

# **MEJORAMIENTO DE UNA HERRAMIENTA ACADÉMICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE UN ALMACÉN SEGÚN LA FRECUENCIA DE ACCESOS**

**Guillermo L. Carmona González**

Universidad EAFIT, Medellín, Colombia, gcarmona@eafit.edu.co

**Juan G. Arrieta Posada**

Universidad EAFIT, Medellín, Colombia, jarrieta@eafit.edu.co

**Diana C. Rodríguez Padilla**

Universidad EAFIT, Medellín, Colombia, drodrig5@eafit.edu.co

**Sara C. Botero Escobar**

Universidad EAFIT, Medellín, Colombia, sboter11@eafit.edu.co

## **RESUMEN**

La recolección de pedidos es una de las actividades de mayor impacto en tiempo y costo dentro de un almacén. Existen diferentes estrategias que permiten optimizarla. Una de ellas es la ubicación de los productos de acuerdo al número de veces que se recoge un producto en un período de tiempo. Para lograr una mejor comprensión de esta estrategia se desarrolló una herramienta académica en EXCEL®, que permite a los estudiantes evaluar el impacto económico y en tiempo de la ubicación de los productos por estrategias no definidas frente a la estrategia de ubicación de los productos de acuerdo a la frecuencia de accesos. Con el fin de que el estudiante cuente con una herramienta académica agradable, de fácil uso, motivadora y fácil de aprender, se realizaron mejoras a dicha herramienta aplicando estrategias y recomendaciones realizadas en el campo del diseño de interacción. Este trabajo presenta una descripción de la herramienta académica, las mejoras realizadas, los resultados de la prueba de usabilidad y el análisis de dicha evaluación.

**Palabras claves:** Diseño de interacción, prueba de usabilidad, almacenamiento, frecuencia de accesos, herramienta académica.

## **ABSTRACT**

The order picking is one of the highest impact activities in time and cost in a warehouse. There are different strategies to optimize it. One is the location of the products according to the number of times that a product is collected over a period of time. For a better understanding of this strategy was developed an academic tool in Excel®, which allows students to assess the economic impact of time and product placement strategies are not defined by the strategy against product placement in accordance the frequency of accesses. In order that the student has an academic tool friendly, easy to use, motivating and easy to learn, improvements were made to the tool implementing strategies and recommendations made in the field of interaction design. This paper presents a description of the academic tool, improvements, the results of usability testing and analysis of the test.

**Keywords:** Interaction design, usability test, warehousing, frequency of access, academic tool.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Para mejorar la comprensión de los estudiantes de Ingeniería de Producción de la Universidad EAFIT, en cuanto al impacto en tiempo y costos que tiene la implementación de una estrategia de distribución de los productos en un almacén de acuerdo a la frecuencia de accesos, Arrieta presenta una herramienta académica realizada en EXCEL®, que implementa dicha estrategia en un almacén con estantes de simple cara (Arrieta et al, 2010a). Posteriormente, y buscando entregar al estudiante una herramienta más completa, los mismos autores propone una nueva versión que implementa la misma estrategia pero considerando estanterías de doble cara (Arrieta et al, 2011b).

Por otro lado, el éxito de un sistema informático se debe en gran parte al diseño de su interface. El diseño de los objetos no siempre es intuitivo y en ocasiones deja al usuario frustrado e incapaz de completar tareas simples (Abrás et al, 2004).

Para lograr sistemas más usables, es decir, fáciles de usar, efectivos en su uso y que brinden una experiencia agradable existen diversas estrategias y recomendaciones que se presentan en el libro “Interaction design” (Preece,2002a).

Teniendo en cuenta lo anterior y buscando que el estudiante cuente con una herramienta académica agradable, de fácil uso, motivadora y fácil de aprender se realizaron mejoras a la versión del sistema de doble cara y se realizaron pruebas de usabilidad sobre la versión original y la versión mejorada para determinar el impacto de las mejoras.

Este trabajo presenta una descripción general de la herramienta académica, las mejoras realizadas, los resultados de la prueba de usabilidad y el análisis de dicha evaluación.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS**

Con el objeto de que el estudiante cuente con una herramienta agradable, de fácil de uso, motivadora y fácil de aprender se tomó la última versión de la herramienta (Almacén con estantería doble cara), y se le aplicaron algunas estrategias y recomendaciones que se hacen en el campo del diseño de interacción (ID, por sus siglas en inglés); especialmente nos basamos en el libro “Interaction Design” (Preece, 2002b).

Las metas en el diseño de interacción son desarrollar productos usables, es decir, fáciles de usar, efectivos en su uso y que brinden una experiencia agradable; además, involucrar a los usuarios en el proceso.

Considerando las metas de usabilidad: facilidad de uso, facilidad de aprendizaje, y facilidad de recordación se detectaron algunos problemas sobre la versión original. Luego se realizaron mejoras a la versión, teniendo en cuenta los aspectos cognitivos de atención, percepción, reconocimiento y memoria recomendados por Preece.

Para implementar las mejoras se realizaron las siguientes actividades:

- Definir las metas de usabilidad.
- Determinar problemas de diseño de interfaz en la versión original.
- Prueba piloto con un experto y dos estudiantes en el tema de almacenamiento, para obtener sugerencias de mejoras.
- Implementación de las mejoras en una nueva versión, de acuerdo a estrategias de diseño de interfaz.

### **2.2 PRUEBA DE USABILIDAD**

Luego de haber realizado las mejoras al sistema, se procedió a diseñar una prueba de usabilidad para determinar si los cambios generaba un impacto positivo en los estudiantes.

Para el diseño de la prueba, la entrevista a los usuarios, la encuesta y el análisis de la prueba, se tuvo en cuenta el marco *DECIDE* para la evaluación, las estrategias para observación de usuarios en la entrevista y el uso de la escala *Likert* para valoración de la encuesta (Preece,2002c).

Las actividades desarrolladas fueron las siguientes:

- Establecer metas de evaluación.
- Realizar preguntas exploratorias.
- Determinar paradigma de evaluación.
- Diseñar encuesta de evaluación.
- Prueba piloto y ajuste a la encuesta .
- Convocar estudiantes de Ingeniería de Producción.
- Realización encuesta por parte de los estudiantes.
- Evaluación e interpretación de los datos de la encuesta.
- Elaboración reporte prueba de usabilidad.

En total se encuestaron 14 estudiantes, que fueron divididos en dos grupos de 7 estudiantes. El primer grupo fue denominado “control” y realizó la encuesta sobre la herramienta académica sin cambios (versión original). El segundo grupo denominado “experimental”, hizo la encuesta sobre la versión mejorada.

La población seleccionada no tenía conocimiento sobre los temas tratados en la herramienta que le correspondía evaluar, esto con el fin de determinar la facilidad de uso y de aprendizaje de usuarios ajenos al tema.

Para el registro de la prueba se tomaron fotos a los encuestados. Además, se realizaron dos tipos de video: el primero para obtener un registro de los gestos de los encuestados frente a la herramienta y el segundo para registrar la navegación del usuario en el sistema.

Las pruebas fueron realizadas en el aula de neurociencias de la Universidad EAFIT y para su desarrollo se utilizó un computador portátil, la encuesta y una cámara fotográfica.

### **3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA HERRAMIENTA ACADÉMICA**

Un almacén es aquel punto de la cadena de suministros donde los artículos son detenidos en un breve espacio de tiempo (Bartholdi, 2011a), en él se llevan a cabo una de las actividades mas importantes y costosas del almacenamiento: la preparación de pedidos, el cual representa cerca del 55% de los costos totales operacionales del almacenamiento (Koster et al., 2007), lo que evidencia la importancia de implementar estrategias de distribución de productos que permitan administrarlo de manera más eficiente.

Una posibilidad para conocer el desempeño de un almacén es utilizando una medida informal denominada densidad de recolección (*pick density*), la cual es definida como el número de recolecciones de artículos logrados por unidad de área en el almacén, o recolecciones por unidad de distancia recorrida a lo largo de un pasillo por un preparador de pedidos (Bartholdi, 2011b).

Para mejorar esta medida de desempeño en el almacén, se pueden implementar estrategias de distribución de productos como: ubicación alfanumérica, ubicación rápida, ubicación por frecuencia de acceso (número de visitas a una posición) y ubicación por selección del factor densidad (Ballou, 2004a).

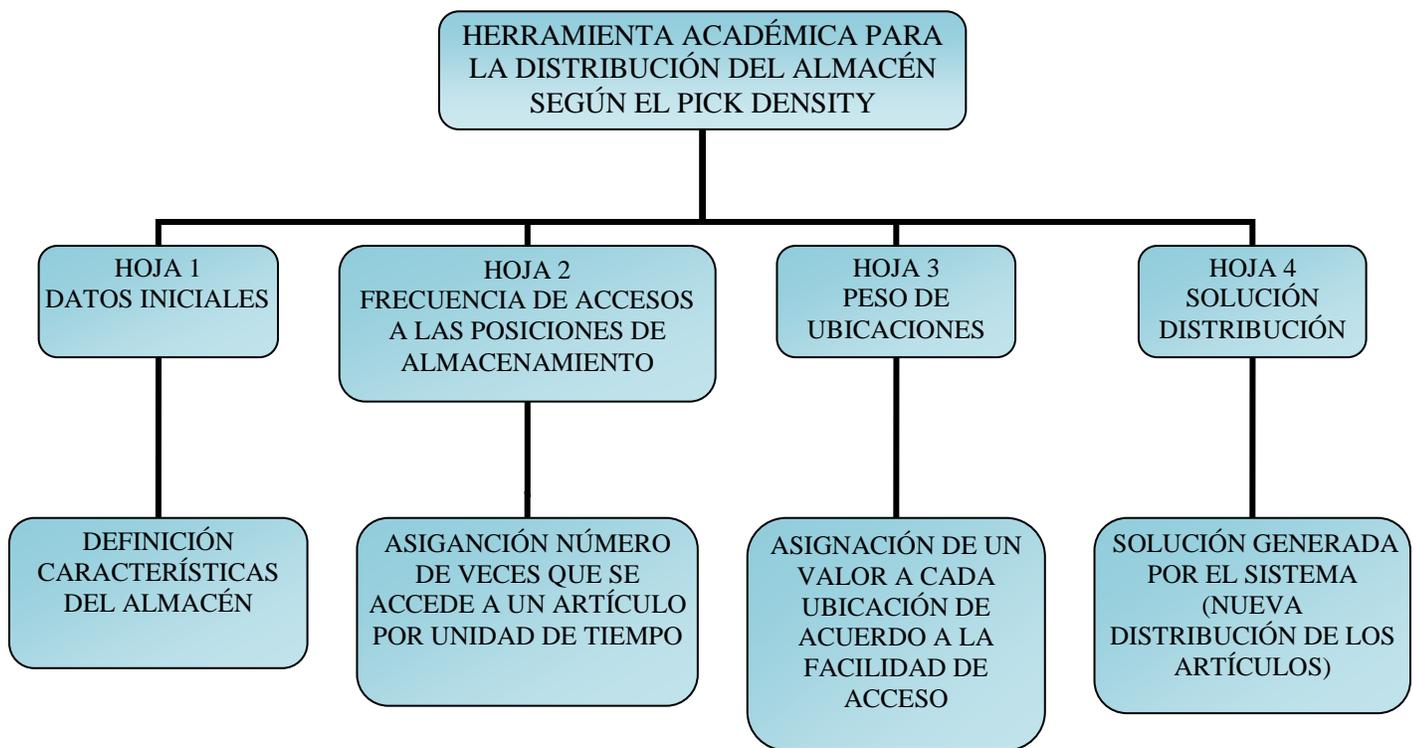
La importancia de estas estrategias conllevó al desarrollo de una herramienta académica de fácil aplicación y que le permitiera al estudiante comprender y evaluar estos conceptos de manera ágil y clara.

La herramienta fue desarrollada en EXCEL®, utiliza la estrategia de distribución de productos por frecuencia de accesos y la medida de desempeño densidad de recolección (*pick density*), y ha contado con dos trabajos previos. En la primera versión se diseñó un almacén que utiliza estanterías simples y un mismo acceso para el recibo y despacho de productos (Arrieta, 2010b). En la segunda versión se diseñó un almacén que utiliza la misma estrategia de distribución del almacén pero con estanterías doble cara y acceso de entrada y salida independientes (Arrieta, 2011b).

La estrategia de ubicación por frecuencia de accesos consiste en ubicar los productos de mayor rotación o más populares lo más cerca posible a la zona de preparación de pedidos, sin tener en consideración el tamaño del artículo que se almacena (Ballou, 2004b).

Ambas versiones permiten que el estudiante tenga una mayor interacción con el almacén, de manera que pueda generar su propia distribución de los artículos y compararla con una solución aleatoria (sin estrategia) y la solución óptima generada por la herramienta, con la cual los estudiantes puedan evaluar el impacto en tiempo y costos que tiene la distribución de los productos dentro de un almacén.

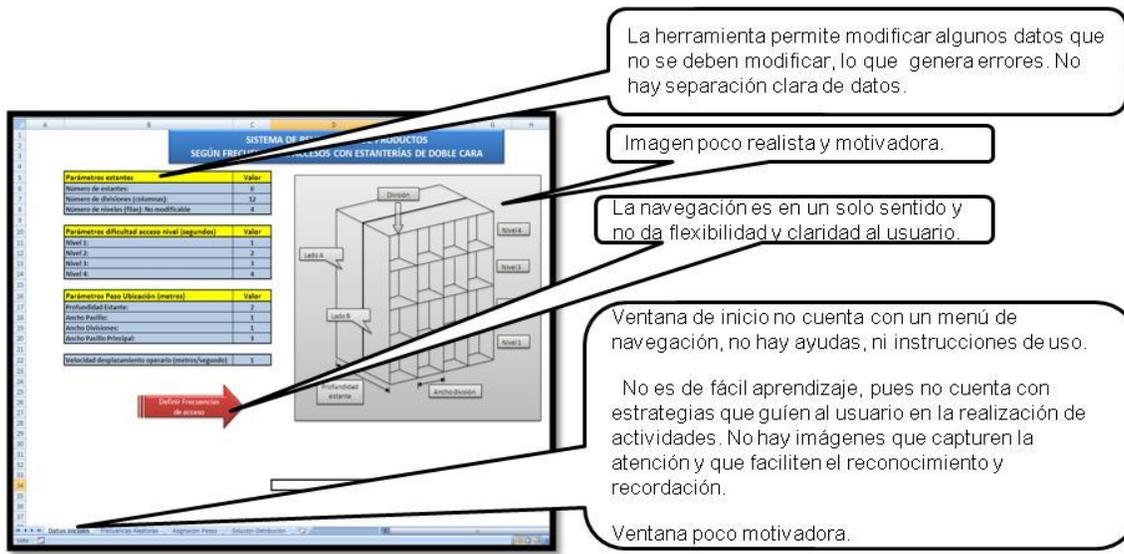
La herramienta consta de varias hoja de cálculo distribuidas como muestra la Figura 1.



**Figura 1: Módulos de la Herramienta académica**

#### 4. PROBLEMAS HERRAMIENTA ACADÉMICA VERSIÓN ORIGINAL

En las figuras 2 y 3 se pueden apreciar los principales problemas de diseño de interfaz, que la herramienta académica presenta en su versión original.



**Figure 2: Hoja “Datos iniciales”**



**Figure 3: Hoja “Frecuencia de accesos”**

## 5. MEJORAS IMPLEMENTADAS EN LA HERRAMIENTA ACADÉMICA (VERSIÓN MEJORADA)

En las figuras 2 y 3 se pueden apreciar las mejoras de diseño de interfaz implementadas en la herramienta académica, generando la versión mejorada.

**SISTEMA PARA EVALUAR IMPACTO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS PRODUCTOS DE UN ALMACÉN SEGÚN LA FRECUENCIA DE ACCESOS**

UNIVERSIDAD EAFIT  
Abierta al mundo

Guía

Instrucciones de uso del sistema general.

Preguntas para motivar al estudiante en el tema

¿La distribución de los productos dentro de un almacén tiene impacto en costos y tiempos de recorrido?  
¿Qué estrategias se pueden utilizar para la distribución?

Cada ubicación del almacén contiene un producto específico. Se realiza un solo despacho por producto (no importa la cantidad).

Recorrido por despacho. El operario toma el pedido en la entrada, se desplaza por los estantes de doble cara hasta llegar a la ubicación del producto, toma la cantidad de producto solicitada y lleva esta cantidad a la salida.

Imágenes asociada al tema de estudio, para favorecer la atención y reconocimiento.

1. Configurar Almacén  
2. Especificar Frecuencias de Acceso  
3. Asignación Pesos Ubicación  
4. Aplicación Estrategia  
5. Mediciones y Comparaciones

Menú Principal Datos Iniciales Hoja1 Frecuencias Aleatorias Asignación Pesos Solucion Distribucion

PARÁMETROS CONFIGURACIÓN ALMACÉN

Modifique únicamente los datos de las celdas verdes, de acuerdo a las dimensiones y tiempos de acceso del almacén y estantes. Luego, presione «2. Especificar Frecuencias de Acceso».

Parámetros Estantes (NO MODIFICABLES)

Parámetros estantes (no modificables)	Valor
Número de estantes:	6
Número de divisiones (columnas):	12
Número de niveles (filas):	4

Almacén

Parámetros Desplazamiento a Acc.

Parámetros dificultad acceso nivel (segundos)

Nivel	Valor
Nivel 1:	2
Nivel 2:	3
Nivel 3:	4
Nivel 4:	5

Estante

Parámetros Peso Ubicación (metros)

Parámetros Peso Ubicación (metros)	Valor
Ancho Estante:	2
Ancho Pasillo estantes:	2
Ancho Pasillo Principal:	2

Velocidad desplazamiento (metros/segundo)

Menú Principal  
2. Especificar Frecuencias de Acceso

Instrucciones de uso, con elementos que llamen la atención.

Imágenes asociada al tema de estudio, para favorecer la atención y reconocimiento.

Botones de navegación, con gráficos, que faciliten su recordación y asociación con la acción.

Separación de datos modificables y no modificables por medio de secciones. Uso de colores diferentes para los datos que se pueden modificar (verde), de los que no (gris). Los datos no modificables se bloquearon.

### Figure 5: Hoja “Datos Iniciales”

En los otros módulos u hojas de cálculo, se realizaron modificaciones similares: instrucciones de uso, elementos gráficos, botones de navegación con gráficos, menú de navegación con orden lógico, adición de un modulo que explica la estrategia de distribución de productos por frecuencia de accesos. Estas mejoras buscan que la herramienta sea más agradable y fácil de usar para el usuario.

## 6. PRUEBA DE USABILIDAD

A continuación se presenta los aspectos relacionados con la prueba de usabilidad.

### 6.1 DISEÑO ENCUESTA

La encuesta cuenta con 11 preguntas valoradas en una escala de *Likert* de la siguiente forma: totalmente en desacuerdo(TD), en desacuerdo(ED), ni de acuerdo ni en desacuerdo((NI), de acuerdo(DA), totalmente de acuerdo(TD). En la tabla 1 se puede observar la encuesta diseñada.

**Tabla 1: Diseño encuesta**

Afirmación	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1. Considero que la herramienta ayuda a la comprensión del impacto que tienen la distribución los productos en un almacén					
2. Me parece que la herramienta puede motivar el estudio de estrategias de almacenamiento					
3. Considero que el sistema es fácil de usar					
4. Las imágenes del sistema me parecieron atractivas					
5. Los colores me parecieron apropiados					
6. Es fácil recordar cómo hacer las cosas					
7. Siempre tuve claro qué hacer					
8. Observé el uso de ayudas que me apoyaron para el buen uso y comprensión del sistema.					
9. El sistema tiene un propósito claro					
10. Fue una grata experiencia explorar la herramienta					
11. La herramienta me ayudó a comprender algunos aspectos sobre almacenamiento					

### 6.2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

En la tabla 2 y 3 se presenta la distribución de las frecuencias en la escala de *Lickert*, de acuerdo a las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas de la encuesta, para la herramienta en su versión original y la versión mejorada respectivamente.

**Tabla 2: Puntaje encuesta versión original**

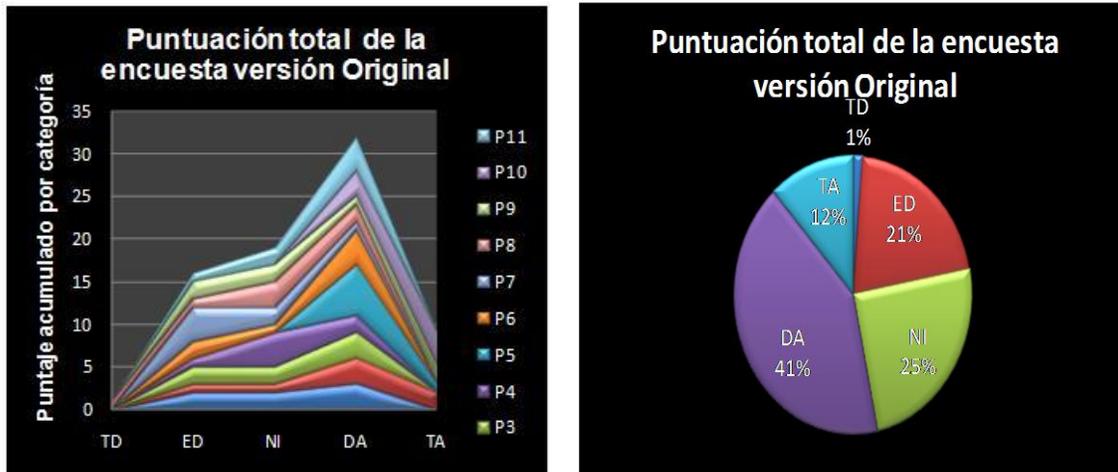
Pregunta	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	total	%total A
TD	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1,3%
ED	2	1	2	1	0	2	4	1	2	0	1	16	20,8%
NI	2	1	2	4	0	1	2	3	2	0	2	19	24,7%
DA	3	3	3	2	6	4	1	2	1	3	4	32	41,6%
TA		2	0	0	1	0	0	0	2	4	0	9	11,7%
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>77</b>											

**Tabla 3: Puntaje encuesta versión mejorada**

Pregunta	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	total	%total A
TD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
ED	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3	3,9%
NI	0	1	1	0	0	0	2	1	2	2	0	9	11,7%
DA	6	5	3	2	3	4	2	5	2	2	4	38	49,4%
TA	1	1	3	4	4	3	1	1	3	3	3	27	35,1%
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>77</b>											

### 6.3 COMPARACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA

En las Figuras 6a,6b,7a,7b, se presenta en forma gráfica los resultados de la encuesta de la versión original Vs. la versión mejorada, para visualizar el impacto de las mejoras de acuerdo a la evaluación realizada por los encuestados.



**Figura 6a y 6b: a) Gráfico puntuación total de la encuesta versión original, b) Gráfico porcentual por categorías.**



Figura7a y 7b: a) Gráfico puntuación total de la encuesta versión original, b) Gráfico porcentual por categorías.

#### 6.4 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

Al comparar la tabla de resultados de las encuestas de las dos versiones, se puede apreciar que la versión mejorada presenta mejores calificaciones hacia las categorías positivas en la escala de *Lickert*, es decir, hacia de acuerdo (DA) y totalmente de acuerdo (TA). Este comportamiento se puede observar también al comparar los gráficos acumulados y gráficos de torta de ambos sistemas.

Interpretando los gráficos y los datos obtenidos en la encuesta, se puede afirmar que en general la versión mejorada generó experiencias sobresalientes en los usuarios, indicando que los cambios realizados tuvieron los impactos positivos esperados.

Sin embargo, al detallar la encuesta, hay una sola afirmación que bajó de calificación. Esta afirmación corresponde al numeral 10 "Fue una grata experiencia explorar la herramienta". La calificación pasó del 100% en la versión original a 71.4% en la versión mejorada. Una posible causa puede ser atribuida a que la herramienta es menos minimalista, ya que cuenta con más instrucciones de ayuda. Es necesario considerar esta puntuación para realizar mejoras en este sentido.

#### 7. CONCLUSIONES

- En general los cambios realizados a la herramienta en la versión mejorada tuvieron una buena aceptación de parte de los usuarios, esto se refleja en los resultados obtenidos de las encuestas: se pasó de un 11.7% en la categoría de totalmente de acuerdo (TA) en la versión original a 35.1% en la versión mejorada; y en la categoría de acuerdo (DA) en la versión original pasó de 41.6% a 49.4% en la versión mejorada. Esto indica que las estrategias de diseño interacción pueden impactar favorablemente la aceptación de un producto.

- De acuerdo al análisis de las encuestas, se obtuvo una mejoría con respecto a la versión inicial, en los aspectos: mejora de comprensión del tema, facilidad de uso, motivación y facilidad de aprendizaje. Esto indica que los objetivos de usabilidad propuestos fueron alcanzados.
- Es importante considerar la baja calificación que presentó el aspecto de experiencia agradable, la cual pasó de una calificación de 100% a 71.4%, lo cual se podría deber a que la nueva herramienta cuenta con mas elementos de apoyo que lo hacen más complejo. Es necesario hacer un análisis más profundo al respecto para hacer las correcciones adecuadas.
- Durante la ejecución de las encuestas, se observó que algunos de los encuestados generaban errores como: presión de un botón varias veces e innecesariamente y no calculaban los tiempos cada vez que se generaba una nueva distribución. Estos aspectos deben ser considerados para ser corregidos en una próxima versión de la herramienta.
- Otro aspecto que afectó la prueba, es el hecho de que esta se realizó en un portátil, lo que hacía que los botones de navegación no se vieran en su totalidad, obligando al usuario a mayores desplazamientos.
- La encuesta valorada en una escala de *Licket*, es una buena herramienta para medir la percepción de los usuarios con respecto a un sistema, software o herramienta académica.

## REFERENCIAS

Arrieta, J.G., Carmona, G.L., Rodríguez D.C., and Ruíz S. (2010). “Herramienta académica para distribución del almacén según el pick density”. Congreso ICPR Universidad de los Andes, julio 2010.

Arrieta, J.G., Carmona, G.L., and Botero S.C. (2011). “Herramienta académica para la distribución del almacén con estantería de doble cara según el pick density”. Congreso LACCEI Universidad EAFIT, agosto 2011.

Use the "Insert Citation" button to add citations to this document.

Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2002). Interaction Design. (J. W. Sons, Ed.) Proceeding of the 2006 conference on Interaction design and children IDC 06 (p. 544). Wiley. Retrieved from [http://www.interaction-design.org/encyclopedia/interaction\\_design.html](http://www.interaction-design.org/encyclopedia/interaction_design.html)

Bartholdi, J.J. and Hackman, S.T. (2011). Warehouse and distribution science, pp. 3-26

De Koster R., Le Duc T., and Roodbergen K.J. (2007). Design and control of warehouse order picking: a literature review, pp2-4.

Ballou, R. (2004). “Decisiones sobre almacenamiento y manejo”. Logística administración de la cadena de suministros. México: Pearson, pp. 533

### ***Autorización y Renuncia***

*Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito*