_ROUND_HALF_UP);

```

```

$this->cantErroresConcretos_Eстетica=round($this->TotalErrores*$this->Prob_Heuristica_Eстетica, 0,
PHP_ROUND_HALF_UP);
$this->cantErroresConcretos_Recuperacion=round($this->TotalErrores*$this-
>Prob_Heuristica_Recuperacion, 0, PHP_ROUND_HALF_UP);
$this->cantErroresConcretos_Ayuda=round($this->TotalErrores*$this->Prob_Heuristica_Ayuda, 0,
PHP_ROUND_HALF_UP);
$this->totalErroresAjustado= $this->cantErroresConcretos_visibilidad+$this-
>cantErroresConcretos_Realidad+$this->cantErroresConcretos_Control+$this-
>cantErroresConcretos_Estandares+$this->cantErroresConcretos_Errores+$this-
>cantErroresConcretos_Reconocimiento+$this->cantErroresConcretos_Flexibilidad+$this-
>cantErroresConcretos_Eстетica+$this->cantErroresConcretos_Recuperacion+$this-
>cantErroresConcretos_Ayuda;
$this->Tratamientos();

}
public function Vista_Datos_Generales()
{
echo 'TOTAL AJUSTADO: '.$this->totalErroresAjustado.'<br>';
echo 'Visibilidad: '.$this->cantErroresConcretos_visibilidad.'<br>';
echo 'Realidad: '.$this->cantErroresConcretos_Realidad.'<br>';
echo 'Control: '.$this->cantErroresConcretos_Control.'<br>';
echo 'Estandares: '.$this->cantErroresConcretos_Estandares.'<br>';
echo 'Reconocimiento: '.$this->cantErroresConcretos_Reconocimiento.'<br>';
echo 'Flexibilidad: '.$this->cantErroresConcretos_Flexibilidad.'<br>';
echo 'Estetica: '.$this->cantErroresConcretos_Eстетica.'<br>';
echo 'recuperacion: '.$this->cantErroresConcretos_Recuperacion.'<br>';
echo 'ayuda: '.$this->cantErroresConcretos_Ayuda.'<br>';
$this->Tratamientos();
}
private function MarcarComoNuevos()
{
for($i=1;$i<=$this->cantErroresConcretos_visibilidad;$i++)
{
$this->ErroresConcretos_visibilidad[$i]='nuevo';
}
for($i=1;$i<=$this->cantErroresConcretos_Realidad;$i++)
{
$this->ErroresConcretos_Realidad[$i]='nuevo';
}
for($i=1;$i<=$this->cantErroresConcretos_Control;$i++)
{
$this->ErroresConcretos_Control[$i]='nuevo';
}
for($i=1;$i<=$this->cantErroresConcretos_Estandares;$i++)
{
$this->ErroresConcretos_Estandares[$i]='nuevo';
}
for($i=1;$i<=$this->cantErroresConcretos_Errores;$i++)
{
$this->ErroresConcretos_Errores[$i]='nuevo';
}
for($i=1;$i<=$this->cantErroresConcretos_Reconocimiento;$i++)
{
$this->ErroresConcretos_Reconocimiento[$i]='nuevo';
}
for($i=1;$i<=$this->cantErroresConcretos_Flexibilidad;$i++)

```

```

    {
        $this->ErroresConcretos_Flexibilidad[$i]='nuevo';
    }
    for($i=1;$i<=$this->cantErroresConcretos_Estetica;$i++)
    {
        $this->ErroresConcretos_Estetica[$i]='nuevo';
    }
    for($i=1;$i<=$this->cantErroresConcretos_Recuperacion;$i++)
    {
        $this->ErroresConcretos_Recuperacion[$i]='nuevo';
    }
    for($i=1;$i<=$this->cantErroresConcretos_Ayuda;$i++)
    {
        $this->ErroresConcretos_Ayuda[$i]='nuevo';
    }
}
public function Tratamientos()
{
    for($strat=1;$strat<=$this->NumeroTratamientos;$strat++)
    {
        $this->MarcarComoNuevos();//paso 1
        $this->parteDecimal_Visibilidad=(float) 0;
        $this->parteDecimal_Realidad=(float) 0;
        $this->parteDecimal_Control=(float) 0;
        $this->parteDecimal_Estandares=(float) 0;
        $this->parteDecimal_Errores=(float) 0;
        $this->parteDecimal_Reconocimiento=(float) 0;
        $this->parteDecimal_Flexibilidad=(float) 0;
        $this->parteDecimal_Estetica=(float) 0;
        $this->parteDecimal_Recuperacion=(float) 0;
        $this->parteDecimal_Ayuda=(float) 0;
        for($i=1;$i<=$this->repeticiones;$i++)
        {
            $this->RangoAleatorioXUsuario=rand($this->rangoMinimo, $this->rangoMaximo)/100; //esto podria ser una
            variable temporal que no necesita this
            $this->AsignandoCantidadErroresDetectables();
            $this->SeleccionAleatoria();
            $this->AsignacionAleatoriosErroresNuevosEncontrados();
            $this->ContadorErrores();
            $this->datosderepeticion[$i]='Repeticion' => $i, 'aleatorio' => $this->RangoAleatorioXUsuario,
            'ErroresXusuario'=>$this->cantidadErroresXUsuario,
            'ErroresTotales' => $this->erroresTotales, 'ErroresNuevos' => $this->erroresNuevos, 'ErroresFaltan' => $this->erroresRestantes,
            'NuevosVisibilidad' => $this->nuevo_visibilidad, 'NuevosRealidad' => $this->nuevo_Realidad,
            'NuevosControl' => $this->nuevo_control,
            'NuevosEstandares' => $this->nuevo_Estandares, 'NuevosErrores' => $this->nuevo_errores,
            'NuevosReconocimiento' => $this->nuevo_reconocimiento,
            'NuevosFlexibilidad' => $this->nuevo_flexibilidad, 'NuevosEstetica' => $this->nuevo_estetica,
            'NuevosRecuperacion' => $this->nuevo_recuperacion,
            'NuevosAyuda' => $this->nuevo_ayuda, 'Totales_visibilidad' => $this->erroresTotales_visibilidad, 'Totales_Realidad' => $this->erroresTotales_realidad,
            'Totales_Control' => $this->erroresTotales_control, 'Totales_Estandares' => $this->erroresTotales_estandares, 'Totales_Errores' => $this->erroresTotales_errores,
            'Totales_Reconocimiento' => $this->erroresTotales_reconocimiento, 'Totales_Flexibilidad' => $this->erroresTotales_flexibilidad, 'Totales_Estetica' => $this->erroresTotales_estetica,

```

```

'Totales_Recuperacion'=>$this->erroresTotales_recuperacion,'Totales_Ayuda'=>$this-
>erroresTotales_ayuda
];
    $this->TratamientoM[$strat][$i]=$this->datosderepeticion[$i];
    $this->tratamientoInversoM[$i][$strat]=$this->datosderepeticion[$i];

    }
}
}
public function AsignandoCantidadErroresDetectables()
{
    $this->partecompleta_Visibilidad=floatval($this->RangoAletorioxUsuario*$this-
>cantErroresConcretos_visibilidad);
    $this->parteEntera_Visibilidad=intval($this->partecompleta_Visibilidad);
    $this->parteDecimal_Visibilidad=floatval($this->parteDecimal_Visibilidad+$this-
>partecompleta_Visibilidad-$this->parteEntera_Visibilidad);
    if($this->parteDecimal_Visibilidad>=1)
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Visibilidad=$this->parteEntera_Visibilidad+1;
        $this->parteDecimal_Visibilidad=floatval($this->parteDecimal_Visibilidad-1);
    }
    else
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Visibilidad=$this->parteEntera_Visibilidad;
    }
    $this->partecompleta_Realidad=floatval($this->RangoAletorioxUsuario*$this-
>cantErroresConcretos_Realidad);
    $this->parteEntera_Realidad=intval($this->partecompleta_Realidad);
    $this->parteDecimal_Realidad=floatval($this->parteDecimal_Realidad+$this->partecompleta_Realidad-
$this->parteEntera_Realidad);
    if($this->parteDecimal_Realidad>=1)
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Realidad=$this->parteEntera_Realidad+1;
        $this->parteDecimal_Realidad=floatval($this->parteDecimal_Realidad-1);
    }
    else
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Realidad=$this->parteEntera_Realidad;
    }
    $this->partecompleta_Control=floatval($this->RangoAletorioxUsuario*$this-
>cantErroresConcretos_Control);
    $this->parteEntera_Control=intval($this->partecompleta_Control);
    $this->parteDecimal_Control=floatval($this->parteDecimal_Control+$this->partecompleta_Control-$this-
>parteEntera_Control);
    if($this->parteDecimal_Control>=1)
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Control=$this->parteEntera_Control+1;
        $this->parteDecimal_Control=floatval($this->parteDecimal_Control-1);
    }
    else
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Control=$this->parteEntera_Control;
    }
    $this->partecompleta_Estandares=floatval($this->RangoAletorioxUsuario*$this-
>cantErroresConcretos_Estandares);
    $this->parteEntera_Estandares=intval($this->partecompleta_Estandares);

```

```

    $this->parteDecimal_Estandares=floatval($this->parteDecimal_Estandares+$this-
>parteCompleta_Estandares-$this->parteEntera_Estandares);
    if($this->parteDecimal_Estandares>=1)
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Estandares=$this->parteEntera_Estandares+1;
        $this->parteDecimal_Estandares=floatval($this->parteDecimal_Estandares-1);
    }
    else
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Estandares=$this->parteEntera_Estandares;
    }
    $this->parteCompleta_Errores=floatval($this->RangoAletorioXUsuario*$this-
>cantErroresConcretos_Errores);
    $this->parteEntera_Errores=intval($this->parteCompleta_Errores);
    $this->parteDecimal_Errores=floatval($this->parteDecimal_Errores+$this->parteCompleta_Errores-$this-
>parteEntera_Errores);

    if($this->parteDecimal_Errores>=1)
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Errores=$this->parteEntera_Errores+1;
        $this->parteDecimal_Errores=floatval($this->parteDecimal_Errores-1);
    }
    else
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Errores=$this->parteEntera_Errores;
    }
    $this->parteCompleta_Reconocimiento=floatval($this->RangoAletorioXUsuario*$this-
>cantErroresConcretos_Reconocimiento);
    $this->parteEntera_Reconocimiento=intval($this->parteCompleta_Reconocimiento);
    $this->parteDecimal_Reconocimiento=floatval($this->parteDecimal_Reconocimiento+$this-
>parteCompleta_Reconocimiento-$this->parteEntera_Reconocimiento);
    if($this->parteDecimal_Reconocimiento>=1)
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Reconocimiento=$this->parteEntera_Reconocimiento+1;
        $this->parteDecimal_Reconocimiento=floatval($this->parteDecimal_Reconocimiento-1);
    }
    else
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Reconocimiento=$this->parteEntera_Reconocimiento;
    }
    $this->parteCompleta_Flexibilidad=floatval($this->RangoAletorioXUsuario*$this-
>cantErroresConcretos_Flexibilidad);
    $this->parteEntera_Flexibilidad=intval($this->parteCompleta_Flexibilidad);
    $this->parteDecimal_Flexibilidad=floatval($this->parteDecimal_Flexibilidad+$this-
>parteCompleta_Flexibilidad-$this->parteEntera_Flexibilidad);
    if($this->parteDecimal_Flexibilidad>=1)
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Flexibilidad=$this->parteEntera_Flexibilidad+1;
        $this->parteDecimal_Flexibilidad=floatval($this->parteDecimal_Flexibilidad-1);
    }
    else
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Flexibilidad=$this->parteEntera_Flexibilidad;
    }
    $this->parteCompleta_Estetica=floatval($this->RangoAletorioXUsuario*$this-
>cantErroresConcretos_Estetica);

```

```

    $this->parteEntera_Estetica=intval($this->partecompleta_Estetica);
    $this->parteDecimal_Estetica=floatval($this->parteDecimal_Estetica+$this->partecompleta_Estetica-
$this->parteEntera_Estetica);
    if($this->parteDecimal_Estetica>=1)
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Estetica=$this->parteEntera_Estetica+1;
        $this->parteDecimal_Estetica=floatval($this->parteDecimal_Estetica-1);
    }
    else
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Estetica=$this->parteEntera_Estetica;
    }
    $this->partecompleta_Recuperacion=floatval($this->RangoAletorioXUsuario*$this-
>cantErroresConcretos_Recuperacion);
    $this->parteEntera_Recuperacion=intval($this->partecompleta_Recuperacion);
    $this->parteDecimal_Recuperacion=floatval($this->parteDecimal_Recuperacion+$this-
>partecompleta_Recuperacion-$this->parteEntera_Recuperacion);
    if($this->parteDecimal_Recuperacion>=1)
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Recuperacion=$this->parteEntera_Recuperacion+1;
        $this->parteDecimal_Recuperacion=floatval($this->parteDecimal_Recuperacion-1);
    }
    else
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Recuperacion=$this->parteEntera_Recuperacion;
    }
    $this->partecompleta_Ayuda=floatval($this->RangoAletorioXUsuario*$this-
>cantErroresConcretos_Ayuda);
    $this->parteEntera_Ayuda=intval($this->partecompleta_Ayuda);
    $this->parteDecimal_Ayuda=floatval($this->parteDecimal_Ayuda+$this->partecompleta_Ayuda-$this-
>parteEntera_Ayuda);
    if($this->parteDecimal_Ayuda>=1)
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Ayuda=$this->parteEntera_Ayuda+1;
        $this->parteDecimal_Ayuda=floatval($this->parteDecimal_Ayuda-1);
    }
    else
    {
        $this->ErroresEncontradosXusuario_Ayuda=$this->parteEntera_Ayuda;
    }
    $this->cantidadErroresXUsuario=$this->ErroresEncontradosXusuario_Visibilidad+$this-
>ErroresEncontradosXusuario_Realidad+$this->ErroresEncontradosXusuario_Control+$this-
>ErroresEncontradosXusuario_Estandares+$this->ErroresEncontradosXusuario_Errores+$this-
>ErroresEncontradosXusuario_Reconocimiento+$this->ErroresEncontradosXusuario_Flexibilidad+ $this-
>ErroresEncontradosXusuario_Estetica+ $this->ErroresEncontradosXusuario_Recuperacion+ $this-
>ErroresEncontradosXusuario_Ayuda;

}
public function SeleccionAleatoria()
{
    if($this->ErroresEncontradosXusuario_Visibilidad>0)
    {
        if($this->ErroresEncontradosXusuario_Visibilidad==1)
        {
            $xvi=array_rand($this->ErroresConcretos_visibilidad,$this->ErroresEncontradosXusuario_Visibilidad);
            $this->seleccion_Visibilidad[0]=$xvi;
        }
    }
}

```

```

    }
    else
    {
        $this->seleccion_Visibilidad = array_rand($this->ErroresConcretos_visibilidad,$this-
>ErroresEncontadosXusuario_Visibilidad);
    }
}
else
{
    $this->seleccion_Visibilidad =array();
}
if($this->ErroresEncontadosXusuario_Realidad>0)
{
    if($this->ErroresEncontadosXusuario_Realidad==1)
    {
        $xre= array_rand($this->ErroresConcretos_Realidad,$this->ErroresEncontadosXusuario_Realidad);
        $this->seleccion_Realidad[0]=$xre;
    }
    else
    {
        $this->seleccion_Realidad= array_rand($this->ErroresConcretos_Realidad,$this-
>ErroresEncontadosXusuario_Realidad);
    }
}
else
{
    $this->seleccion_Realidad =array();
}
if($this->ErroresEncontadosXusuario_Control>0)
{
    if($this->ErroresEncontadosXusuario_Control==1)
    {
        $xco= array_rand($this->ErroresConcretos_Control, $this->ErroresEncontadosXusuario_Control);
        $this->seleccion_Control[0]=$xco;
    }
    else
    {
        $this->seleccion_Control = array_rand($this->ErroresConcretos_Control, $this-
>ErroresEncontadosXusuario_Control);
    }
}
else
{
    $this->seleccion_Control =array();
}
if($this->ErroresEncontadosXusuario_Estandares>0)
{
    if($this->ErroresEncontadosXusuario_Estandares==1)
    {
        $xes= array_rand($this->ErroresConcretos_Estandares,$this-
>ErroresEncontadosXusuario_Estandares);
        $this->seleccion_Estandares[0]=$xes;
    }
    else
    {

```

```

        $this->seleccion_Estandares = array_rand($this->ErroresConcretos_Estandares,$this-
>ErroresEncontradosXusuario_Estandares);
    }
}
else
{
    $this->seleccion_Estandares =array();
}
if($this->ErroresEncontradosXusuario_Errores>0)
{
    if($this->ErroresEncontradosXusuario_Errores==1)
    {
        $xer= array_rand($this->ErroresConcretos_Errores,$this->ErroresEncontradosXusuario_Errores);
        $this->seleccion_Errores[0]=$xer;
    }
    else
    {
        $this->seleccion_Errores = array_rand($this->ErroresConcretos_Errores,$this-
>ErroresEncontradosXusuario_Errores);
    }
}
else
{
    $this->seleccion_Errores =array();
}
if($this->ErroresEncontradosXusuario_Reconocimiento>0)
{
    if($this->ErroresEncontradosXusuario_Reconocimiento==1)
    {
        $xre= array_rand($this->ErroresConcretos_Reconocimiento,$this-
>ErroresEncontradosXusuario_Reconocimiento);
        $this->seleccion_Reconocimiento[0]=$xre;
    }
    else
    {
        $this->seleccion_Reconocimiento = array_rand($this->ErroresConcretos_Reconocimiento,$this-
>ErroresEncontradosXusuario_Reconocimiento);
    }
}
else
{
    $this->seleccion_Reconocimiento =array();
}
if($this->ErroresEncontradosXusuario_Flexibilidad>0)
{
    if($this->ErroresEncontradosXusuario_Flexibilidad==1)
    {
        $xfl= array_rand($this->ErroresConcretos_Flexibilidad,$this-
>ErroresEncontradosXusuario_Flexibilidad);
        $this->seleccion_Flexibilidad[0]=$xfl;
    }
    else
    {
        $this->seleccion_Flexibilidad = array_rand($this->ErroresConcretos_Flexibilidad,$this-
>ErroresEncontradosXusuario_Flexibilidad);
    }
}
}
}

```

```

}
else
{
    $this->seleccion_Flexibilidad =array();
    if($this->ErroresEncontradosXusuario_Estetica>0)
    {
        if($this->ErroresEncontradosXusuario_Estetica==1)
        {
            $xest= array_rand($this->ErroresConcretos_Estetica,$this->ErroresEncontradosXusuario_Estetica);
            $this->seleccion_Estetica[0]=$xest;
        }
        else
        {
            $this->seleccion_Estetica = array_rand($this->ErroresConcretos_Estetica,$this-
>ErroresEncontradosXusuario_Estetica);
        }
    }
    else
    {
        $this->seleccion_Estetica =array();
    }
    if($this->ErroresEncontradosXusuario_Recuperacion>0)
    {
        if($this->ErroresEncontradosXusuario_Recuperacion==1)
        {
            $xrecu= array_rand($this->ErroresConcretos_Recuperacion,$this-
>ErroresEncontradosXusuario_Recuperacion);
            $this->seleccion_Recuperacion[0]=$xrecu;
        }
        else
        {
            $this->seleccion_Recuperacion = array_rand($this->ErroresConcretos_Recuperacion,$this-
>ErroresEncontradosXusuario_Recuperacion);
        }
    }
    else
    {
        $this->seleccion_Recuperacion =array();
    }
    if($this->ErroresEncontradosXusuario_Ayuda>0)
    {
        if($this->ErroresEncontradosXusuario_Ayuda==1)
        {
            $xay= array_rand($this->ErroresConcretos_Ayuda,$this->ErroresEncontradosXusuario_Ayuda);
            $this->seleccion_Ayuda[0]=$xay;
        }
        else
        {
            $this->seleccion_Ayuda = array_rand($this->ErroresConcretos_Ayuda,$this-
>ErroresEncontradosXusuario_Ayuda);
        }
    }
    else
    {
        $this->seleccion_Ayuda =array();
    }
}

```

```

}
public function AsignacionAleatoriosErroresNuevosEncontrados()
{
    $this->nuevo_visibilidad=0;
    $this->nuevo_Realidad=0;
    $this->nuevo_control=0;
    $this->nuevo_Estandares=0;
    $this->nuevo_errores=0;
    $this->nuevo_reconocimiento=0;
    $this->nuevo_flexibilidad=0;
    $this->nuevo_estetica=0;
    $this->nuevo_recuperacion=0;
    $this->nuevo_ayuda=0;
    for($j=0;$j<$this->ErroresEncontradosXusuario_Visibilidad;$j++)
    {
        if(isset($this->seleccion_Visibilidad[$j]))
        {
            if($this->ErroresConcretos_visibilidad[$this->seleccion_Visibilidad[$j]]== 'nuevo')
            {
                $this->ErroresConcretos_visibilidad[$this->seleccion_Visibilidad[$j]]='detectado';
                $this->nuevo_visibilidad=$this->nuevo_visibilidad+1;
            }
        }
    }
    for($j=0;$j<$this->ErroresEncontradosXusuario_Realidad;$j++)
    {
        if(isset($this->seleccion_Realidad[$j]))
        {
            if($this->ErroresConcretos_Realidad[$this->seleccion_Realidad[$j]]== 'nuevo')
            {
                $this->ErroresConcretos_Realidad[$this->seleccion_Realidad[$j]]='detectado';
                $this->nuevo_Realidad=$this->nuevo_Realidad+1;
            }
        }
    }
    for($j=0;$j<$this->ErroresEncontradosXusuario_Control;$j++)
    {
        if(isset($this->seleccion_Control[$j]))
        {
            if($this->ErroresConcretos_Control[$this->seleccion_Control[$j]]== 'nuevo')
            {
                $this->ErroresConcretos_Control[$this->seleccion_Control[$j]]='detectado';
                $this->nuevo_control=$this->nuevo_control+1;
            }
        }
    }
    for($j=0;$j<$this->ErroresEncontradosXusuario_Estandares;$j++)
    {
        if(isset($this->seleccion_Estandares[$j]))
        {
            if($this->ErroresConcretos_Estandares[$this->seleccion_Estandares[$j]]== 'nuevo')
            {
                $this->ErroresConcretos_Estandares[$this->seleccion_Estandares[$j]]='detectado';
                $this->nuevo_Estandares=$this->nuevo_Estandares+1;
            }
        }
    }
}

```

```

}
}
for($j=0;$j<$this->ErroresEncontradosXusuario_Errores;$j++)
{
  if(isset($this->seleccion_Errores[$j]))
  {
    if($this->ErroresConcretos_Errores[$this->seleccion_Errores[$j]]== 'nuevo')
    {
      $this->ErroresConcretos_Errores[$this->seleccion_Errores[$j]]='detectado';
      $this->nuevo_errores=$this->nuevo_errores+1;
    }
  }
}
for($j=0;$j<$this->ErroresEncontradosXusuario_Reconocimiento;$j++)
{
  if(isset($this->seleccion_Reconocimiento[$j]))
  {
    if($this->ErroresConcretos_Reconocimiento[$this->seleccion_Reconocimiento[$j]]== 'nuevo')//aca
    {
      $this->ErroresConcretos_Reconocimiento[$this->seleccion_Reconocimiento[$j]]='detectado';
      $this->nuevo_reconocimiento=$this->nuevo_reconocimiento+1;
    }
  }
}
for($j=0;$j<$this->ErroresEncontradosXusuario_Flexibilidad;$j++)
{
  if(isset($this->seleccion_Flexibilidad[$j]))
  {
    if($this->ErroresConcretos_Flexibilidad[$this->seleccion_Flexibilidad[$j]]== 'nuevo')
    {
      $this->ErroresConcretos_Flexibilidad[$this->seleccion_Flexibilidad[$j]]='detectado';
      $this->nuevo_flexibilidad=$this->nuevo_flexibilidad+1;
    }
  }
}
for($j=0;$j<$this->ErroresEncontradosXusuario_Estetica;$j++)
{
  if(isset($this->seleccion_Estetica[$j]))
  {
    if($this->ErroresConcretos_Estetica[$this->seleccion_Estetica[$j]]== 'nuevo')
    {
      $this->ErroresConcretos_Estetica[$this->seleccion_Estetica[$j]]='detectado';
      $this->nuevo_estetica=$this->nuevo_estetica+1;
    }
  }
}
for($j=0;$j<$this->ErroresEncontradosXusuario_Recuperacion;$j++)
{
  if(isset($this->seleccion_Recuperacion[$j]))
  {
    if($this->ErroresConcretos_Recuperacion[$this->seleccion_Recuperacion[$j]]== 'nuevo')
    {
      $this->ErroresConcretos_Recuperacion[$this->seleccion_Recuperacion[$j]]='detectado';
      $this->nuevo_recuperacion=$this->nuevo_recuperacion+1;
    }
  }
}
}

```

```

}
for($j=0;$j<$this->ErroresEncontradosXusuario_Ayuda;$j++)
{
    if(isset($this->seleccion_Ayuda[$j]))
    {
        if($this->ErroresConcretos_Ayuda[$this->seleccion_Ayuda[$j]]== 'nuevo')
        {
            $this->ErroresConcretos_Ayuda[$this->seleccion_Ayuda[$j]]='detectado';
            $this->nuevo_ayuda=$this->nuevo_ayuda+1;
        }
    }
}
$this->erroresNuevos=$this->nuevo_visibilidad+$this->nuevo_Realidad+$this->nuevo_control+$this-
>nuevo_Estandares+$this->nuevo_errores+$this->nuevo_reconocimiento+$this->nuevo_flexibilidad+$this-
>nuevo_estetica+$this->nuevo_recuperacion+$this->nuevo_ayuda;
}
public function ContadorErrores()
{
    $this->erroresTotales_visibilidad=0;
    $this->erroresTotales_realidad=0;
    $this->erroresTotales_control=0;
    $this->erroresTotales_estandares=0;
    $this->erroresTotales_errores=0;
    $this->erroresTotales_reconocimiento=0;
    $this->erroresTotales_flexibilidad=0;
    $this->erroresTotales_estetica=0;
    $this->erroresTotales_recuperacion=0;
    $this->erroresTotales_ayuda=0;
    $this->erroresRestantes_visibilidad=0;
    $this->erroresRestantes_realidad=0;
    $this->erroresRestantes_control=0;
    $this->erroresRestantes_estandares=0;
    $this->erroresRestantes_errores=0;
    $this->erroresRestantes_reconocimiento=0;
    $this->erroresRestantes_flexibilidad=0;
    $this->erroresRestantes_estetica=0;
    $this->erroresRestantes_recuperacion=0;
    $this->erroresRestantes_ayuda=0;
    for($k=1;$k<=$this->cantErroresConcretos_visibilidad;$k++)
    {
        if($this->ErroresConcretos_visibilidad[$k]== 'detectado')
        {
            $this->erroresTotales_visibilidad=$this->erroresTotales_visibilidad+1;
        }
        else
        {
            $this->erroresRestantes_visibilidad=$this->erroresRestantes_visibilidad+1;
        }
    }
    for($k=1;$k<=$this->cantErroresConcretos_Realidad;$k++)
    {
        if($this->ErroresConcretos_Realidad[$k]== 'detectado')
        {
            $this->erroresTotales_realidad=$this->erroresTotales_realidad+1;
        }
        else

```

```

    {
        $this->erroresRestantes_realidad=$this->erroresRestantes_realidad+1;
    }
}
for($k=1;$k<=$this->cantErroresConcretos_Control ;$k++)
{
    if($this->ErroresConcretos_Control[$k]== 'detectado')
    {
        $this->erroresTotales_control=$this->erroresTotales_control+1;
    }
    else
    {
        $this->erroresRestantes_control=$this->erroresRestantes_control+1;
    }
}
for($k=1;$k<=$this->cantErroresConcretos_Estandares ;$k++)
{
    if($this->ErroresConcretos_Estandares[$k]== 'detectado')
    {
        $this->erroresTotales_estandares=$this->erroresTotales_estandares+1;
    }
    else
    {
        $this->erroresRestantes_estandares=$this->erroresRestantes_estandares+1;
    }
}
for($k=1;$k<=$this->cantErroresConcretos_Errores ;$k++)
{
    if($this->ErroresConcretos_Errores[$k]== 'detectado')
    {
        $this->erroresTotales_errores=$this->erroresTotales_errores+1;
    }
    else
    {
        $this->erroresRestantes_errores=$this->erroresRestantes_errores+1;
    }
}
for($k=1;$k<=$this->cantErroresConcretos_Reconocimiento ;$k++)
{
    if($this->ErroresConcretos_Reconocimiento[$k]== 'detectado')
    {
        $this->erroresTotales_reconocimiento=$this->erroresTotales_reconocimiento+1;
    }
    else
    {
        $this->erroresRestantes_reconocimiento=$this->erroresRestantes_reconocimiento+1;
    }
}
for($k=1;$k<=$this->cantErroresConcretos_Flexibilidad ;$k++)
{
    if($this->ErroresConcretos_Flexibilidad[$k]== 'detectado')
    {
        $this->erroresTotales_flexibilidad=$this->erroresTotales_flexibilidad+1;
    }
    else
    {

```

```

        $this->erroresRestantes_flexibilidad=$this->erroresRestantes_flexibilidad+1;
    }
}
for($k=1;$k<=$this->cantErroresConcretos_Estetica ;$k++)
{
    if($this->ErroresConcretos_Estetica[$k]== 'detectado')
    {
        $this->erroresTotales_estetica=$this->erroresTotales_estetica+1;
    }
    else
    {
        $this->erroresRestantes_estetica=$this->erroresRestantes_estetica+1;
    }
}
for($k=1;$k<=$this->cantErroresConcretos_Recuperacion ;$k++)
{
    if($this->ErroresConcretos_Recuperacion[$k]== 'detectado')
    {
        $this->erroresTotales_recuperacion=$this->erroresTotales_recuperacion+1;
    }
    else
    {
        $this->erroresRestantes_recuperacion=$this->erroresRestantes_recuperacion+1;
    }
}
for($k=1;$k<=$this->cantErroresConcretos_Ayuda ;$k++)
{
    if($this->ErroresConcretos_Ayuda[$k]== 'detectado')
    {
        $this->erroresTotales_ayuda=$this->erroresTotales_ayuda+1;
    }
    else
    {
        $this->erroresRestantes_ayuda=$this->erroresRestantes_ayuda+1;
    }
}
}
$this->erroresTotales=$this->erroresTotales_visibilidad+$this->erroresTotales_realidad+$this->
erroresTotales_control+$this->erroresTotales_estandares+$this->erroresTotales_errores+$this->
erroresTotales_reconocimiento+$this->erroresTotales_flexibilidad+$this->erroresTotales_estetica+$this->
erroresTotales_recuperacion+$this->erroresTotales_ayuda;

$this->erroresRestantes=$this->erroresRestantes_visibilidad+$this->erroresRestantes_realidad+$this->
erroresRestantes_control+$this->erroresRestantes_estandares+$this->erroresRestantes_errores+$this->
erroresRestantes_reconocimiento+$this->erroresRestantes_flexibilidad+$this->
erroresRestantes_estetica+$this->erroresRestantes_recuperacion+$this->erroresRestantes_ayuda;
}
}

```

## **Anexo J. Objetivos del portal web de la FIIS**

El portal está dirigido al público en general.

### **Objetivo principal**

Ser el medio de comunicación oficial de la facultad a través del cual se facilite información de interés a sus miembros y la comunidad en general, así como servicios que faciliten el desarrollo de las actividades académicas y administrativas.

### **La FIIS busca a través de su portal web:**

- Dar a conocer las investigaciones que se realizan.
- Difundir las actividades de la facultad.
- Ser transparente en sus actividades.
- Captar postulantes.
- Proyectar una buena imagen de la facultad.
- Facilitar servicios académicos.
- Ofrecer servicios que colaboren con una mejor formación profesional.
- Facilitar servicios a sus miembros.
- Brindar una buena imagen la facultad ante el mundo.

### **Tareas que la FIIS pretende que sus visitantes y usuarios puedan realizar en ella:**

- Averiguar los eventos de la facultad.
- Encontrar tesis de la facultad.
- Encontrar noticias de la facultad.
- Encontrar cursos que ofrece la facultad.
- Encontrar misión.
- Encontrar la visión.
- Encontrar el perfil profesional.
- Informar al postulante de que trata la carrera.
- Encontrar los correos de los profesores de la facultad.
- Encontrar la dirección.
- Encontrar el mapa de la facultad con sus respectivas oficinas.
- Encontrar los teléfonos de sus oficinas.
- Encontrar los horarios de atención de las oficinas.
- Encontrar los datos de las autoridades de la facultad.
- Encontrar recursos educativos como Folletos, libros digitales, videos.
- Encontrar la malla curricular de la facultad.
- Encontrar las investigaciones de sus docentes.
- Encontrar información administrativa.
- Encontrar la relación de egresados.
- Encontrar perfil profesional de sus docentes.
- Encontrar la plana docente de la FIIS.

Tesis: Juan C. Jurado J.

### VALIDACION DE OBJETIVOS DEL PORTAL WEB DE LA FIIS

El presente documento es para aclarar cuales son los objetivos del portal web de la FIIS, que serán validados por el decano de la FIIS y servirá como sustento para la seleccionar los puntos más importantes a tener en cuenta en la tesis, que evaluara la usabilidad del portal web.

#### ¿Para quienes está dirigido el portal?

- Los estudiantes ( )
- Los profesores ( )
- Los postulantes ( )
- Los interesados en estudiar la carrera profesional ( )
- Personal administrativo ( )
- Los ex alumnos ( )
- Para el público en general (X)

#### OBJETIVO PRINCIPAL

Ser el medio de comunicación oficial de la facultad a través del cual se facilite información de interés a sus miembros y la comunidad en general, así como servicios que faciliten el desarrollo de las actividades académicas y administrativas. (X)

.....

.....

.....

.....

.....

#### ¿Qué busca la FIIS a través de su portal web?

- Dar a conocer las investigaciones que se realizan. (X)
- Difundir las actividades de la facultad. (X)
- Ser transparente en sus actividades. (X)
- Informar a la comunidad sobre sus actividades. (X)
- Captar postulantes. (X)

Fuente: Decanatura FIIS-UNAS.

**Figura 66.** Validacion de objetivos pagina 1.

- Proyectar una buena imagen de la facultad. (X)
- Facilitar servicios académicos. (X)
- Ofrecer servicios que colaboren con una mejor formación profesional. (X)
- Facilitar servicios a sus miembros (X)
- Brindar una buena imagen la facultad ante el mundo. (X)
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

**¿Qué tareas pretende la FIIS que sus visitantes y usuarios puedan realizar en ella?**

- Averiguar los eventos de la facultad. (X)
- Encontrar tesis de la facultad. (X)
- Encontrar noticias de la facultad. (X)
- Encontrar cursos que ofrece la facultad. (X)
- Encontrar los horarios del ciclo académico. ( ) ✓
- Encontrar los horarios de sus profesores. ( ) ✓
- Encontrar misión. (X)
- Encontrar la visión. (X)
- Encontrar el perfil profesional. (X)
- Informar al postulante de que trata la carrera. (X)
- Encontrar los correos de los profesores de la facultad. (X)
- Encontrar la dirección. (X)
- Encontrar el mapa de la facultad con sus respectivas oficinas. (X)
- Encontrar los teléfonos de sus oficinas. ( )
- Encontrar los horarios de atención de las oficinas. ( )
- Encontrar los datos de las autoridades de la facultad. (X)
- Encontrar recursos educativos como Folletos, libros digitales, videos. (X)
- Encontrar el silabus de los cursos que se dictan. ( )

Fuente: Decanatura FIIS-UNAS.

**Figura 67.** Validación de objetivos pagina 2.



### Anexo K. Tareas más solicitadas por los alumnos

En una encuesta realizada entre el 29 de agosto y el 10 de setiembre a los estudiantes de la FIIS-UNAS matriculados en el ciclo 2019-II se encontraron los siguientes resultados:

**Tabla 49.** Resultado de la encuesta.

N°	TAREAS	NIVEL DE INTERES
1	Encontrar de qué trata la carrera.	84
2	Encontrar la misión y visión.	82
3	Averiguar los eventos de la facultad.	79
4	Buscar la malla curricular de la facultad.	79
5	Encontrar el perfil profesional.	76
6	Averiguar noticias de la facultad.	73
7	Averiguar cursos que ofrece la facultad.	72
8	Encontrar los datos de las autoridades de la facultad.	70
9	Encontrar la plana docente de la FIIS.	68
10	Encontrar los correos de los profesores.	65
11	Encontrar el perfil profesional de sus docentes.	63
12	Encontrar recursos educativos, libros, folletos, videos.	56
13	Encontrar información administrativa.	54
14	Encontrar el mapa de la facultad y sus respectivas oficinas	53
15	Buscar los horarios del ciclo académico.	52
16	Buscar los syllabus de los cursos que se dictan.	52
17	Encontrar información de las oficinas.	52
18	Buscar los horarios de los profesores.	51
19	Encontrar tesis de la facultad.	45
20	Encontrar las investigaciones de sus docentes.	44
21	Encontrar la relación de egresados.	41
22	Otros	3

Fuente: Elaboración propia



## Anexo L. Estructura heurística de Jakob Nielsen.

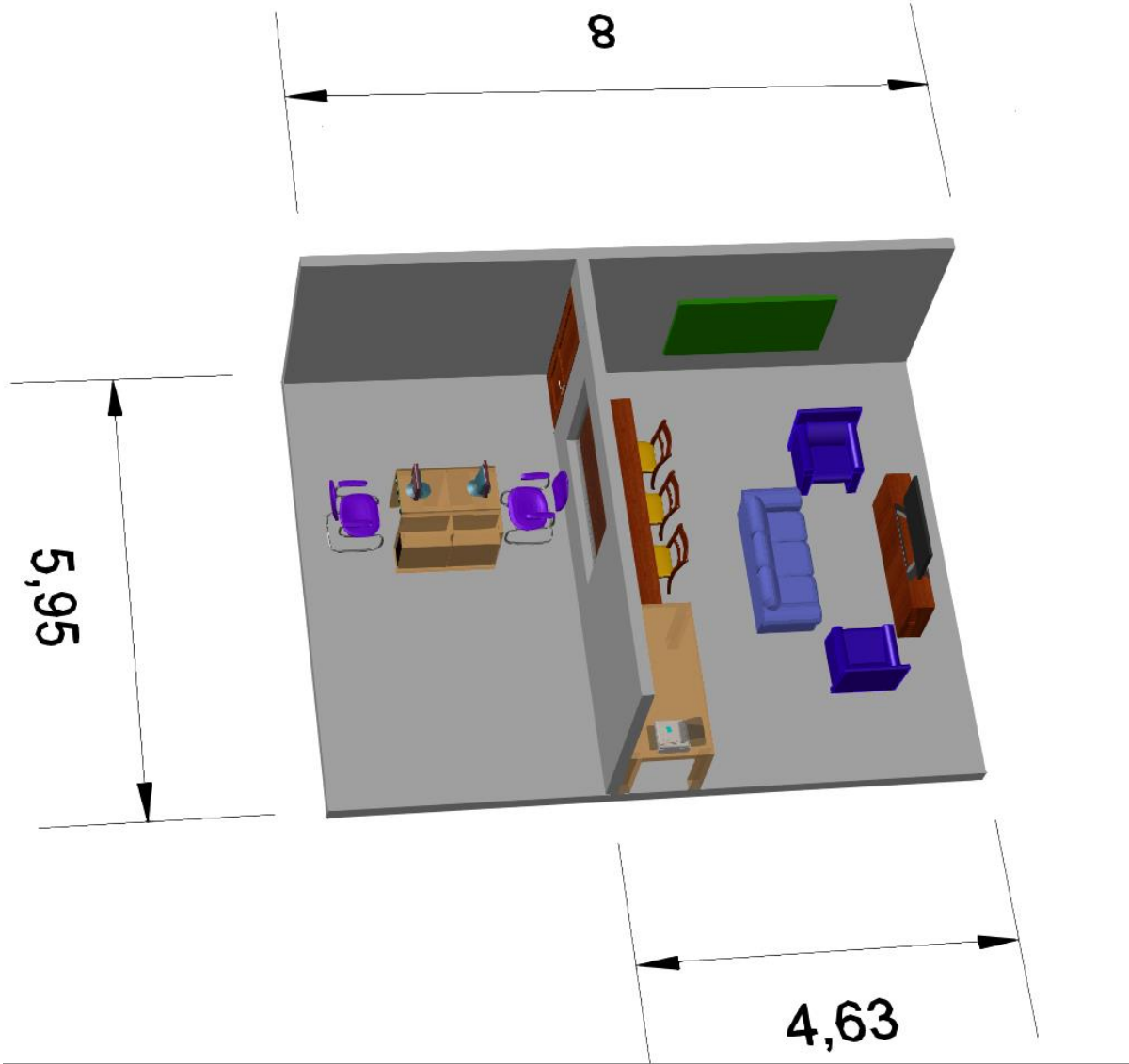
Este instrumento servirá de referencia para identificar errores de usabilidad y agruparlos según la propuesta de Jakob Nielsen; en la **Tabla 50** un ejemplo de cómo podrían quedar los errores encontrados después de la evaluación heurística.

**Tabla 50.** Heurísticas de Jakob Nielsen.

<b>TIPO DE ERROR</b>	<b>POSIBLES ERRORES DE USABILIDAD</b>
1: Visibilidad del estado del sistema	1.1 No hay barras de carga cuando hay demoras. 1.2 No hay breadcums. 1.3 El enlace a la página principal no siempre está disponible. 1.4 No cuenta con mapa de sitio. 1.5 Los menús seleccionados no se diferencian de los no seleccionados. ...
2: Relación con la realidad	2.1 Es difícil leer. 2.2 Las imágenes son de mala calidad. 2.3 los mensajes difíciles de entender. 2.4 La interacción del con el portal es difícil, hay que pensar mucho. 2.5 Los iconos que usa el portal se entienden se prestan a confusión. ...
3: Control y libertad	3.1 El menú principal no cuenta con las opciones más necesitadas por los usuarios. 3.2 Cuenta con un botón para regresar a la página anterior. 3.3 Los formularios no tienen la opción de deshacer. 3.4 No es posible personalizar el portal. 3.5 El menú principal no siempre está a la mano. ...
4: Consistencia y estándares	4.1 La página no supera la validación de la W3C. 4.2 Las urls no son claras. 4.3 Los botones no siempre tienen el mismo patrón de diseño. 4.4 No hay Uniformidad de diseño para todo el portal. ...
5: Prevención de errores	5.1 No existe validación de formularios. 5.2 Si el usuario accede a una página por error no es posible devolverlo a la página principal. 5.3 No existe manejo de mensajes de error. ...
6: Reconocimiento	6.1 El usuario no entiende el portal de primera impresión. 6.2 El usuario encuentra con mucho esfuerzo lo que busca. 6.3 La organización no es clara, no se entiende como está organizado el portal. 6.4 El portal hace pensar al usuario. ...
7: Flexibilidad	7.1 El buscador no es eficiente en encontrar lo que busca el usuario. 7.2 El portal ofrece no opciones de acceso rápido a usuarios. 7.3 El portal no cuenta con atajos para llegar más rápido a un contenido. 7.4 Las urls son difíciles de recordar. ...
8: Estética y minimalismo	8.1 El portal está sobre saturado de contenido. 8.2 Los colores son desagradables. 8.3 El aspecto es desagradable a la vista. 8.4 El menú esta sobresaturado. ...
9: Recuperación de errores	9.1 No se toman acciones contra el error 404. ....
10: Ayuda y documentación	10.1 No cuenta con ayuda para cada tarea que deba realizar el usuario. 10.2 No Cuenta con manual de usuario. 10.3 No Cuenta con videos de ayuda. 10.4 No existen un FAQ con respuestas a las preguntas frecuentes.

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo M. Laboratorio de usabilidad**



Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 70.** Propuesta de laboratorio de usabilidad.

## Anexo N. Ficha de entrevista

**Tabla 51.** Contenido de la entrevista.

### PREGUNTAS

:

CODIGO	PREGUNTA
1	¿Qué te llama la atención?
2	¿Te gusta el diseño?
3	¿Te gusta la organización?
4	como crees que debería estar organizado
5	¿El sitio contiene lo que le interesa?
6	¿Qué le falta?
7	¿Qué cosas no te gustan?
8	¿Sabe dónde se encuentra en todo momento, puede regresar al inicio o se pierde?
9	¿Crees que es fácil encontrar esta información?
10	¿Qué cosas te parecen innecesarias?
11	¿Qué cosas dificultan tu interacción?
12	¿Qué se te ocurre para facilitar la tarea encomendada?
13	¿Qué se te ocurre para mejorar el sitio?

### TAREAS:

CODIGO	TAREAS
1	Examine la página y dígame sus impresiones
2	Póngase en contacto con la facultad
3	Busque las ultimas noticias
4	Busque los últimos eventos de su facultad
5	Encontrar de qué trata la carrera.
6	Encontrar la misión y visión.
7	Buscar la malla curricular de la facultad.
8	Averiguar cursos que ofrece la facultad.
9	Encontrar los datos de las autoridades de la facultad.
10	Encontrar la plana docente de la FIIS sus respectivos correos, perfil profesional.
11	Encontrar información administrativa (oficinas, horarios).
12	Encontrar el mapa de la facultad y sus respectivas oficinas y laboratorios
13	En términos generales que le falta mejorar al portal

Fuente: Elaboración propia













