



Evaluación del software *Factótum*

Máster Enrique **Vílchez** Quesada
Escuela de Informática, Universidad Nacional
Costa Rica
evilchez@una.ac.cr

MSc. Juan Félix **Ávila** Herrera
Escuela de Informática, Universidad Nacional
Costa Rica
javila@una.c.cr

Resumen

En el contexto del proyecto de investigación denominado “Tutor Virtual para el estudio de las funciones”, se inició en el año 2008 un proceso de desarrollo con la finalidad de construir un software educativo, a través del cual, tanto docentes como estudiantes de enseñanza media superior, pudieran contar con una herramienta multimedia para abordar el estudio de las funciones de una forma más interactiva. Como resultado de dos años de esfuerzo, este software finalmente fue desarrollado y sometido a una prueba piloto tomando como base para ello, una muestra de 76 estudiantes de enseñanza media superior y 24 docentes circunscritos en diversas instituciones educativas en Costa Rica. En este trabajo se muestran los principales resultados del proceso de validación y evaluación.

Palabras clave: funciones, enseñanza, aprendizaje, tutor, virtual, evaluación.

1. Introducción

La evaluación de un software es una de las etapas más importantes del ciclo de desarrollo, dado que permite determinar si los objetivos propuestos se alcanzaron o no en la población meta.

El proceso de evaluación puede poner énfasis en diversos aspectos relacionados con el programa, abarcando sus características de interface y de comunicación y, su nivel de impacto en cuanto a la enseñanza y el aprendizaje.

Con relación al software *Factótum*, la evaluación emprendida ha tomado en consideración las siguientes variables principales: mejoramiento de los procesos de aprendizaje, calidad del contenido del software, características de comunicación de la herramienta y, fortalezas y debilidades.

A la luz de los resultados expuestos en este documento, en un futuro la herramienta podrá ser mejorada y evaluada nuevamente a través de una prueba más amplia denominada prueba de campo.

2. Fundamento teórico

2.1 Características de una buena aplicación

Un software educativo puede considerarse bueno, cuando cumple los objetivos para los cuales fue diseñado y cuando sus usuarios lo pueden utilizar sin mayores complicaciones e inclusive de una forma intuitiva haciendo alusión a sus conocimientos comunicacionales previos. Según Marquéz (2004) un buen multimedia educativo satisface las siguientes características:

- *“Facilidad de uso.*
- *Adaptación a diversos contextos.*
- *Calidad del entorno visual.*
- *Calidad de los contenidos.*
- *Navegación e interacción.*
- *Capacidad de motivación.*
- *Potencialidad de los recursos didácticos.*
- *Fomento del autoaprendizaje.*
- *Esfuerzo cognitivo”.*

De acuerdo con este autor un software debe combinar eficacia y logro de objetivos para satisfacer las necesidades de sus usuarios.

Entendemos aquí el término de multimedia, como una aplicación que integra distintos formatos de presentación de la información, recurriendo a la imagen, al video, al texto y a los hipervínculos como principales recursos del proceso comunicativo. Ulizarna (1998) citado por Bermúdez (2010), concibe la palabra “multimedia” como polisémica dado que a través de ella se hace referencia tanto a una tecnología informática, como a otra de comunicación. El software *Factótum* constituye una herramienta multimedia pues combina distintos soportes para mostrar información, propiedades y aplicaciones de la teoría de las funciones a los estudiantes, utilizando como base el audio/video, también llamado por algunos autores “vodcast” (Laaser, Jajilioff y Rodríguez, 2010).

El tema de la calidad de multimedios es de vital importancia para garantizar la eficiencia y eficacia en los procesos de desarrollo, donde con frecuencia los diseñadores descuidan alguna de las tres dimensiones fundamentales de las etapas de creación: la dimensión educativa, la comunicacional y la informática. Suele ocurrir que de acuerdo a la formación base de los desarrolladores, se ponga mayor énfasis a los aspectos técnicos (Bermúdez, 2010).

En general la evaluación de un multimedio debe contemplar variables como las señaladas por Marquéz y clasificadas en tres grandes grupos: funcionales, técnicas y pedagógicas (Marquéz, 2000). Con relación al software *Factótum* estas variables se ubicaron en aspectos vinculados con los procesos de aprendizaje (pedagógico), contenido (pedagógico-técnico) y características de comunicación (funcional-técnico).

2.2 Importancia de la calidad

En el plano de desarrollo de un software educativo, la calidad es un tema fundamental, pues en el contexto de un mundo sin fronteras normalizado por la Internet, los docentes tienen a su paso infinidad de ofertas y promesas de solución a problemas educativos de diversa índole, que deben ser analizadas por las instituciones antes del proceso de implementación de un software. En este sentido, Sobrino y sus colaboradores señalan: “*La explosión del mercado multimedio educativo –en términos de calidad- es una realidad innegable. La calidad del mismo, cuando menos, una realidad discutible*”. De acuerdo con esto, si la calidad debe ser una realidad cuestionable, es esencial emprender procesos de evaluación de software de manera objetiva, para la toma de decisiones inteligentes dentro de las organizaciones educativas.

Cuando se procura el establecimiento de estándares de calidad en un software educativo, el tema resulta ser muy complejo, pues las variables que actúan en los procesos educacionales son por lo general muy diversificadas y por tanto, imposibles de encasillar en un grupo de clasificaciones que dependerán en muchos casos, de los contextos escolares particulares. Pese a ello, el término “calidad” no puede desvirtuarse en la abstracción de lo ambiguo y por esta razón, diversos autores proponen el reto de incorporar criterios generales que permitan medir de alguna forma la calidad de este tipo de recursos (un ejemplo de ello lo constituye los estándares ISO utilizados para analizar documentos multimedia). En este sentido, Marquéz (2004) apunta dos marcos globales de análisis en cuanto a la calidad: lo que implica la valoración interna del producto y por otra parte, el impacto que el software tiene sobre los factores externos, en este caso los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Frente a estos retos, la evaluación del software *Factótum* presentada aquí, representa un esfuerzo objetivo por determinar si es una herramienta de factible uso en las instituciones educativas de enseñanza media en Costa Rica y donde se han incorporado dentro de los instrumentos de evaluación cuantitativa, aspectos relacionados tanto a factores internos como externos de la aplicación.

2.3 Evaluación didáctica de software educativo

La evaluación de un software educativo debe contemplar aspectos meramente didácticos relacionados con las tareas de enseñanza y aprendizaje para las cuáles el software educativo fue diseñado. En este contexto la autora Gabriela González Alarcón de la Universidad Autónoma de México (2000), precisa una serie de criterios pedagógicos generales en un proceso de evaluación para cualquier tipo de software con fines didácticos, a saber:

- *“Adecuación al público al que se dirige.*
- *Aprovechamiento del medio.*
- *Calidad de la información.*
- *¿Favorece el aprendizaje significativo?*
- *¿Permite la interacción?*
- *¿Propicia la construcción de conocimientos?*
- *¿Propicia la interacción entre pares?*
- *Justificación de la estructura manejada con relación al objetivo.*
- *¿Es pertinente con respecto al enfoque de enseñanza de la disciplina en cuestión?”*

Estos criterios también han sido tomados como importantes insumos para desarrollar el proceso de evaluación del software *Factótum*.

2.4 La percepción de los docentes y estudiantes como un medio de evaluación

La evaluación en contextos donde no existen investigaciones previas que ayuden a explicar un fenómeno educativo determinado, una práctica docente o una tendencia pedagógica, puede recurrir a la utilización de las percepciones de los docentes y de los estudiantes como un medio que ayuden a los investigadores a explicar una mejor aproximación de la realidad educacional estudiada.

En este escenario, la evaluación de software educativo se puede efectuar recogiendo las opiniones de los profesores y estudiantes respecto al nivel de impacto que desde un punto de vista didáctico y de aprendizaje, han podido obtener a través del programa informático utilizado. A este respecto, Galvis (1988) establece dentro del ciclo de desarrollo de un software la evaluación como un aspecto medular que a su juicio, es necesario llevar a cabo con la población educativa para la cual se ha diseñado el programa. Típicamente esta población se encuentra constituida por al menos dos actores: los docentes y los alumnos.

Evaluar un software didáctico por tanto, implica un proceso de recogida de datos con relación a las opiniones de los profesores como expertos en contenido y de los estudiantes como sujetos del aprendizaje. Estas opiniones conforman una serie de categorías en las cuáles se fundamentan sus percepciones. La tarea del investigador en este sentido, consiste en identificar con claridad cuáles son estas categorías y sus relaciones, solo de esta forma se podrá juzgar “su eficiencia y los resultados que con él (software) se obtienen” (Rafael, 2000).

En el contexto del software *Factótum* estas categorías se establecieron con la ayuda de diez profesores de la Escuela de Informática de la Universidad Nacional, con amplia experiencia en el campo de la ingeniería de software y la evaluación de software educativo.

Las percepciones de los docentes y estudiantes constituyen insumos con validez científica, siempre y cuando no se conozcan teorías previas que ayuden a explicar mejor el problema en cuestión, es por ello que en términos de la evaluación de un programa informático, resultan fundamentales como medios que permiten comprender si el software diseñado reúne las característica necesarias y suficientes que justifiquen su continuidad en un ambiente educativo determinado.

Miguel Ángel González (s.a.) establece que el objetivo principal de la evaluación de programas informáticos con fines didácticos, consiste en “orientar un uso pedagógicamente adecuado”, además este mismo autor señala que si un software se analiza como un objeto pedagógico, éste encierra un contenido científico, ideológico y educativo comprensible en alcance de impacto, únicamente a través de sus potenciales usuarios (maestros y alumnos), de allí que: “más que un seguimiento o evaluación formal del uso que las instituciones hacen del Sw (software), se recogen narraciones de estudiantes y profesores que dan cuenta del proceso completo en el que fue incorporado el Sw.” (González, s.a.), lo anterior significa que el uso de la percepción como medio de evaluación constituye una metodología justificada y aún más, necesaria. Por esta razón este enfoque se adoptó dentro de la metodología de evaluación que dio sustento a la validación del software *Factótum* y que se explicará en detalle en la siguiente sección.

3. Metodología

El software *Factótum* se evaluó a través de lo que el autor Alvaro Galvis (1988) denomina dentro de su ciclo de desarrollo de software una “*prueba piloto*”. La prueba piloto consiste en aproximar las condiciones de uso lo más cercano posible, a la población objetivo completa.

Dentro del marco del presente proyecto de investigación, se seleccionó para la implementación de la prueba piloto una institución educativa de enseñanza media ubicada en una zona rural, otra institución de secundaria ubicada en una zona urbano marginal de la provincia de San José y dos grupos del curso Matemática General que se imparte en la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). En total se tomó una muestra de 76 estudiantes a un nivel medio superior, de los cuales:

- 41 eran de sexo masculino y 35 de sexo femenino.
- 45 ubicados en el primer año de su vida universitaria y 31 cursando el nivel de undécimo año.

Por otra parte, en el contexto de este proyecto fue importante también, contar con la percepción de los docentes que constituyen del mismo modo una parte de la población meta. Ante este hecho se tomó una muestra de 24 docentes tanto nacionales como internacionales. De los 24 docentes participantes: 7 de ellos eran profesores universitarios en ejercicio de la Universidad Autónoma de Baja California, México, 12 docentes de enseñanza media en diversas instituciones rurales y urbanas en Costa Rica (grupo del proyecto MATEM de la UNA y profesores voluntarios) y 5 docentes universitarios en ejercicio en distintas universidades públicas del país, todos en un rango de edades entre los 22 y 55 años y con una cantidad de años de servicio entre 1 y 25 años de experiencia profesional.

En la siguiente sección se explicará con mayor detalle la prueba piloto llevada a cabo con estos conjuntos muestrales.

3.1 Antecedentes

Las estudiantes y docentes que participaron de este proceso de validación, utilizaron el software como un recurso de enseñanza y aprendizaje para repasar conceptos relacionados con la teoría de las funciones.

Cada grupo de estudiantes y de profesores recibió al menos tres sesiones de dos horas utilizando el software como un recurso de apoyo. Las actividades comprendidas abarcaron momentos preinstruccionales, coninstruccionales y posinstruccionales, de tal forma que el software, se utilizó como un recurso didáctico para iniciar un tema, desarrollar un tema y/o ejercitar una temática.

Los grupos de estudiantes fueron atendidos por el profesor titular y los grupos de docentes por el profesor Enrique Vílchez Quesada, quien les brindó una corta capacitación en el uso de la herramienta *Factótum*. Al finalizar todas las sesiones de trabajo, los estudiantes y los docentes completaron un cuestionario puesto en línea. Los cuestionarios aplicados tanto a los alumnos como a los profesores se muestran en el apéndice de este trabajo. Dichos instrumentos fueron validados utilizando para ello, la asesoría de dos estadísticos de la Escuela de Matemática de la Universidad Nacional de Costa Rica y la consulta a diez profesores de la Escuela de Informática de la Universidad Nacional, con la finalidad de evaluar: las preguntas más

adecuadas, la claridad de los enunciados, la duración estimada de aplicación, el ordenamiento lógico de las preguntas y la calidad del contenido respecto a lo que se deseaba medir. Los resultados obtenidos al analizar las respuestas de dichos cuestionarios se presentan a continuación.

3.2 Mejoramiento de los procesos de aprendizaje

Con la finalidad de rescatar la percepción tanto de estudiantes como de docentes en este aspecto, se utilizó una escala linkert que contempló las siguientes valoraciones: (1) muy de acuerdo, (2) de acuerdo, (3) medianamente de acuerdo, (4) en desacuerdo, (5) muy en desacuerdo. Las preguntas realizadas a cada una de las muestras contemplaron las siguientes variables: motivación, claridad de las explicaciones, mejoramiento en el rendimiento académico y comprensión profunda de los temas. En la siguiente tabla se resume los resultados obtenidos en cada componente.

Componente	Percepción de estudiantes	Percepción de docentes
Aumento de la motivación	80% de los estudiantes estuvieron muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo. Un 10% estuvo medianamente de acuerdo	95 % estuvieron muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo, concentrándose en muy de acuerdo y de acuerdo
Explicaciones no claras	20% estuvo medianamente de acuerdo y el otro 80% respondió estar en desacuerdo y muy en desacuerdo	38% estuvo muy de acuerdo y de acuerdo con este aspecto
Rendimiento académico	60% estuvieron muy de acuerdo y 40% medianamente de acuerdo	43% estuvieron muy de acuerdo y 33% medianamente de acuerdo.
Comprensión no profunda	55% manifestaron estar muy de acuerdo y medianamente de acuerdo	60% de los docentes manifestaron estar muy en desacuerdo, 20% medianamente de acuerdo y 20% muy de acuerdo

Según los resultados obtenidos *Factótum* es un software que sí aumenta la motivación de los estudiantes. Además, existe una tendencia a considerar que *Factótum* brinda explicaciones claras, pese a ello hay un porcentaje significativo (entre un 20% y un 38%) de opiniones que apuntan a considerar lo contrario, esto es debido (como se observó en las dos preguntas abiertas del cuestionario), al hecho de que muchos docentes consideraron que la herramienta se volvía muy monótona, casi como una clase magistral. En cuanto al rendimiento académico podemos considerar que no hay una tendencia contundente, lo cual es natural pues diversos estudios han mostrado que al utilizar una herramienta tecnológica para apoyar procesos de enseñanza y aprendizaje, normalmente el rendimiento de los estudiantes se mantiene muy similar, si lo comparamos con el uso de estrategias más tradicionales. Finalmente, en cuanto a la comprensión profunda de las temáticas abordadas en *Factótum*, se observa una clara debilidad en el software pues éste parece no brindar un mayor impacto.

Consideramos que al ser el software de corte conductivista y cognitivista, esto pudo haber ocasionado que las experiencias de aprendizaje incorporadas no proporcionarían experiencias de corte más heurístico y por el contrario, se enfocarían a actividades más de carácter algorítmico. A pesar de ello, por las características de diseño de la herramienta, para servir como un apoyo en la preparación de la prueba nacional de bachillerato en matemáticas en Costa Rica, era de esperarse en cierto sentido esta debilidad detectada.

3.3 Calidad del contenido del software

El software *Factótum* se caracteriza por estar constituido por un índice de contenidos similar al índice de un libro de texto. Cada una de sus secciones se divide en *Texto (PDF)*, *Teoría (Video)*, *Ejemplos (Video)*, *Actividad* y *Evaluación*, tal y como se aprecia en la siguiente figura:



Texto (PDF), muestra un libro escrito por los autores de este trabajo, que se constituyó en el guión de contenido y narrativo de los videos incorporados en la aplicación. *Teoría (Video)* integra distintos videos educativos que explican la totalidad de las propiedades, definiciones y teoremas incorporados en el texto *PDF*. *Ejemplos (Video)* muestra un total de 300 videos con las soluciones de todos los ejemplos integrados en el texto *PDF*, utilizando para ello dos posibles tutores virtuales, el *Prof. Ávila* y el *Prof. Vílchez*. Finalmente, *Actividad* y *Evaluación* brindan al estudiante diversos ejercicios a través de los cuales pueden fortalecer los conocimientos adquiridos en cada sección.

La valoración del contenido en el software *Factótum* se efectuó utilizando una escala linkert idéntica a la descrita en el apartado 3.2. El contenido del software fue evaluado de acuerdo a sus características en: calidad de los videos educativos, calidad del texto *PDF*, calidad de las actividades creadas y calidad de las experiencias de evaluación. La tabla siguiente resume los resultados obtenidos a este respecto:

Componente	Percepción de los estudiantes	Percepción de los docentes
Compleitud del contenido	86% manifiestan estar muy de	80% manifiestan estar muy de

	acuerdo y medianamente de acuerdo	acuerdo y de acuerdo, ninguno manifiesta estar medianamente de acuerdo
Intencionalidad instruccional no clara en los videos	80% manifiestan estar muy en desacuerdo y en desacuerdo	83% manifiestan estar muy en desacuerdo y en desacuerdo en este sentido
Objetivos educacionales explícitos en los videos	90% manifiestan estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo con un predominio en las dos primeras opciones	92% manifiestan estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo
Los videos son no claros y son aburridos	17% manifestó estar medianamente de acuerdo y ninguno muy de acuerdo y de acuerdo	26% indicaron estar de acuerdo y medianamente de acuerdo
Los videos mantienen el interés	17% manifestaron estar medianamente de acuerdo y ninguno en desacuerdo o muy en desacuerdo	9% indicó estar muy en desacuerdo y ninguno en desacuerdo
Los videos no facilitan la comprensión	55% manifestaron estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo	21% manifestó estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo
El texto PDF es claro y ordenado	10% manifestó estar muy en desacuerdo y en desacuerdo	9% indicó estar muy en desacuerdo y en desacuerdo
El texto PDF no es completo	83% indicó estar muy desacuerdo y en desacuerdo	92% manifestó estar muy en desacuerdo y en desacuerdo
El texto PDF presenta de manera apropiada el contenido	100% manifestaron estar muy de acuerdo y de acuerdo	88% están muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo
El texto PDF no tiene una cantidad suficiente de ejercicios	100% están muy en desacuerdo y en desacuerdo	28% están muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo
El texto aporta en cuanto a aplicaciones	100% manifiestan estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo	92% indicó estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo
Las actividades contribuyen con el aprendizaje	100% indicaron estar muy de acuerdo y de acuerdo	92% manifiestan estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo
Las actividades invitan a estudiar	100% indicar estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo	96% están muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo
Las actividades son aburridas	63% manifiestan estar muy en desacuerdo y en desacuerdo	30% indicaron estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo
Las actividades son dinámicas e interactivas	61% manifiestan estar muy de acuerdo, de acuerdo y	16% manifiestan estar muy en desacuerdo y en desacuerdo

Las experiencias de evaluación no permiten valorar su desempeño	medianamente de acuerdo 40% que indican estar medianamente de acuerdo y ninguno de acuerdo o muy de acuerdo	51% indicaron estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo
Las experiencias de evaluación son claras	100% manifestó estar muy de acuerdo y de acuerdo	94% están muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente
Las experiencias de evaluación no son suficientes	100% indicaron estar muy en desacuerdo y en desacuerdo	49% indican estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo

En congruencia con los resultados de la tabla anterior, podemos inferir que la calidad de los videos educativos es buena en cuanto a: intencionalidad instruccional, objetivos educativos y claridad e interés en su contenido. La mayor debilidad encontrada en los video educativos desarrollados para el software *Factótum*, consiste en que hay un alto porcentaje de estudiantes que consideran el aporte de estos videos muy bajo para comprender mejor los temas relacionados con las funciones, en contraste los docentes en su mayoría manifiestan lo contrario, lo cual da un claro indicio con relación a las estrategias de enseñanza que usualmente los profesores utilizan para abordar el estudio de las funciones a nivel de secundaria, podría ser interesante para otro estudio analizar las causas que ocasionan este patrón común y que desde luego tienen una incidencia directa en el aprendizaje de los estudiantes.

Respecto al texto *PDF* escrito en el contexto de este proyecto de investigación, se destacan las siguientes fortalezas: es claro y ordenado, es completo, presenta de manera apropiada el contenido, da un aporte relevante en cuanto al estudio de las aplicaciones de la teoría de las funciones. La principal oportunidad de mejoramiento la encontramos en la cantidad de ejercicios y ejemplos integrados en el texto, los docentes manifiestan la necesidad de contar con una mayor variedad de los mismos.

Las actividades desarrolladas para el software *Factótum* presentan las siguientes ventajas: contribuyen con el aprendizaje, invitan al estudio de las funciones y son medianamente interactivas y poco aburridas. En este último aspecto es importante enfatizar que las actividades diseñadas apuntan a ayudar al estudiante a ejercitarse con la finalidad de prepararse adecuadamente con miras a aplicar la prueba nacional de bachillerato en matemáticas, por lo tanto, muchas de ellas se pueden tornar con el tiempo un poco monótonas.

Finalmente las experiencias de evaluación del software *Factótum* son valoradas positivamente en cuanto a su claridad, pero negativamente en cuanto al nivel de seguimiento que le permiten a los estudiantes respecto al desempeño obtenido. Este aspecto, nos propone un reto futuro, dado que actualmente las experiencias de evaluación integradas en el software retroalimentan al alumno únicamente de forma numérica, no permiten analizar procedimientos, ni propuestas de solución diversas. En cuanto a su cantidad, los docentes consideraron que se podrían ampliar en una versión futura del programa.

3.4 Características de comunicación de la herramienta

Las características comunicacionales de *Factótum* fueron evaluados por medio de la escala linkert como la propuesta en la sección 3.2. La siguiente tabla resume los resultados obtenidos y cada una de las componentes consideradas dentro de los criterios de evaluación.

Componente	Percepción de los estudiantes	Percepción de los docentes
La pantalla es simple y ordenada	100% están muy de acuerdo y de acuerdo	100% están muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo
El tamaño de los elementos no es el adecuado	100% manifiestan estar muy en desacuerdo y en desacuerdo	50% manifiestan estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo
La distribución de los elementos es la adecuada	100% indican estar muy de acuerdo y de acuerdo	81% manifiestan estar muy de acuerdo y de acuerdo y, ninguno manifiesta estar medianamente de acuerdo
El tamaño y apariencia de los textos no es bueno	70% manifiestan estar de muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo	50% manifiesta estar en muy en desacuerdo y en desacuerdo
Los controles de navegación son claros y fáciles de usar	100% indicó estar muy de acuerdo y de acuerdo	96% indicaron estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo
Los botones son predecibles en cuanto a su función	100% manifestó estar muy de acuerdo y de acuerdo	96% indicaron estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo
Los colores ofrecen contraste	100% indicó estar muy de acuerdo y de acuerdo	100% manifestó estar muy de acuerdo, de acuerdo y medianamente de acuerdo
El espacio que ocupa el contenido es mayor con relación a los otros elementos	100% manifestaron estar muy de acuerdo y de acuerdo	16% manifestó estar muy en desacuerdo y en desacuerdo

En términos generales hay una percepción positiva respecto a la organización y distribución de cada uno de los elementos en la pantalla. En cuanto al tamaño de los textos y elementos la interface parece mostrar algunas debilidades que deben ser corregidas aumentando las dimensiones de los objetos y mejorando la apariencia de los textos. Los colores utilizados en *Factótum* tienen una alta aceptación. Finalmente, en cuanto a la navegación, es valorada muy positivamente tanto por docentes como por estudiantes, lo cual respalda nuestra intencionalidad inicial de crear una interface que el usuario aprendiera a utilizar de una forma casi intuitiva.

3.5 Fortalezas y debilidades

Las fortalezas y debilidades del software *Factótum* fueron indicadas por los participantes del proceso de validación, mediante dos preguntas abiertas. Las fortalezas indicadas por el grupo de estudiantes y profesores se presentan a continuación:

Fortalezas indicadas por los estudiantes	Fortalezas indicadas por los docentes
<ul style="list-style-type: none"> Es detallado con relación a los procedimientos matemáticos que hay 	<ul style="list-style-type: none"> El video porque se convierte en un tutor que se puede consultar en cualquier

<p>que usar en la solución de ejercicios</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hace menos aburrida la clase ▪ Se aprovecha mejor el tiempo de clase ▪ Despierta el interés hacia el estudio del tema ▪ Es interactivo ▪ Hace que el alumno, tome otras alternativas de aprendizaje lo cual es importante pues a muchos estudiantes les cuesta este tema. ▪ La forma de explicar los temas es sencilla. 	<p>momento</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Los ejercicios de autoevaluación y la presentación de materia en <i>PDF</i> ▪ Facilidad de uso ▪ Es un mecanismo de educación a distancia y se convierte en una herramienta de consulta y reforzamiento para el estudiante ▪ El estudiante puede aprender por sí mismo, le permite equivocarse y corregir, además del hecho de utilizar tecnología, la cuál es una herramienta que ya conocen y utilizan para otras cosas, ¿por qué no hacerlo para aprender matemática?, se convierte la enseñanza del tema de funciones en algo interesante y llamativo tanto para el estudiante como para el profesor ▪ Los ejercicios en las actividades son aleatorios y por tanto, el alumno no se los puede aprender ▪ El aspecto interactivo que le permiten al estudiante navegar a través de él todas las veces que considere necesario para la comprensión de un tema ▪ Su flexibilidad, apariencia y su fácil navegación
---	---

Estas fortalezas nos permiten respaldar muchos de las ventajas que ya habíamos señalado en la ponencia Tutor Virtual para el Estudio de las Funciones (2009) con relación a las bondades de utilizar videos educativos para apoyar procesos de enseñanza y aprendizaje. Además, corroboran algunos de los resultados expuestos en las secciones anteriores, con relación a los aspectos positivos detectados en el contenido y en la navegación de *Factótum*.

En cuanto a las debilidades mencionadas por ambos grupos muestrales, tenemos las siguientes:

Debilidades indicadas por los estudiantes	Debilidades indicadas por los docentes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El audio para una presentación en un auditorio ▪ Ejercicios largos y complicados lo cual puede aburrir ▪ Es un poco tiesa la pantalla 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es muy pesado ▪ La interface se podría mejorar para hacerla más atractiva ▪ El uso de los símbolos y nomenclaturas no son los apropiados con en el caso de las expresiones algebraicas y la utilización de / para representar fracciones

- Después de cierto tiempo, cansa la vista y se puede volver monótono
- El árbol de contenidos es muy extenso y puede aburrir a los chicos, sin embargo, es muy ordenado
- Pocos videos con ilustraciones que ejemplifiquen las situaciones planteadas.
- La opción de minimización de pantalla no existe

Un aspecto difícilmente superable con relación a *Factótum* es su peso informático, pues el video digital consume muchos recursos en este sentido. Otro elemento que representa un reto, reside en la búsqueda de una simbología más adecuada en las actividades del software, actualmente los lenguajes de programación no ofrecen muchas posibilidades al respecto.

4. Conclusiones y recomendaciones

El software *Factótum* se creó con el principal objetivo de ofrecer una alternativa en cuanto a estrategias de aprendizaje y estrategias de enseñanza a estudiantes y profesores de secundaria a nivel nacional. Con relación a lo anterior el tutor virtual desarrollado sí ofrece de manera real estas alternativas y permite a los estudiantes contar con una herramienta multimedia a través de la cual pueden recibir de manera automatizada una tutoría que fortalezca su formación académica en el tema de las funciones, con la finalidad de rendir exitosamente la prueba nacional de bachillerato en matemáticas en Costa Rica.

Las ventajas del software *Factótum* determinadas como producto de este proceso de evaluación son las siguientes:

- Aumento de la motivación
- Explicaciones claras
- Los videos son de buena calidad, con intencionalidad instruccional, objetivos educativos explícitos y claridad e interés en su contenido
- El texto *PDF* es claro y ordenado, es completo, presenta de manera apropiada el contenido, da un aporte relevante en cuanto al estudio de las aplicaciones de la teoría de las funciones
- Las experiencias de evaluación son claras
- La organización y distribución de los elementos en la pantalla es adecuada
- Los colores utilizados son adecuados
- La navegación es intuitiva

Las oportunidades de mejoramiento detectadas en el software son:

- No ayuda a profundizar las temáticas
- Los videos no ayudan a comprender mejor los temas en algunos casos
- El texto *PDF* debe contar con mayor número de ejemplos y ejercicios

- Las experiencias de evaluación no le permiten al alumno valorar su nivel logro y no son suficientes
- El tamaño de los elementos y apariencia de los textos no es el adecuado
- No hay un aumento claro en el rendimiento académico de los estudiantes

Consideramos que el proyecto ha tenido éxito y que la herramienta desarrollada tiene una clara factibilidad de ser utilizada para apoyar de manera decisiva procesos de enseñanza y aprendizaje relacionados con la teoría de funciones en matemática. A futuro, el reto consiste principalmente en mejorar algunos de los videos educativos con la intención de no aburrir al estudiante y brindar un aporte distinto del que ofrecería un recurso didáctico tradicional en el aula. Además de ello, el replanteamiento del módulo de evaluación es un aspecto esencial hacia la búsqueda de una herramienta más completa que le permita al alumno de forma real, evaluar su nivel de avance en cada uno de los temas abordados.

Bibliografía y referencias

- Ávila, J. (2006). Cálculo en Varias Variables Apoyado con Software. VII Congreso Internacional y X Nacional de Material Didáctico Innovador, nuevas tecnologías educativas, México DF, 7, 134-144.
- Bermúdez, M. (2010). Revisión de Aspectos Críticos en el Desarrollo de los Multimedia Educativos. Tercer Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad en Educación a Distancia, Argentina.
- Galvis, A. (1988). Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje enriquecidos con Computador. Boletín de Informática Educativa Vol 1, No 2, UNIANDES-LIDIE, 117-145.
- González, G. (2000). ¿Qué observar cuando se evalúa software? Una propuesta para la evaluación didáctica de software educativo. Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, M. (s.a.). Evaluación de software educativo: orientaciones para su uso pedagógico. [En línea]
<<http://comunidades.eafit.edu.co/atlas/conexiones/sobreConexiones/publicaciones/libroPdfs/capitulo14.pdf>> [8 de diciembre del 2010].
- Laaser W, Jaskilioff, S y Rodríguez, L. (2010). Poscasting: ¿Un Nuevo Medio para la Educación a Distancia? Tercer Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad en Educación a Distancia, Argentina.
- Marquéz, P. (2000). Elaboración de materiales formativos multimedia. Criterios de calidad. XII Congreso Nacional e Iberoamericano de Pedagogía. Madrid.
- Marquéz, P. (2004). Características de los buenos programas educativos multimedia. [En línea]
<<http://dewey.uab.es/pmarques>> [20 de noviembre del 2009].

Rafael, E. (2000). Algunas elaboraciones sobre evaluación de software educativo. [En línea] <[http://www.amigostercermundo.org/docs/WORD%20\(2\).pdf](http://www.amigostercermundo.org/docs/WORD%20(2).pdf)> [2 de diciembre del 2010].

Sobrino, A., Reparaz C., Santiago, R. y Mir, J. (s.a.). Evaluación de Software Educativo: Propuesta de una Escala de Valoración ON LINE. [En línea] <<http://tecnologiaedu.us.es/edutec/paginas/103.html>> [20 de marzo del 2010].

Vázquez, J., Bastidas, B., Botello, L. y Pacheco, M. (s.a.). La evaluación del desempeño a partir de la percepción del actor docente en un programa de estímulos académicos en educación superior. [En línea] <<http://www.colpamex.org/Revista/Art7/34.pdf>> [2 de diciembre del 2010].

Vílchez, E. y Ávila, J. (2009). Tutor Virtual para el Estudio de las Funciones. Octava Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática, USA, 8, 270-275.

Apéndice A

Cuestionarios aplicados para la evaluación del software *Factótum*

Cuestionario de estudiantes

Estimado(a) estudiante el presente cuestionario pretende evaluar la herramienta *Factótum* que usted utilizó durante el trimestre para estudiar, repasar y reforzar el tema de las funciones. Como parte del trabajo futuro a realizar es fundamental contar con su percepción sobre las fortalezas y debilidades de este software, con el objetivo de mejorarlo para que otros estudiantes al igual que usted, puedan tener a su disposición la herramienta en una segunda versión. La información suministrada será de uso confidencial por parte de los evaluadores.

A. Información general

1. Género: () Masculino () Femenino

2. Edad: _____

3. Nivel que cursa: () Décimo () Undécimo

B. Mejoramiento de los procesos de aprendizaje relacionados con las funciones

Marque con una **x** dentro de la casilla correspondiente a la opción que más se adecua a cada una de las afirmaciones presentadas. Lea cuidadosamente antes de contestar.

De su experiencia en términos del mejoramiento de los procesos de aprendizaje	1. Muy de acuerdo	2. De acuerdo	3. Medianamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5. Muy en desacuerdo
4. La motivación hacia el estudio de la materia se vio incrementada al utilizar <i>Factótum</i>					

5. <i>Factótum</i> no contribuyó con la explicación y desarrollo de los contenidos relacionados con las funciones					
6. El uso de <i>Factótum</i> contribuyó al mejoramiento de su rendimiento académico					
7. El uso de <i>Factótum</i> no contribuyó con una comprensión más profunda del tema de las funciones y sus aplicaciones					

C. Características de *Factótum* en cuanto a su contenido

Marque con una **x** dentro de la casilla correspondiente a la opción que más se adecua a cada una de las afirmaciones presentadas. Lea cuidadosamente antes de contestar.

De su experiencia en la utilización de <i>Factótum</i> (contenido)	1. Muy de acuerdo	2. De acuerdo	3. Medianamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5. Muy en desacuerdo
8. <i>Factótum</i> ofrece un material completo en cuanto a los contenidos propios del tema de las funciones					
9. Los videos educativos de <i>Factótum</i> no tienen una clara intencionalidad instructiva					
10. Los videos educativos hacen explícito el objetivo educacional por el que fueron diseñados					
11. Los videos educativos no son claros y además son aburridos					
12. Los videos educativos despiertan y mantienen su interés por el estudio de las funciones					
13. Los videos educativos no facilitan la comprensión de los contenidos					
14. El texto PDF que integra <i>Factótum</i> es claro y ordenado					
15. El texto PDF no es completo					
16. El texto PDF presenta de manera apropiada la teoría de las funciones					
17. El texto PDF no reúne la cantidad suficiente de ejercicios					
18. El texto presenta de manera clara las aplicaciones de la teoría de las funciones					
19. Las actividades de <i>Factótum</i> le ayudan a aprender					
20. Las actividades le invitan al estudio de las funciones					
21. Las actividades son monótonas y aburridas					
22. Las actividades de <i>Factótum</i> son dinámicas e interactivas					
23. Las experiencias de evaluación de <i>Factótum</i> no le permiten					

valorar su avance en la materia					
24. Las experiencias de evaluación son claras (siempre se sabe lo que hay que hacer)					
25. Las experiencias de evaluación no son suficientes					

D. Características de la interface de *Factótum*

Marque con una **x** dentro de la casilla correspondiente a la opción que más se adecua a cada una de las afirmaciones presentadas. Lea cuidadosamente antes de contestar.

De su experiencia el uso de <i>Factótum</i> (interface)	1. Muy de acuerdo	2. De acuerdo	3. Medianamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5. Muy en desacuerdo
26. La composición de las pantallas es sencilla y ordenada					
27. El tamaño de los elementos que aparecen en las pantallas no es el adecuado					
28. La distribución de los elementos en las pantallas es adecuada					
29. El tamaño de los textos y su apariencia no es el adecuado					
30. Los controles de navegación son claros y fáciles de identificar					
31. Los botones u otras opciones de las pantallas son predecibles en cuanto a su función					
32. Los colores utilizados ofrecen un buen contraste					
33. El espacio que ocupan los contenidos es considerablemente mayor con relación a los otros elementos que aparecen en las pantallas					

34. ¿Cuáles considera que son las principales fortalezas de *Factótum*?

35. ¿Cuáles son las principales debilidades de *Factótum*?

¡Muchas gracias por su gentil colaboración!

Cuestionario aplicado a los docentes

Estimado(a) docente el presente cuestionario pretende evaluar la herramienta *Factótum* que usted utilizó junto con sus estudiantes durante el trimestre para estudiar, repasar y reforzar el tema de las funciones. Como parte del trabajo futuro a realizar es fundamental contar con su percepción sobre las fortalezas y debilidades de este software, con el objetivo de mejorarlo para que otros profesores(as) al igual que usted, puedan tener a su disposición la herramienta en una segunda versión. La información suministrada será de uso confidencial por parte de los evaluadores.

A. Información general

1. Género: () Masculino () Femenino

2. Edad: _____

3. Años de servicio: _____

B. Mejoramiento de los procesos de aprendizaje relacionados con las funciones

Marque con una **x** dentro de la casilla correspondiente a la opción que más se adecua a cada una de las afirmaciones presentadas. Lea cuidadosamente antes de contestar.

De su experiencia en términos del mejoramiento de los procesos de aprendizaje en sus estudiantes	1. Muy de acuerdo	2. De acuerdo	3. Medianamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5. Muy en desacuerdo
4. La motivación hacia el estudio de la materia se vio incrementada al utilizar <i>Factótum</i>					
5. <i>Factótum</i> no contribuyó con la explicación y desarrollo de los contenidos relacionados con las funciones					
6. El uso de <i>Factótum</i> contribuyó al mejoramiento del rendimiento académico de los alumnos					
7. El uso de <i>Factótum</i> no contribuyó con una comprensión más profunda del tema de las funciones y sus aplicaciones					

C. Características de *Factótum* en cuanto a su contenido

Marque con una **x** dentro de la casilla correspondiente a la opción que más se adecua a cada una de las afirmaciones presentadas. Lea cuidadosamente antes de contestar.

De su experiencia en la utilización de <i>Factótum</i> (contenido)	1. Muy de acuerdo	2. De acuerdo	3. Medianamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5. Muy en desacuerdo
8. <i>Factótum</i> ofrece un material completo en cuanto a los objetivos y contenidos propios del tema de					

las funciones					
9. Los videos educativos de <i>Factótum</i> no tienen una clara intencionalidad instructiva					
10. Los videos educativos hacen explícito el objetivo educacional por el que fueron diseñados					
11. Los videos educativos no son claros y adecuados para adolescentes					
12. Los videos educativos despiertan y mantienen el interés de los alumnos por el estudio de las funciones					
13. Los videos educativos no facilitan la comprensión de los contenidos					
14. El texto PDF que integra <i>Factótum</i> es claro y ordenado					
15. El texto PDF no es completo					
16. El texto PDF presenta de manera apropiada la teoría					
17. El texto PDF no reúne la cantidad suficiente de ejercicios					
18. El texto presenta de manera clara las aplicaciones de la teoría de las funciones					
19. Las actividades de <i>Factótum</i> tienen una clara intencionalidad pedagógica					
20. Las actividades invitan al alumno al estudio de las funciones					
21. Las actividades son monótonas y aburridas					
22. Las actividades de <i>Factótum</i> son dinámicas e interactivas					
23. Las experiencias de evaluación de <i>Factótum</i> no le permiten al alumno valorar su avance en la materia					
24. Las experiencias de evaluación están bien diseñadas en cuanto a contenido					
25. Las experiencias de evaluación no son suficientes					

D. Características de la interface de *Factótum*

Marque con una **x** dentro de la casilla correspondiente a la opción que más se adecua a cada una de las afirmaciones presentadas. Lea cuidadosamente antes de contestar.

De su experiencia el uso de <i>Factótum</i> (interface)	1. Muy de acuerdo	2. De acuerdo	3. Medianamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5. Muy en desacuerdo
26. La composición de las pantallas es sencilla y ordenada					
27. El tamaño de los elementos que aparecen en las pantallas no es el adecuado					

28. La distribución de los elementos en las pantallas es adecuada					
29. El tamaño de los textos y su apariencia no es el adecuado					
30. Los controles de navegación son claros y fáciles de identificar					
31. Los botones u otras opciones de las pantallas son predecibles en cuanto a su función					
32. Los colores utilizados ofrecen un buen contraste					
33. El espacio que ocupan los contenidos es considerablemente mayor con relación a los otros elementos que aparecen en las pantallas					

34. ¿Cuáles considera son las principales fortalezas de *Factótum*?

35. ¿Cuáles son las principales debilidades de *Factótum*?

¡Muchas gracias por su gentil colaboración!