

# **Universidad Rey Juan Carlos**

Máster Oficial en  
Tecnologías de la Información  
y Sistemas Informáticos

Especialidad en Tecnologías de la Información

Curso Académico 2006 / 2007

Proyecto Final: Tesis de Máster

Caracterización sobre Usabilidad de  
Herramientas Educativas

**Autor:** Alejandro Prieto Torres

**Tutor:** Jaime Urquiza Fuentes  
Francisco Domínguez Mateos

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>RESUMEN DEL PROYECTO .....</b>                                   | <b>3</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>ACERCA DE LA USABILIDAD .....</b>                                | <b>5</b>  |
| DEFINICIÓN DE USABILIDAD .....                                      | 5         |
| EVALUACIÓN DE USABILIDAD .....                                      | 8         |
| <b>USABILIDAD Y HERRAMIENTAS EDUCATIVAS .....</b>                   | <b>9</b>  |
| <b>METODOLOGÍA DEL ESTUDIO .....</b>                                | <b>13</b> |
| PRIMERA FASE .....  | 13        |
| SEGUNDA FASE .....  | 14        |
| INFORMACIÓN A CODIFICAR.....  | 17        |
| <b>RESULTADOS DEL ESTUDIO .....</b>                                 | <b>19</b> |
| ANÁLISIS GLOBAL: .....  | 19        |
| INFORMACIÓN GENERAL: .....  | 20        |
| EFICACIA: .....   | 28        |
| EFICIENCIA: .....   | 31        |
| SATISFACCIÓN DEL USUARIO: .....                                     | 32        |
| FACILIDAD DE APRENDIZAJE: .....                                     | 39        |
| TOLERANCIA A ERRORES: .....   | 40        |
| <b>CONCLUSIONES DEL ESTUDIO .....</b>                               | <b>41</b> |
| <b>TRABAJOS FUTUROS .....</b>                                       | <b>42</b> |
| <b>REFERENCIAS .....</b>  | <b>43</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>44</b> |
| ANEXO I: RESULTADOS COMPLETOS .....                                 | 45        |
| <i>Análisis Global:</i> .....                                       | 45        |
| <i>Información General:</i> .....                                   | 45        |
| <i>Eficacia:</i> .....  | 49        |
| <i>Eficiencia:</i> .....  | 54        |
| <i>Satisfacción del Usuario:</i> .....                              | 56        |
| <i>Facilidad de Aprendizaje:</i> .....                              | 64        |
| <i>Tolerancia a Errores:</i> .....                                  | 65        |
| ANEXO II: GUÍA DE USO DEL FORMULARIO DE CODIFICACIÓN DE DATOS ..... | 69        |
| ANEXO III: CD ADJUNTO DE DOCUMENTACIÓN.....                         | 78        |
| ANEXO IV: BIBTEX DE LOS ARTÍCULOS ANALIZADOS .....                  | 79        |

## Resumen del Proyecto

Desde el comienzo de la era de la informática y las comunicaciones, allá por los años 60, una de las mayores preocupaciones, tanto para la industria como para la comunidad científica, ha sido la de facilitar y mejorar la interacción entre las personas y las computadoras.

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en estas interacciones entre personas y computadoras es la usabilidad. La usabilidad se podría definir como una propiedad compleja compuesta por tres aspectos principales (eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario) y por una serie de factores secundarios (facilidad de aprendizaje, tolerancia a errores, facilidad de uso,...).

El objetivo del presente proyecto es realizar un estudio descriptivo que caracterice la forma en la que se llevan a cabo las evaluaciones de las herramientas informáticas educativas. Entendiendo como herramienta informática educativa aquellas aplicaciones o sistemas informáticos que pretenden que el alumno, mediante el uso de la propia herramienta, aprenda los conceptos que en ella se exponen, por lo tanto, se excluyen las herramientas informáticas que sirven de plataforma de aprendizaje, como los LMS (Learning Management System), cualquier otra plataforma de e-learning, software para usar Tablet PCs en clase,...

Para tratar de caracterizar estas evaluaciones, se ha definido la usabilidad de las herramientas informáticas educativas como una propiedad compleja compuesta por varios aspectos: eficacia, eficiencia, satisfacción del usuario, facilidad de aprendizaje y tolerancia a errores. Las evaluaciones de usabilidad, de este tipo de herramientas, tienen que estar enfocadas desde el punto de vista educativo, más que desde el punto de vista interactivo, es decir, las variables que se utilicen en la evaluación deben tener como objetivo último medir el impacto que tiene el uso de la herramienta en el aprendizaje de los alumnos.

El ámbito en el que se ha centrado el estudio, para caracterizar las evaluaciones acerca de la usabilidad de las herramientas informáticas educativas, han sido los artículos publicados por ACM-SIGCSE – asociación dedicada a investigar acerca de la enseñanza de la informática – entre 1996 y Junio de 2007. El total de artículos analizados ha sido de 192, a partir de los cuales se extrajeron los datos de 69 evaluaciones acerca de la usabilidad de las herramientas informáticas educativas tratadas en dichos artículos.

Como conclusiones más importantes del estudio podríamos destacar que, EE.UU. es, con gran diferencia, el país que realiza y publica más evaluaciones acerca de la usabilidad de herramientas informáticas educativas. Aún así, el porcentaje de herramientas informáticas educativas evaluadas respecto a su usabilidad, todavía es bajo, comparado con el total de las herramientas informáticas educativas que se presentan en las publicaciones de ACM-SIGCSE. También es significativo que la mayoría de las evaluaciones que se han analizado tienen en cuenta eficacia y satisfacción del usuario, algunas de ellas miden eficiencia y tienen en cuenta la tolerancia a errores y prácticamente ninguna tiene en cuenta la facilidad de aprendizaje.

## Introducción

El objetivo de este documento es presentar la memoria correspondiente al Proyecto Final de Máster para el '*Máster Oficial en Tecnologías de la Información y Sistemas Informáticos*' impartido en la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid durante el curso académico 2006/2007.

El presente Proyecto Final de Máster se engloba en el ámbito de la usabilidad de herramientas y aplicaciones informáticas y, más en concreto, en los estudios sobre usabilidad en torno a herramientas informáticas educativas, es decir aquellas aplicaciones informáticas cuyo objetivo final es que el usuario, en este caso representado por un alumno o estudiante, aprenda un concepto mediante el uso de una aplicación informática.

El presente Proyecto Final de Máster tiene como objetivo realizar un estudio descriptivo para caracterizar la forma en la que se vienen llevando a cabo, en los últimos años, los estudios o evaluaciones sobre la usabilidad en las herramientas informáticas educativas.

Para ello, el estudio se centra en el ámbito de ACM [7] y engloba todos los artículos publicados por el SIGCSE [8] desde el año 1996 hasta el año 2007 (incluyendo hasta la publicación del mes de Junio de 2007). El hecho de haber elegido este ámbito de estudio se debe fundamentalmente a dos razones: en primer lugar, ACM es una asociación con una gran reputación a nivel internacional, y además las contribuciones que los autores hacen en el SIGCSE, al ser un grupo específico sobre Educación e Informática, están muy ligadas al uso de herramientas informáticas con fines educativos. Existen otros ámbitos de estudio posibles, por ejemplo: IEEE Education Society [9], o IEEE Technical Committee on Learning Technology (LTTC) [10], pero su tratamiento incrementaría significativamente la complejidad y el tiempo de dedicación planificado para la realización de este proyecto.

Este documento se estructura de la siguiente forma: previo a esta introducción se ha presentado un breve resumen de todo el proyecto, a modo de resumen ejecutivo. Tras esta introducción, se tratan definiciones y conceptos básicos en cuanto a usabilidad y a continuación se presentan estos conceptos de usabilidad aplicados al ámbito de las herramientas educativas. El siguiente capítulo presenta la metodología empleada y los pasos que se han ido llevando a cabo para realizar el estudio, para más tarde pasar al análisis y presentación de los resultados más significativos. Finalmente, se exponen las conclusiones del trabajo, las posibles líneas de trabajo futuras y las referencias bibliográficas.

Al final del documento aparecen una serie de anexos, donde se pueden encontrar los resultados completos del análisis estadístico, la información relativa a la guía que se preparó para explicar como se debía codificar la información sobre los estudios de usabilidad, así como una lista sobre los contenidos del CD-ROM que se adjunta a este trabajo, y la referencia, en formato BibTex, de todos los artículos de SIGCSE que se han utilizado para codificar la información del estudio descriptivo.

## Acerca de la Usabilidad

### ***Definición de Usabilidad***

Es difícil dar una definición exacta de 'usabilidad', de hecho, esta palabra ni siquiera aparece en el diccionario de la Real Academia de la Lengua [11]. Por lo que, no existe en nuestro idioma una definición formal de este concepto, entonces ¿qué es la usabilidad?

La 'Usabilidad' es un concepto muy amplio y complejo que no sólo está ligado con el uso de herramientas informáticas. Existen muchos otros ámbitos de la vida cotidiana donde, la *usabilidad* de los elementos que nos rodean, juega un papel fundamental. Por ejemplo, el hecho de completar un formulario para una administración pública de forma correcta depende en gran medida del correcto diseño del formulario, para que el usuario sea capaz de saber qué información debe completar en cada casilla. Lo mismo ocurre, por ejemplo, con las encuestas, con el diseño exterior de los ahora tan cotidianos *gadgets* electrónicos, etc.

Es lógico que algo que tenga tanto impacto en nuestras vidas se intente estandarizar al máximo. Por ello la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) presentó la norma ISO-13407 [14] que trata precisamente sobre los Procesos de Diseño Centrados en la Persona para Sistemas Interactivos.

La idea general de esta norma es que un sistema centrado en la persona debe diseñarse de tal forma que se adapte a las necesidades del usuario, sus capacidades y limitaciones, debe ser capaz de adaptarse al contexto y debe trabajar de forma análoga a la vida real. El objetivo principal de esta norma es conseguir que los sistemas sean más eficaces, más eficientes y que satisfagan a los usuarios.

La norma ISO también incluye una lista de beneficios que se obtienen cuando se adopta un enfoque orientado al usuario:

- Los sistemas son fáciles de entender y de usar, reduciendo los costes de formación y de soporte a los usuarios.
- La satisfacción del usuario se mejora, ya que se reducen el malestar y estrés al usar el sistema.
- La productividad de los usuarios y la eficiencia operacional de las organizaciones aumentan.
- La calidad de los productos, estética e impacto se mejoran, por lo que se pueden conseguir ventajas competitivas.

Se han dado otras definiciones al concepto de usabilidad mediante combinaciones de diferentes aspectos. Por ejemplo, Bennet [12] identifica cuatro aspectos: facilidad de aprendizaje, rendimiento, flexibilidad y actitud. Nielsen [1] define la usabilidad de un sistema en torno a cinco parámetros: facilidad de aprendizaje, eficiencia, facilidad de recuerdo (*'memorability'*), errores y satisfacción. Y Quesenberry [13] define la usabilidad de un sistema alrededor de cinco aspectos: eficacia, eficiencia, satisfacción del usuario, tolerancia a errores y facilidad de aprendizaje. En la tabla 1 se muestra un resumen de todas ellas.

| Aspectos                 | Bennet<br>[12] | Gould & Lewis<br>[15] | Nielsen<br>[1] | ISO<br>[14] | Quesenberry<br>[13] |
|--------------------------|----------------|-----------------------|----------------|-------------|---------------------|
| Eficacia                 |                | ★                     | ★              | ★           | ★                   |
| Eficiencia               |                | ★                     | ★              | ★           | ★                   |
| Eficiencia               | ★              |                       | ★              | ★           | ★                   |
| Satisfacción del Usuario | ★              | ★                     | ★              | ★           | ★                   |
| Facilidad de Aprendizaje | ★              | ★                     | ★              |             | ★                   |
| Flexibilidad             | ★              |                       |                |             |                     |
| Facilidad de Recuerdo    |                | ★                     | ★              |             |                     |
| Facilidad de Uso         |                | ★                     |                |             |                     |
| Tolerancia a Errores     |                |                       |                |             | ★                   |

Tabla 1: Aspectos de la Usabilidad (Adaptado de [6]).

En esta tabla, podemos ver que existen siete aspectos, de los cuales la satisfacción del usuario parece ser la más importante ya que todos los autores lo tienen en cuenta. Además, la eficacia, la eficiencia y la facilidad de aprendizaje son aspectos considerados por cuatro de las cinco definiciones.

De esta forma, la usabilidad queda definida como un concepto general compuesto por una serie de aspectos individuales. De estos aspectos individuales, los 3 más representativos y que se usan más ampliamente son:

- Eficacia: representa cómo de precisos y completos son los objetivos conseguidos por los usuarios.
- Eficiencia: es la relación entre la eficacia y los recursos invertidos para poder obtener los objetivos conseguidos por los usuarios.
- Satisfacción del Usuario: representa el nivel de confort y las actitudes positivas del usuario hacia el uso del sistema.

El resto de los siete aspectos de la tabla son:

- Facilidad de Aprendizaje: representa cómo de fácil le resulta a un usuario empezar a utilizar el sistema y entender sus capacidades.
- Flexibilidad: representa la capacidad del sistema para no restringir las necesidades del usuario.
- Facilidad de Recuerdo: representa cómo de fácil le resulta al usuario retomar el uso del sistema después de haber estado durante un tiempo sin utilizarlo.
- Facilidad de Uso: representa cómo de fácil le resulta a un usuario utilizar el sistema.
- Tolerancia a Errores: representa cómo de fácil le resulta a un usuario recuperarse de un error y cómo evita el sistema que el usuario cometa errores.

Para poder evaluar la importancia de cada uno de los tres aspectos principales de la usabilidad, en función del dominio de la aplicación analizada, podemos representar gráficamente la eficacia, la eficiencia y la satisfacción como tres variables en un sistema ortogonal [6]:

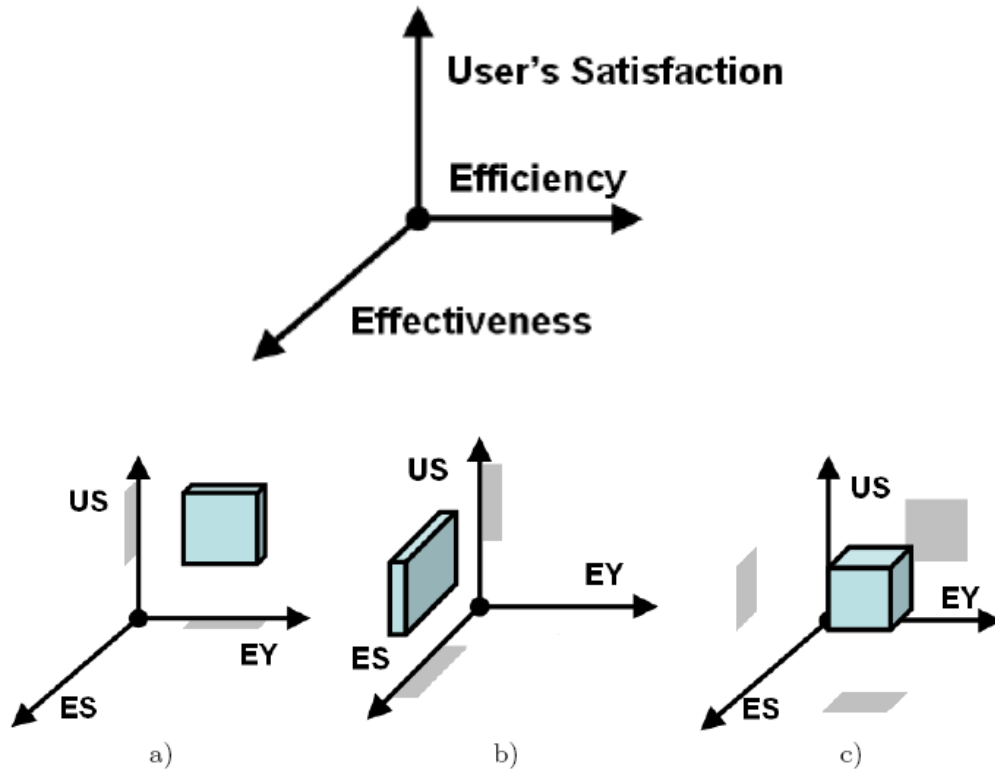


Fig. 1: Representación gráfica de la Usabilidad. Fuente [6].

El eje vertical representa la satisfacción del usuario, mientras que los dos ejes que forman el plano horizontal representarían la eficacia y la eficiencia de la herramienta analizada.

La figura a) representa dominios con tareas simples, donde la eficacia es el aspecto más importante, ya que la eficiencia es prácticamente cero.

La figura b) representa dominios con tareas más complejas, donde la eficiencia es el aspecto más importante. Probablemente, los usuarios en este tipo de dominios necesitan más recursos para completar las tareas de forma correcta y la eficacia no se considera tan importante.

La figura c), finalmente, representa dominios de la vida real donde los tres aspectos son importantes.

En definitiva, podemos definir la usabilidad como una propiedad compleja compuesta por tres aspectos principales (eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario) y por una serie de factores secundarios (facilidad de aprendizaje, tolerancia a errores, facilidad de uso,...). Mientras que la eficacia y la eficiencia son aspectos muy concretos y específicos, la satisfacción del usuario es un concepto más amplio y difuso que, a su vez, puede agrupar otra serie de sub-aspectos difíciles de medir, ya que en gran medida dependen de la percepción subjetiva del usuario.

## ***Evaluación de Usabilidad***

De entre las diferentes formas de evaluar la usabilidad de un sistema podríamos distinguir los métodos analíticos, que son fundamentalmente métodos cualitativos, y los métodos empíricos, que en cambio son métodos cuantitativos.

Los métodos analíticos [6] se basan en un análisis de las características de la interfaz de usuario para descubrir problemas potenciales de usabilidad. Estos métodos son llevados a cabo por expertos en usabilidad y no requieren la participación de los usuarios. Algunas de las técnicas más representativas de este tipo de métodos son:

- **Evaluaciones Heurísticas:** técnica mediante la cual varios expertos examinan y evalúan el sistema de acuerdo a un conjunto de criterios de usabilidad, conocido como heurística. Los expertos proporcionan comentarios sobre la calidad de la interfaz y sugieren posibles mejoras. Este tipo de evaluación se hace de forma muy rápida y no requiere la intervención de los usuarios reales del sistema.
- **Ensayo Cognitivo:** técnica que trata de identificar problemas potenciales de usabilidad, a menudo enfocado a aspectos específicos como facilidad de aprendizaje y percepción. También lo realizan expertos, pero en este caso expertos en psicología cognitiva o teoría de percepción. Este tipo de evaluaciones tienen que ajustarse específicamente al dominio, los usuarios finales y el propósito concreto del sistema.
- **Evaluaciones de Concepto Temprano:** técnica que consiste en preguntar a los usuarios sobre sus necesidades respecto al diseño de un futuro sistema. Las entrevistas individuales y grupales, y los cuestionarios son las técnicas más comunes para este tipo de evaluaciones. Entre las entrevistas grupales se distinguen aquellas en las que el entrevistador pregunta a los usuarios sobre cuestiones concretas y aquellas en las que el entrevistador simplemente observa y anota los comentarios de los usuarios pero sin intervenir activamente.

Los métodos empíricos [6] se basan en recopilar datos sobre usabilidad mediante la observación o la medición de las actividades de los usuarios finales mientras estos interactúan bien con un prototipo del sistema o bien con el propio sistema en su entorno productivo. En general, las medidas de usabilidad deben incluir diferentes factores como eficacia, eficiencia, satisfacción, facilidad de aprendizaje,... La importancia de cada uno de estos factores en la evaluación dependerá del sistema que estemos evaluando, su dominio de acción y sus características. Los métodos empíricos más comunes son:

- Evaluaciones mediante la observación.
- Experimentos controlados.
- Estudios de campo.
- Técnicas de consulta, como entrevistas y cuestionarios.



A continuación se presenta un cuadro resumen sobre los métodos de evaluación:

| <b>Método</b>            | <b>Etapas</b>                              | <b>Ventajas</b>   | <b>Inconvenientes</b>  |
|--------------------------|--|---|--|
| Evaluaciones Heurísticas | Diseño Conceptual                          | Realizado por expertos; rápido                                  | No implica a los usuarios  |
| Ensayo Cognitivo         | Diseño Conceptual                          | Se enfoca en el usuario; reconoce los objetivos de los usuarios | Sesgado en función de las tareas que se seleccionen                        |
| Entrevistas Grupales     | Análisis, Diseño Conceptual                | Corto; gran variedad de opciones; reacciones espontáneas        | Identifica lo que quieren los usuarios, no prueba las interacciones reales |
| Entrevistas Conducidas   | Análisis, Diseño Conceptual                | Flexible, probado en múltiples ocasiones                        | Consume mucho tiempo; difícil de analizar                                  |
| Observación              | Análisis, Diseño Detallado, Implementación | Se hace en entornos reales                                      | Muy costoso; difícil de analizar   |
| Experimentos Controlados | Diseño Detallado, Implementación           | Permite generar alternativas; muy próximo al uso real           | Necesario el conocimiento de expertos; difícil generalizar los resultados  |
| Estudios de Campo        | Implementación                             | Se hace en entornos reales y revela problemas reales            | Necesita mucho tiempo; imposible controlar las condiciones                 |

Tabla 2: Métodos de Evaluación de la Usabilidad (Adaptado de [6]).

Habitualmente, los datos referentes a satisfacción del usuario se recogen por medio de entrevistas o cuestionarios. Los cuestionarios usados más ampliamente incluyen varias medidas subjetivas de usabilidad, como satisfacción, utilidad y facilidad de uso.

Los cuestionarios utilizados para medir la satisfacción del usuario se diseñan normalmente utilizando una escala Likert, es decir, los usuarios tienen que indicar su nivel de acuerdo o desacuerdo con las respuestas en una escala que contiene un número de opciones impar, donde un extremo de la escala será 'Muy de acuerdo' y el otro extremos será 'Muy en desacuerdo'. En cualquier caso, los cuestionarios deben ser analizados para asegurar su validez y fiabilidad.

## Usabilidad y Herramientas Educativas

Una vez introducidos los conceptos generales más importantes y significativos sobre usabilidad, el siguiente paso consiste en aplicar estos conceptos y definiciones de usabilidad al ámbito concreto de las herramientas informáticas educativas.

Las herramientas informáticas educativas que tratamos en este estudio son aquellas, cuyo objetivo es que el usuario o alumno aprenda o perfeccione conceptos que la propia herramienta expone o explica. Como ya se ha comentado, las herramientas educativas que sirven de plataforma o de gestor de contenidos no se incluyen en este estudio. Los LMS (Learning Management Systems), las plataformas de e-learning, las herramientas que permiten conectar a profesores y alumnos y usar Tablet PCs durante la clase, etc. no se consideran en este estudio herramientas informáticas educativas, puesto que su objetivo no es enseñar un concepto, sino servir de infraestructura para gestionar contenidos.

Las herramientas educativas tienen un fin muy sencillo y concreto: 'educar', es decir, conseguir que el usuario de la herramienta aprenda lo que en ella se expone. Un libro, sin ir más lejos, es una herramienta educativa. Pero, las herramientas en las que nos centramos en este trabajo son herramientas informáticas, aunque la mayoría de los conceptos seguramente aplicarían igualmente en ambos casos.

El usuario de las herramientas o aplicaciones informáticas educativas, por tanto, debe ser considerado como un alumno o estudiante, independientemente del dominio o ámbito en el que nos estemos moviendo, ya que su objetivo último como usuario de la herramienta es el de aprender aquellos conceptos que en ella se explican.

Partiendo del objetivo de las herramientas informáticas educativas, y de su dominio, redefinimos desde el punto de vista educativo los siete aspectos que previamente hemos visto, que hay que tener en cuenta para evaluar la usabilidad de una herramienta:

- **Eficacia:** la eficacia de una herramienta informática educativa está directamente relacionada con cuanto ha conseguido entender y aprender un alumno sobre los conceptos que en ella se explican. Es fácil, de esta manera, identificar formas con las que se podría medir la eficacia de una herramienta educativa: exámenes, tests, ejercicios, cuestionarios,... En definitiva, cualquier técnica que nos permita conocer si el estudiante ha adquirido o no los conocimientos que se plasmaban en la herramienta educativa. Además, también se podría medir el nivel o grado de aprendizaje aplicando algún tipo de taxonomía de conocimiento. Por lo tanto, una herramienta informática educativa será más eficaz cuanto mayores y más profundos sean los conocimientos adquiridos por los estudiantes que la usen.
- **Eficiencia:** la eficiencia de una herramienta informática educativa está directamente relacionada con la cantidad de conocimientos adquiridos por el alumno y con la cantidad de recursos que el estudiante ha tenido que invertir para adquirir estos conocimientos. El principal recurso del que dispone un estudiante para aprender es su propio tiempo. Por lo tanto, para poder medir la eficiencia de una herramienta informática educativa será necesario medir el tiempo que el estudiante tarda en alcanzar un determinado nivel de conocimiento usando la propia herramienta, o por ejemplo el tiempo que el estudiante necesita emplear en realizar un test, examen o ejercicio para obtener una determinada nota o calificación. Una herramienta educativa será más eficiente cuanto menos tiempo necesite un estudiante para alcanzar un determinado nivel de conocimiento o si en el mismo tiempo es capaz de aprender, entender o dominar un mayor número de conceptos o de adquirir la misma cantidad de conocimientos pero con un nivel de comprensión y entendimiento mayor, es decir un conocimiento más profundo de dichos conceptos.
- **Satisfacción del Usuario:** la satisfacción del usuario de una herramienta informática educativa, será la satisfacción del estudiante que utiliza la herramienta para adquirir nuevos conocimientos o perfeccionar algunos ya adquiridos. A pesar de que, este aspecto es el más subjetivo de todos, podríamos pensar que, desde el punto de vista del usuario de una herramienta informática educativa cuyo objetivo es el de aprender, la satisfacción será mayor cuanto más cómodo y fácil le resulte al alumno utilizar la herramienta para lograr su objetivo. Por lo tanto, la satisfacción del usuario se conseguirá si se utilizase una herramienta que fuese útil,

eficaz, fácil de aprender y fácil de usar. Además, la actitud del usuario sería positiva hacia el sistema si, simplemente el sistema le gusta, si el sistema hace que aumente su grado de interés por la materia de la que trata, o si el alumno manifiesta su intención de utilizar el sistema de forma voluntaria.

- **Facilidad de Aprendizaje:** la facilidad de aprendizaje de una herramienta informática educativa no varía mucho de la de otra herramienta cualquiera. Está directamente relacionada con el tiempo que necesita un alumno para poder realizar de forma satisfactoria una serie de tareas básicas que le permitan poder manejar el sistema. Por lo tanto, una herramienta informática educativa será más fácil de aprender cuanto menos tiempo necesite el alumno para poder manejar las capacidades básicas de la propia herramienta.
- **Flexibilidad:** la flexibilidad no es uno de los aspectos más importantes a la hora de evaluar una herramienta informática educativa, es decir, una herramienta educativa se centra en la explicación y exposición de una serie de conceptos y por lo tanto no son herramientas que deban de otorgar una amplia flexibilidad al usuario, al contrario de lo que podría pasar con una herramienta comercial de uso profesional.
- **Facilidad de Recuerdo:** al igual que la flexibilidad, la facilidad de recordar de una herramienta educativa tampoco es muy relevante. Una vez que los conceptos que se explican en la herramienta informática educativa han sido adquiridos o perfeccionados por el alumno, este seguramente no tendrá la necesidad de volver a utilizar la herramienta, con lo cual deja de tener sentido la necesidad de recordar como funcionaba la herramienta. No ocurre así, en el caso de aplicaciones comerciales de uso profesional, como por ejemplo, en el caso de una herramienta de *DataWarehouse* que se utilice para generar informes bimestrales en una empresa, en ese caso sí es necesario que el usuario que genera los informes cada dos meses no tenga la necesidad de acudir a un manual de uso cada vez.
- **Facilidad de Uso:** la facilidad de uso de una herramienta informática educativa es un aspecto que se asume a priori, es decir, una herramienta informática educativa no puede diseñarse de tal forma que el alumno esté más enfocado en ser capaz de manejar la propia herramienta que en aprender los conceptos que en ella se explican. En cualquier caso, y como la facilidad de uso tiene un alto componente de subjetividad, conviene tener en cuenta este aspecto como un sub-aspecto de la satisfacción del usuario.
- **Tolerancia a Errores:** la tolerancia a errores de una herramienta informática educativa tiene que estar enfocada hacia la retroalimentación que debe recibir el alumno sobre los errores que pueda estar cometiendo acerca de los conceptos que expone la herramienta. Es decir, la tolerancia a errores está relacionada con la información o mensajes de error que recibe el alumno cuando comete o está a punto de cometer un error. También es interesante revisar las capacidades de las que dispone el sistema para evitar que el usuario cometa errores, como por ejemplo deshabilitar opciones de menú o botones cuando no aplica su uso, así como las capacidades de recuperación de un error, como por ejemplo funcionalidades de deshacer la última acción (*Undo*) o recuperación (*Recovery*).

Por lo tanto, dentro del contexto de este estudio podríamos decir que la usabilidad de una herramienta informática educativa, teniendo en cuenta los objetivos tanto del estudiante o alumno (usuario de la herramienta), como el dominio de la propia herramienta, estaría compuesta por cinco aspectos, como son: eficacia, eficiencia, satisfacción del usuario, facilidad de aprendizaje y tolerancia a errores.

La usabilidad de las herramientas informáticas educativas suele evaluarse de forma empírica utilizando experimentos controlados. En estos experimentos se deben medir cuantitativamente los aspectos de los que acabamos de hablar.

La eficacia de una herramienta informática educativa se debería medir utilizando tests, cuestionarios, ejercicios, asignaciones de laboratorio o alguna otra técnica que permita evaluar cuantitativamente los conocimientos adquiridos por los alumnos. Esta medida podría ser incremental si se contrastan los conocimientos adquiridos después de utilizar la herramienta con los que tenía el alumno antes de usar la herramienta, o sería final si solamente se mide el nivel de conocimientos del alumno tras utilizar la herramienta.

La eficiencia de una herramienta informática educativa se debería medir teniendo en cuenta el tiempo que emplea el alumno en adquirir los conocimientos expuestos en la herramienta, por tanto, cuánto tiempo ha estado el alumno de forma individual trabajando con la herramienta. También se podría medir la eficiencia teniendo en cuenta el tiempo que el alumno emplea en realizar el examen, test o cuestionario que se utilice para medir la eficacia.

La satisfacción del usuario se suele medir con entrevistas, más o menos formales, o con cuestionarios.

La facilidad de aprendizaje de una herramienta informática educativa habría que medirla de forma cuantitativa en función del tiempo que un alumno necesitase para ser capaz de realizar una serie de tareas básicas con la herramienta de forma autónoma.

La tolerancia a errores de una herramienta educativa no se puede caracterizar de una forma sencilla cuantitativamente, aún así para evaluar cualitativamente la tolerancia a errores de una herramienta deberíamos saber, al menos, si la herramienta ofrece al alumno mensajes de advertencia cuando se comete o se está a punto de cometer un error, así como si la herramienta dispone de alguna característica que permita al alumno recuperarse de manera sencilla de un error o evitar de forma automática que el alumno provoque algún error.

# Metodología del Estudio

A continuación, se presenta la metodología de trabajo que se ha utilizado para llevar a cabo este estudio:

## Primera Fase

Como primer paso se procedió a leer documentación y artículos relacionados con la realización de meta-estudios [4], con diferentes aspectos de usabilidad [1, 2, 6] y con taxonomías de conocimiento y aprendizaje [3]. Esta información se utilizó para sentar las bases sobre cómo se iba a afrontar este estudio descriptivo, qué tipo de información se iba a buscar y cómo codificarla para su posterior análisis.

Posteriormente, se procedió a identificar los parámetros de usabilidad educativa (usabilidad para el resto del proyecto) que se consideraron más significativos para el caso de las herramientas informáticas educativas, así como los datos sobre información genérica que se querían recopilar para los artículos a analizar.

Para poder codificar toda esta información, a medida que se fueran analizando artículos, se diseñó una hoja Excel que contenía toda esta información. También se preparó una guía en la que se explica qué significa cada uno de los campos de la hoja Excel de codificación, los posibles valores de cada campo, así como instrucciones específicas sobre como rellenar la información. (Para más información sobre la guía de codificación ver anexo II).

| ID               | Personal Opinion on |               |        |                   |               |             | Actual Voluntary Use |                  | Measurement Instruments |  |
|------------------|---------------------|---------------|--------|-------------------|---------------|-------------|----------------------|------------------|-------------------------|--|
|                  | Usefulness          | Effectiveness | Liking | Interest in Topic | Easy To Learn | Easy To Use | System Logs          | Login Monitoring | Questionnaires          |  |
| 8 ACM AP 005 01  | No                  | No            | Yes    | No                | No            | No          | Yes                  | No               | Yes                     |  |
| 9 ACM AP 005 02  | No                  | No            | Yes    | No                | No            | No          | Yes                  | No               | Yes                     |  |
| 10 ACM AP 006 00 | No                  | No            | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | No                      |  |
| 11 ACM AP 007 00 | Yes                 | Yes           | No     | No                | No            | Yes         | No                   | Yes              | Yes                     |  |
| 12 ACM AP 008 00 | Yes                 | Yes           | No     | No                | No            | No          | Yes                  | No               | Yes                     |  |
| 13 ACM AP 009 00 | No                  | No            | No     | No                | Yes           | No          | No                   | Yes              | No                      |  |
| 14 ACM AP 010 00 | No                  | No            | No     | Yes               | No            | No          | No                   | No               | No                      |  |
| 15 ACM AP 011 00 | Yes                 | Yes           | No     | No                | No            | Yes         | No                   | No               | Yes                     |  |
| 16 ACM AP 012 00 | Yes                 | Yes           | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | Yes                     |  |
| 17 ACM AP 013 00 | Yes                 | No            | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | Yes                     |  |
| 18 ACM AP 014 00 | Yes                 | Yes           | No     | No                | Yes           | Yes         | No                   | No               | Yes                     |  |
| 19 ACM AP 015 00 | Yes                 | Yes           | No     | No                | No            | Yes         | No                   | No               | Yes                     |  |
| 20 ACM AP 016 00 | Yes                 | No            | No     | No                | No            | No          | Yes                  | Yes              | Yes                     |  |
| 21 ACM AP 017 00 | No                  | No            | No     | No                | No            | No          | Yes                  | No               | No                      |  |
| 22 ACM AP 018 00 | Yes                 | No            | Yes    | No                | No            | No          | Yes                  | No               | Yes                     |  |
| 23 ACM AP 019 00 | No                  | No            | Yes    | No                | No            | No          | Yes                  | No               | Yes                     |  |
| 24 ACM AP 020 00 | Yes                 | Yes           | Yes    | No                | Yes           | No          | No                   | No               | Yes                     |  |
| 25 ACM AP 021 00 | No                  | No            | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | No                      |  |
| 26 ACM AP 022 00 | No                  | Yes           | No     | No                | No            | No          | Yes                  | No               | Yes                     |  |
| 27 ACM AP 023 00 | Yes                 | Yes           | Yes    | No                | No            | No          | No                   | No               | Yes                     |  |
| 28 ACM AP 024 00 | Yes                 | Yes           | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | Yes                     |  |
| 29 ACM AP 025 00 | N/A                 | N/A           | N/A    | N/A               | N/A           | N/A         | N/A                  | Yes              | No                      |  |
| 30 ACM AP 026 00 | Yes                 | Yes           | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | Yes                     |  |
| 31 ACM AP 027 00 | Yes                 | No            | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | Yes                     |  |
| 32 ACM AP 028 00 | No                  | No            | No     | Yes               | No            | Yes         | No                   | No               | No                      |  |
| 33 ACM AP 029 00 | N/A                 | N/A           | N/A    | N/A               | N/A           | N/A         | N/A                  | No               | No                      |  |
| 34 ACM AP 030 00 | Yes                 | No            | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | N/A                     |  |
| 35 ACM AP 031 00 | N/A                 | N/A           | N/A    | N/A               | N/A           | N/A         | N/A                  | No               | No                      |  |
| 36 ACM AP 032 00 | Yes                 | No            | No     | Yes               | No            | Yes         | No                   | No               | Yes                     |  |
| 37 ACM AP 033 00 | Yes                 | Yes           | No     | No                | Yes           | No          | No                   | No               | No                      |  |
| 38 ACM AP 034 00 | Yes                 | No            | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | Yes                     |  |
| 39 ACM AP 035 00 | No                  | No            | No     | No                | No            | Yes         | No                   | Yes              | N/A                     |  |
| 40 ACM AP 036 00 | Yes                 | No            | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | Yes                     |  |
| 41 ACM AP 037 00 | No                  | No            | No     | No                | Yes           | Yes         | No                   | No               | Yes                     |  |
| 42 ACM AP 038 00 | Yes                 | No            | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | Yes                     |  |
| 43 ACM AP 039 00 | Yes                 | No            | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | No                      |  |
| 44 ACM AP 040 00 | No                  | No            | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | No                      |  |
| 45 ACM AP 041 00 | Yes                 | No            | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | Yes                     |  |
| 46 ACM AP 041 01 | Yes                 | No            | No     | No                | No            | No          | No                   | No               | Yes                     |  |
| 47 ACM AP 042 00 | Yes                 | N/A           | No     | Yes               | No            | Yes         | No                   | No               | Yes                     |  |
| 48 ACM AP 043 00 | N/A                 | N/A           | N/A    | N/A               | N/A           | N/A         | N/A                  | No               | No                      |  |

Fig. 2: Hoja Excel de Codificación de Datos.

Una vez preparada la hoja Excel de codificación de datos, se procedió a identificar mediante título y abstract aquellos artículos publicados por ACM en los SIGCSE *Bulletins* del número 32 al número 38 (año 2000 al 2006), que trataban sobre alguna herramienta informática educativa.

Una vez que estos artículos habían sido identificados, se procedió a su lectura y clasificación en 2 grupos: aquellos artículos que trataban sobre una o varias herramientas informáticas educativas pero no mencionaban nada sobre la evaluación de la usabilidad de dichas herramientas, y aquellos artículos en los que sí se comentaba al menos algún aspecto de la usabilidad de la herramienta informática educativa en cuestión. Como ya se ha comentado anteriormente, las herramientas informáticas educativas que sirven de plataforma, infraestructura o de gestor de contenidos no se incluyen en este estudio.

En esta etapa del análisis se identificaron un total de 97 artículos que hablaban acerca de 104 herramientas informáticas educativas de las cuales un total de 45 herramientas informáticas educativas habían sido evaluadas al menos con respecto a alguno de los parámetros que se habían identificado para el estudio.

Todos estos artículos y herramientas se codificaron en la hoja Excel de codificación de datos, en aquellos en los que no había evaluación de la usabilidad simplemente se codificaban la información genérica y, en cambio, en aquellos casos en los que sí había una evaluación de la usabilidad de la herramienta se codificaban todos los aspectos incluidos en la hoja Excel. Los parámetros de la hoja Excel pueden tomar valor N/A cuando no estamos seguros de si el valor debe ser Sí o No, tal y como se explica en la guía de codificación.

Una vez codificada la hoja Excel se procedió a realizar un tratamiento estadístico inicial de los datos y un primer análisis, simplemente teniendo en cuenta los porcentajes y el peso de cada parámetro de usabilidad sobre el total.

## ***Segunda Fase***

Lo que se hizo a continuación fue un análisis estadístico más detallado y para ello se preparó una herramienta Access (como evolución de la hoja Excel de codificación de datos) con su correspondiente formulario de entrada de datos y con las consultas necesarias para realizar un análisis estadístico más pormenorizado.

En este análisis estadístico los datos se estudiaron no sólo de forma general, sino agrupando los resultados de cada parámetro analizado por área geográfica, por tipo de interacción, por área de conocimiento general y por ámbito académico.

The screenshot shows a Microsoft Access form titled "educ\_tools\_evaluation2". The form is divided into several sections:

- GENERAL INFO:** Contains fields for Internal ID, Characterization ID (ACM\_AP\_001\_00), Evaluated Tool? (Yes), Editor, BibTex (a long citation string), First Author's Organization Country (USA), First Author's Organization Geographical Area (America), Knowledge Area, Topic, Algorithms, Academic Scope, Course, and University. It also includes a Comments field with the text "La hta se llama Meshgrid." and a grid of interaction types (Simple, User-Controlled, Question-Based, Adaptive-Based, Other) with Yes/No/N/A dropdowns.
- EFFECTIVENESS:** Includes "General Score Assigned?" (No), "Questionnaires used to evaluate effectiveness?" (No), "Tests used to evaluate effectiveness?" (No), "Interviews used to evaluate effectiveness?" (No), "Other methods used to evaluate effectiveness?" (No), "Type Of Learning" (N/A), "Pre-Test used?" (N/A), "Significant Results obtained?" (N/A), "Positive Significant Results obtained?" (N/A), "Taxonomy Name", "Taxonomy Explicitly Mentioned?", and "Taxonomy Levels".
- EFFICIENCY:** Contains "Individual Elapsed Study-time measured?" (No) and "Individual Elapsed Exam-time measured?" (No).

The status bar at the bottom indicates "Record: 14 of 199".

This screenshot shows the continuation of the Microsoft Access form, focusing on the lower sections:

- USER'S SATISFACTION:** Features a grid of satisfaction-related fields: Usefulness (Yes), Effectiveness (Yes), Liking (No), Interest (No), Easy To Learn (No), Easy To Use (Yes), and Voluntary Use (No). It also includes System Logs (No), Login Monitoring (No), Questionnaires (Yes), No. Of Options (Odd), and Interviews (No).
- LEARNABILITY:** Contains "Time needed to appropriately perform basic tasks" (No).
- ERROR TOLERANT:** Includes "Error Fixing Easiness" (N/A), "Pre-Error Warnings" (N/A), "Post-Error Warnings" (N/A), and "Error Avoidance" (N/A).

The status bar at the bottom indicates "Record: 14 of 199".

Fig. 3: Formulario de Entrada de Datos en Base de Datos Access.

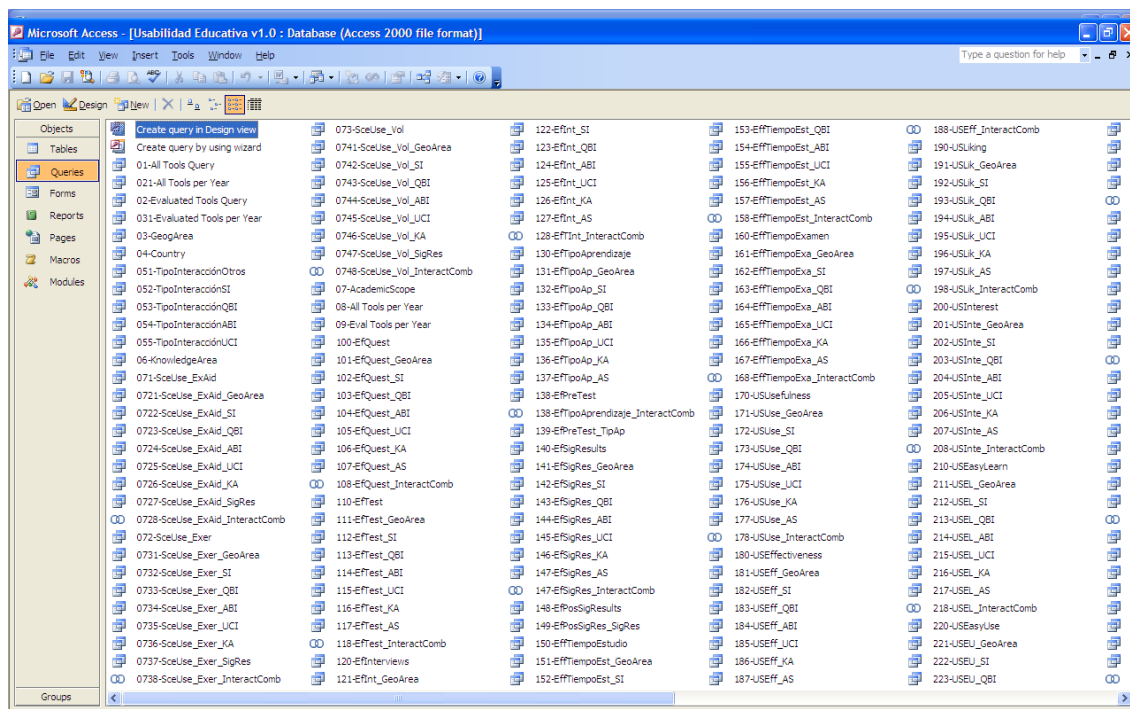


Fig. 4: Consultas en Base de Datos Access.

Después del primer análisis se incluyeron nuevos parámetros de análisis, como los escenarios de uso de las herramientas, se revisó la definición de alguno de los existentes, como el caso de la taxonomía, y se incluyó una 'clasificación global de los estudios'.

De tal forma que se procedió a releer de nuevo los 43 artículos para codificar los valores de los nuevos parámetros que se habían incluido en el estudio.

Se completó el análisis estadístico con los nuevos parámetros y con algún otro análisis que se consideró significativo, como el hecho de agrupar los tipos de interacciones para poder evaluar los parámetros en relación con las distintas combinaciones de los tipos de interacción que permiten las herramientas informáticas educativas.

Una vez realizado este análisis se encontraron ciertas combinaciones de resultados, agrupadas por área geográfica, tipo de interacción, área de conocimiento y ámbito académico, que no eran significativas y que no merecía la pena seguir estudiando, como por ejemplo los análisis agrupados por ámbito académico. En cambio otras de estas combinaciones arrojaban resultados ciertamente significativos y se consideraron en más detalle.

En el siguiente paso se procedió a ampliar el estudio incluyendo los artículos correspondientes a los boletines de los años comprendidos entre 1996 y 1999 y además los 2 boletines publicados en el año 2007, hasta el mes de Junio, con lo que finalmente se incluían en el estudio todos los artículos de los boletines comprendidos entre el 28 y el 39, ambos incluidos. Las únicas publicaciones que no se incluyeron fueron las correspondientes a los números 3 y 4 del boletín 39, ya que su fecha de publicación será posterior a la de este estudio.



Se codificó la información de estos nuevos artículos para obtener un total de 192 artículos y 200 herramientas de las cuales 69 herramientas informáticas educativas habían sido evaluadas respecto a su usabilidad y se volvió a realizar el análisis estadístico para tener en cuenta la nueva información.

Además, para facilitar el tratamiento de los datos y el análisis estadístico, y poder cruzar datos de distintos aspectos de usabilidad y hacer representaciones gráficas se preparó una hoja Excel, que importa los datos de las consultas generadas en la base de datos Access (véase la figura 4):

Fig. 7: Hoja Excel de Análisis Estadístico de Datos.

## Información a Codificar

La primera parte de la información que se ha codificado para cada herramienta es información genérica relacionada con: país de procedencia del primer autor del artículo, área geográfica a la que pertenece ese país, tipos de interacción que permite la herramienta, año de publicación del artículo, si la herramienta se utiliza en el ámbito de la universidad o de la enseñanza secundaria, el área de conocimiento en la que se podrían ubicar los conceptos que explique la herramienta....

En lo que a los parámetros sobre usabilidad se refiere, teniendo en cuenta lo que se ha visto en capítulos anteriores, se identificaron cinco grandes áreas: eficacia, eficiencia, satisfacción del usuario, facilidad de aprendizaje y tolerancia a errores.

Para identificar si un artículo ha medido la eficacia en su evaluación de la usabilidad, se tendría que identificar si se están usando tests, cuestionarios, entrevistas o algún otro método para evaluar si la herramienta está haciendo que los estudiantes aprendan más, además si se emplea algún tipo de taxonomía de conocimiento o aprendizaje para saber el nivel de conocimientos también lo recogeríamos. También sería necesario saber si el tipo de aprendizaje es final o diferencial, y si el hecho de utilizar la herramienta ofrece resultados significativos en cuanto a la eficacia se refiere, es decir, si el hecho de utilizar una herramienta informática educativa hace que los alumnos aprendan más.

Para identificar si un artículo ha medido la eficiencia en su evaluación de la usabilidad, se tendría que identificar si se están midiendo, bien el tiempo que emplea un estudiante de forma individual para estudiar un concepto utilizando la herramienta, o bien el tiempo que emplea un estudiante de forma individual en realizar un examen sobre unos conceptos estudiados con una herramienta informática educativa.

Para identificar si un artículo ha medido la satisfacción del usuario en su evaluación de la usabilidad, se tendría que identificar si se están utilizando entrevistas a los usuarios o cuestionarios, y en este último caso el número de opciones de las preguntas del cuestionario. Además, se han identificado siete conceptos sobre los que se podría preguntar a un estudiante en torno a la usabilidad de la herramienta. Estos siete conceptos son: utilidad, eficacia, si la herramienta les gusta, si el hecho de utilizar la herramienta ha aumentado su interés por la materia, si la herramienta es fácil de aprender y de usar y finalmente si usarían la herramienta de forma voluntaria para estudiar. También se tendría que codificar si las evaluaciones de usabilidad están teniendo en cuenta los logs internos que pueda dejar la herramienta o si se monitoriza el acceso de los usuarios a la herramienta.

Para identificar si un artículo ha medido la facilidad de aprendizaje en su evaluación de la usabilidad, se tendría que identificar si se está midiendo el tiempo que emplea un estudiante de forma individual para ser capaz de realizar una serie de tareas básicas que le permitan manejarse de forma ágil con el sistema.

Para identificar si un artículo ha medido la tolerancia a errores en su evaluación de la usabilidad, se tendría que identificar si se la herramienta muestra mensajes al usuario cuando comete un error o cuando está a punto de cometerlo, lo que hemos definido como post-error y pre-error warnings. Además, habría que identificar si la herramienta tiene alguna capacidad que evita que los alumnos cometan errores o que les permita recuperarse de estos errores una vez que los hayan cometido.

Para mayor detalle sobre estos puntos consultar el anexo II (Guía de Uso del Formulario de Codificación de Datos).

## Resultados del Estudio

En los resultados del estudio, se presenta en primer lugar el análisis global de la usabilidad en cuanto a si las evaluaciones han medido o no los cinco aspectos en los que estábamos interesados. Más tarde se entra en detalle y se presentan los datos correspondientes al análisis de la información general, para más tarde pasar a presentar los resultados de cada uno de los cinco aspectos de la usabilidad.

Para cada uno de los cinco aspectos de la usabilidad se presentan los resultados totales de toda la información que se ha recogido en la codificación y más tarde, para cada uno de ellos y de forma sistemática, se realiza un análisis de los resultados en función de los parámetros de la información general.

En este capítulo solamente se presentan los datos que aportan alguna información relevante o significativa. En algunos casos, algunas filas de las tablas aparecen sombreadas para indicar que el valor de la información es menos relevante que las filas que no están sombreadas. Para revisar los resultados completos del estudio véase el anexo I.

### **Análisis Global:**

| <b>Eficacia</b> | <b>Eficiencia</b> | <b>Satisf. Usuario</b> | <b>Fac. de Aprendiz</b> | <b>Tol. Errores</b> | <b>#</b> | <b>%</b> |
|-----------------|-------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|----------|----------|
| Sí              | No                | Sí                     | No                      | No                  | 22       | 31,88%   |
| No              | No                | Sí                     | No                      | No                  | 13       | 18,84%   |
| Sí              | No                | Sí                     | No                      | Sí                  | 9        | 13,04%   |
| No              | No                | Sí                     | No                      | Sí                  | 7        | 10,14%   |
| Sí              | No                | No                     | No                      | No                  | 4        | 5,80%    |
| Sí              | Sí                | Sí                     | No                      | No                  | 4        | 5,80%    |
| Sí              | No                | No                     | No                      | Sí                  | 3        | 4,35%    |
| Sí              | Sí                | Sí                     | Sí                      | No                  | 2        | 2,90%    |
| Sí              | Sí                | No                     | No                      | No                  | 2        | 2,90%    |
| Sí              | Sí                | No                     | No                      | Sí                  | 1        | 1,45%    |
| Sí              | No                | Sí                     | Sí                      | No                  | 1        | 1,45%    |
| No              | No                | Sí                     | Sí                      | No                  | 1        | 1,45%    |
|                 |                   |                        |                         |                     | 69       | 100%     |

En este análisis global se han agrupado las evaluaciones de usabilidad en función de los aspectos que se tenían en cuenta en cada uno de ellas.

Como se desprende de los datos de la tabla de más arriba, las evaluaciones más comunes para medir la usabilidad incluyen medidas únicamente en la componente de la eficacia y en la de satisfacción del usuario.

Y si tenemos en cuenta además de estas las que sólo miden la satisfacción del usuario, entonces estaríamos hablando de un total del 50%. Es decir, la mitad de las evaluaciones sólo tiene en cuenta la componente de la satisfacción del usuario o como mucho la satisfacción del usuario y la eficacia.

Desde otro punto de vista, todas las evaluaciones miden o bien la eficacia, o la satisfacción del usuario o bien las dos. Cuando se utilizan las dos estamos hablando de casi el 56% de los estudios, la satisfacción del usuario sin la eficacia pero con algún aspecto más es casi un 32%; y la eficacia sin la satisfacción del usuario pero con algún otro aspecto en torno al 13%.

Es decir, prácticamente el 86% de las evaluaciones ha utilizado la satisfacción del usuario dentro de su estudio de usabilidad.

También, llama la atención que apenas el 13% de las evaluaciones miden la eficiencia de las herramientas informáticas educativas. Y más aún, la facilidad de aprendizaje sólo se incluye en el 6% de los estudios.

### **Información General:**

La información general que se ha analizado para las diferentes herramientas educativas que han sido evaluadas ha sido: cantidad de herramientas evaluadas frente a no evaluadas, año de publicación de los artículos, zona geográfica de procedencia de la organización a la que pertenece el primer autor del artículo, así como el país de procedencia de esta organización, el tipo de interacción que la herramienta permite al usuario, el área de conocimiento en el que se emplea la herramienta y el ámbito académico de uso.

Como parte de este estudio se ha realizado una lectura previa de un total de 192 artículos. Estos 192 artículos trataban acerca de un total de 200 herramientas informáticas educativas.

De las 200 herramientas informáticas educativas de las que se trataba en estos artículos, sólo 69 de ellas han sido evaluadas, lo que supone el 34,50%, como se puede ver en el siguiente gráfico:

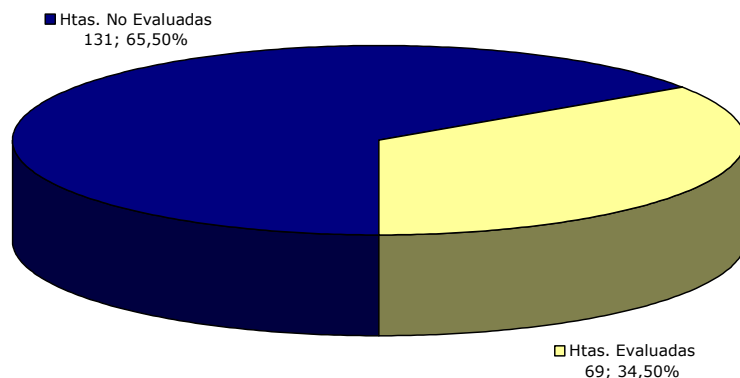


Fig. 8: Total de Herramientas Evaluadas y No Evaluadas.

El análisis temporal nos arroja los siguientes datos:

| Año  | Htas. Evaluadas | Total Htas. | % Htas. Evaluadas por Año |
|------|-----------------|-------------|---------------------------|
| 1996 | 6               | 21          | 28,57%                    |
| 1997 | 5               | 20          | 25,00%                    |
| 1998 | 2               | 16          | 12,50%                    |
| 1999 | 5               | 24          | 20,83%                    |
| 2000 | 5               | 20          | 25,00%                    |
| 2001 | 4               | 12          | 33,33%                    |
| 2002 | 3               | 17          | 17,65%                    |
| 2003 | 3               | 5           | 60,00%                    |
| 2004 | 7               | 14          | 50,00%                    |
| 2005 | 4               | 7           | 57,14%                    |
| 2006 | 20              | 31          | 64,52%                    |
| 2007 | 5               | 14          | 35,71%                    |

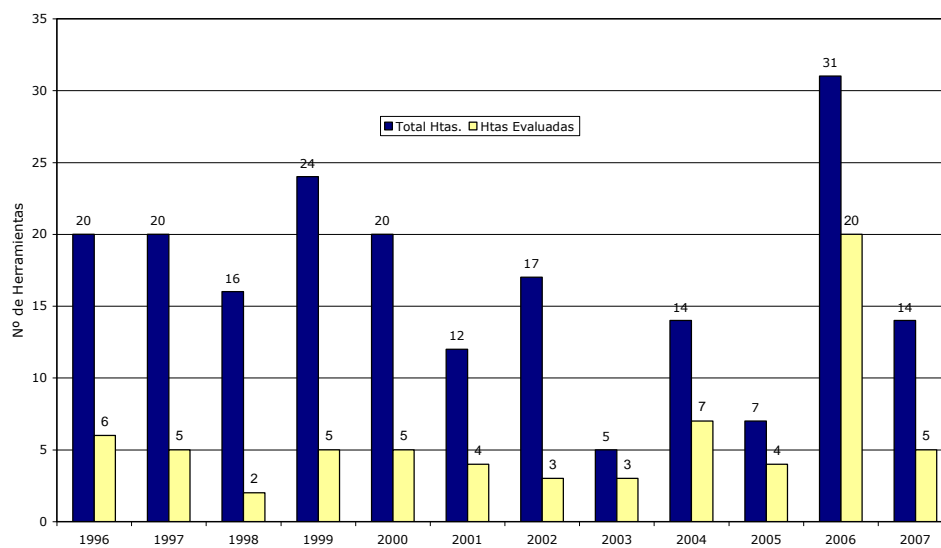


Fig. 9: Total de Herramientas y Nº de Herramientas Evaluadas por Año.

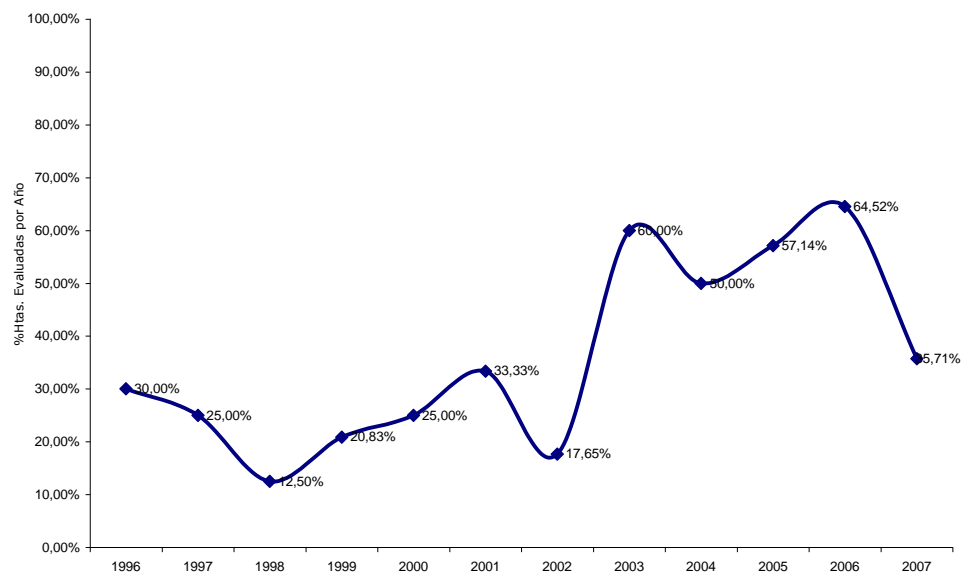


Fig. 10: % de Herramientas Evaluadas por Año.

Se percibe un incremento en el porcentaje de herramientas que son evaluadas cada año. En concreto, a partir del año 2003 el porcentaje supera siempre el 50%, mientras que hasta el año 2002 apenas había superado el 30%. Es significativo el año 2006 tanto por el porcentaje de herramientas evaluadas como por el número total de herramientas.

Tanto el valor como el porcentaje del año 2007 no son realmente válidos, al no incluir las publicaciones de los meses de Septiembre y Diciembre, entre las que estarán incluidas las actas del ITiCSE donde se presentan gran cantidad de herramientas. Para confirmar la tendencia alcista en el año 2007, respecto al porcentaje de herramientas evaluadas, habría que revisar la información de todo el año completo una vez que esté publicada.

Datos sobre la zona geográfica de procedencia de la organización a la que pertenece el primer autor de cada artículo:

| Zona Geográfica | #  | %      |
|-----------------|----|--------|
| América         | 45 | 65,22% |
| Europa          | 19 | 27,54% |
| Oceanía         | 3  | 4,35%  |
| Asia            | 2  | 2,90%  |
| Total           | 69 | 100%   |

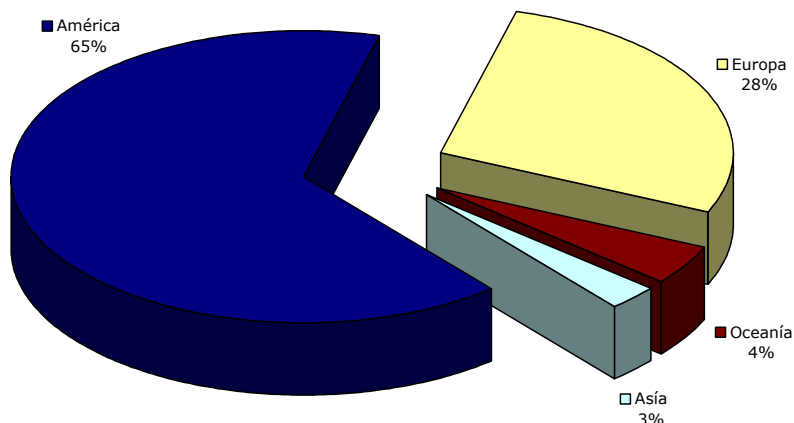


Fig. 11: Herramientas Evaluadas por Área Geográfica.

Existe una gran distancia entre el área geográfica que está en primer lugar y la segunda, es decir, entre América con un 65% y Europa con casi un 28%. Los porcentajes de Oceanía y Asia son prácticamente irrelevantes comparados con los de Europa y sobre todo con América.

En este sentido hay que tener en cuenta que ACM-SIGCSE es una asociación americana, y uno de sus congresos, el SIGCSE, corresponde al número 1 de todos los volúmenes anuales que se publican de SIGCSE *Bulletin*. Este congreso siempre se celebra en Estados Unidos.

Datos sobre el país de procedencia de la organización a la que pertenece el primer autor de cada artículo:

| <b>País de Procedencia</b> | <b>#</b> | <b>%</b> |
|----------------------------|----------|----------|
| EE.UU.                     | 42       | 60,87%   |
| Reino Unido                | 5        | 7,25%    |
| Alemania                   | 4        | 5,80%    |
| Irlanda                    | 3        | 4,35%    |
| Australia                  | 2        | 2,90%    |
| Canadá                     | 2        | 2,90%    |
| Bélgica                    | 1        | 1,45%    |
| Brasil                     | 1        | 1,45%    |
| Dinamarca                  | 1        | 1,45%    |
| Finlandia                  | 1        | 1,45%    |
| Grecia                     | 1        | 1,45%    |
| Japón                      | 1        | 1,45%    |
| Nueva Zelanda              | 1        | 1,45%    |
| Noruega                    | 1        | 1,45%    |
| Pakistán                   | 1        | 1,45%    |
| Portugal                   | 1        | 1,45%    |
| España                     | 1        | 1,45%    |
| Total                      | 69       | 100,00%  |

Vemos que más del 60% de las herramientas educativas analizadas en los artículos vienen de instituciones de Estados Unidos, y le sigue a mucha distancia el Reino Unido con casi un 7%.

Datos sobre el tipo de interacción que permite la herramienta:

| <b>Tipo de Interacción</b> | <b>Sí</b> |          | <b>No</b> |          | <b>N/A</b> |          |
|----------------------------|-----------|----------|-----------|----------|------------|----------|
|                            | <b>#</b>  | <b>%</b> | <b>#</b>  | <b>%</b> | <b>#</b>   | <b>%</b> |
| SI                         | 69        | 100%     | 0         | 0%       | 0          | 0%       |
| QBI                        | 13        | 19%      | 54        | 78%      | 2          | 3%       |
| ABI                        | 6         | 9%       | 61        | 88%      | 2          | 3%       |
| UCI                        | 51        | 74%      | 18        | 26%      | 0          | 0%       |

- "SI" ("Simple Interaction"): que denota una interacción inexistente o simple, por ejemplo la mera visión de animaciones donde el estudiante no puede cambiar nada de lo que ve, aunque sí puede controlar velocidad, dirección de la animación; una presentación PowerPoint; o un libro electrónico sólo para leer.
- "QBI" ("Question-Based Interaction"): que denota una interacción donde el usuario tiene que responder a cuestiones planteadas por la herramienta.
- "ABI" ("Adaptative-Based Interaction"): que denota una interacción donde los contenidos mostrados al usuario pueden cambiar dependiendo del usuario, por ejemplo mediante preguntas.
- "UCI" ("User-Controlled Interaction"): que denota una interacción donde el usuario es capaz de cambiar datos de entrada de la herramienta, de forma que esta mostrará los conceptos adaptados a esa entrada. Por ejemplo: Animación de un algoritmo de ordenación al que se le puede dar los datos de entrada, o una herramienta de simulación del movimiento parabólico al que se le pueden cambiar los parámetros de entrada.
- "Otros": cuando es otro tipo de interacción no recogido en esta lista.

El valor 'Sí' indica que la herramienta sí permite dicha interacción, 'No' indica que la herramienta no permite dicho tipo de interacción y 'N/A' indica que el artículo no da la suficiente información como para determinar si el tipo de interacción es aplicable a dicha herramienta o no.

En los datos se aprecia que todas las herramientas permiten interacciones simples, una gran mayoría permite a los usuarios cambiar parámetros de entrada de la herramienta para entender de forma más clara los conceptos, hay algunas que permiten a los usuarios responder preguntas y obtener *feedback* y una minoría adaptaba los conceptos que se muestran en función del tipo de usuario, sus conocimientos previos o algún otro tipo de parámetro.

Después de realizar el análisis estadístico por tipo de interacción, vimos que hay casos en los que no eran relevantes y decidimos revisar las combinaciones de las interacciones.

| SI  | UCI | QBI      | ABI      | #  | %    |
|-----|-----|----------|----------|----|------|
| Yes | Yes | No o N/A | No o N/A | 44 | 63%  |
| Yes | No  | No       | No       | 9  | 13%  |
| Yes | No  | Yes      | No       | 7  | 10%  |
| Yes | Yes | No       | Yes      | 3  | 4,5% |
| Yes | Yes | Yes      | No       | 3  | 4,5% |
| Yes | No  | Yes      | Yes      | 2  | 3%   |
| Yes | Yes | Yes      | Yes      | 1  | 1%   |
|     |     |          |          | 69 | 100% |

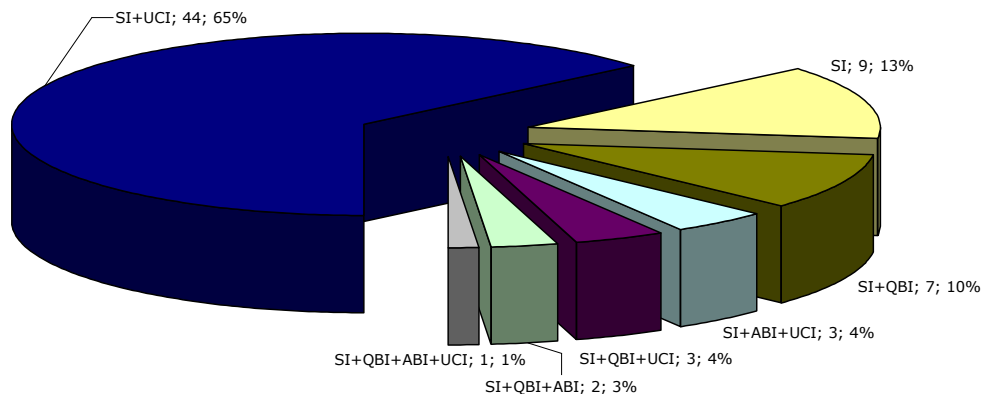


Fig. 12: Herramientas Evaluadas por Combinación de Interacciones.

Como vemos, todas las herramientas tienen interacciones de tipo SI. La mayoría de las herramientas permiten la combinación de interacciones SI más UCI (63%), es decir, herramientas en las que el usuario puede cambiar parámetros de entrada y ejecutar acciones para ver como varía la salida. Después, tenemos las herramientas que sólo permiten interacción simple (13%), es decir, visualizaciones en las que se puede parar, activar, avanzar, retroceder, pasar página, etc. También cabe destacar las herramientas que combinan interacciones simples e interacciones basadas en cuestiones (10%), son típicas en este caso las herramientas que explican conceptos en forma de e-book y al final de cada capítulo tienen un test que permite evaluar el nivel de conocimientos adquirido.



Respecto al área de conocimiento en la que se engloban las herramientas educativas descritas en los artículos analizados, los datos obtenidos son:

| Área de Conocimiento                | #  | %      |
|-------------------------------------|----|--------|
| Lenguajes de Programación           | 21 | 30,43% |
| Algoritmos                          | 19 | 27,54% |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes | 11 | 15,94% |
| Bases de Datos                      | 6  | 8,70%  |
| Sistemas Operativos                 | 3  | 4,35%  |
| Arquitectura de Computadores        | 3  | 4,35%  |
| Otros                               | 2  | 2,90%  |
| Inteligencia Artificial             | 2  | 2,90%  |
| Ingeniería del Software             | 2  | 2,90%  |
| Total                               | 69 | 100%   |

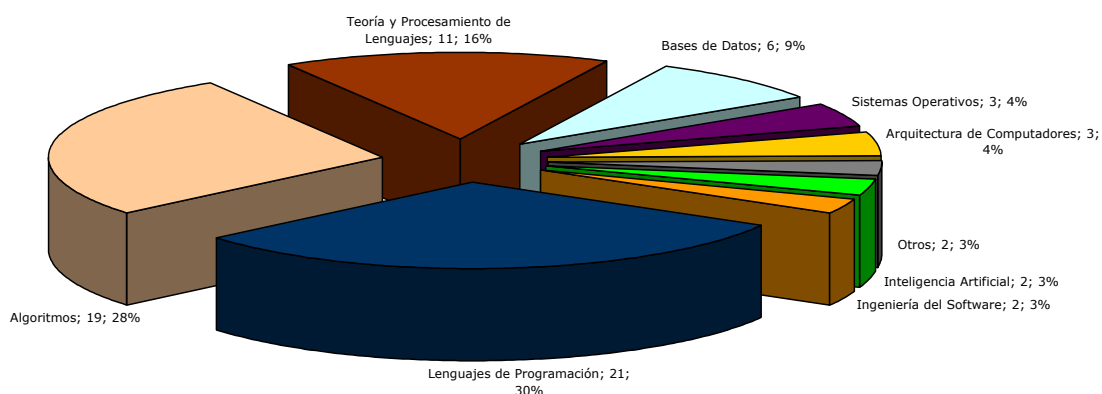


Fig. 13: Herramientas Evaluadas por Combinación de Interacciones.

El área de conocimiento más común en el uso de herramientas educativas es la de los Lenguajes de Programación (30%), le siguen los Algoritmos (28%), la Teoría de Autómata (16%) y las Bases de Datos (9%).

Datos referentes al ámbito académico en el que se usan las herramientas informáticas educativas:

| Ámbito Académico | #  | %      |
|------------------|----|--------|
| Universidad      | 65 | 94,20% |
| Instituto        | 2  | 2,90%  |
| Profesional      | 1  | 1,45%  |
| N/A              | 1  | 1,45%  |
| Total            | 69 | 100%   |

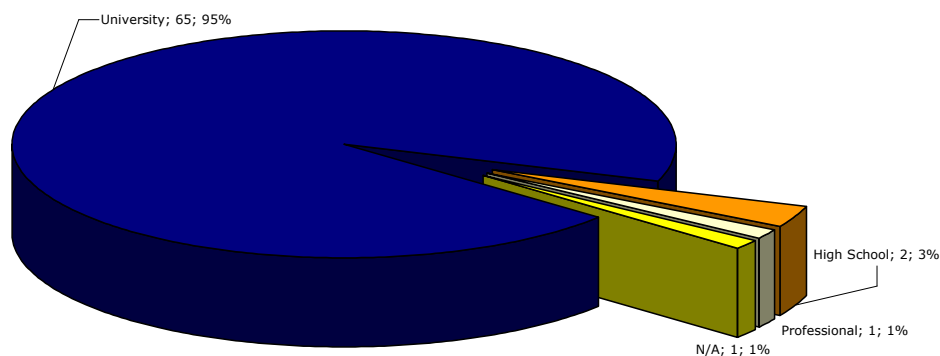


Fig. 14: Herramientas Evaluadas por Combinación de Interacciones.

Vemos que el ámbito universitario supone casi un 95%. En un primer análisis estadístico se realizó segregación de los datos agrupándolos por ámbito académico, pero tal y como era de esperar, estos resultados no fueron significativos y se eliminaron del estudio.

Otro de los parámetros que se analizó en los artículos fueron los 'Escenarios de Uso', es decir, con que fin se utilizaba la herramienta educativa:

| Escenarios de Uso         | Sí |     | No |     |
|---------------------------|----|-----|----|-----|
|                           | #  | %   | #  | %   |
| Ayuda a la Explicación    | 27 | 39% | 42 | 61% |
| Ejercicios y Laboratorios | 57 | 83% | 12 | 17% |
| Uso Voluntario            | 9  | 13% | 59 | 87% |

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones

| Combinación de Interacciones | Ayuda a la Explicación |         |
|------------------------------|------------------------|---------|
|                              | Sí                     | No      |
| SI + UCI (63%)               | 34%(15)                | 66%(29) |
| SI (13%)                     | 44%(4)                 | 56%(5)  |
| SI + QBI (10%)               | 71%(5)                 | 29%(2)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 33%(1)                 | 67%(2)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 67%(2)                 | 33%(1)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)                  | 100%(2) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)                  | 100%(1) |

| Combinación de Interacciones | Ejercicios y Laboratorios |        |
|------------------------------|---------------------------|--------|
|                              | Sí                        | No     |
| SI + UCI (63%)               | 89%(39)                   | 11%(5) |
| SI (13%)                     | 56%(5)                    | 44%(4) |
| SI + QBI (10%)               | 71%(5)                    | 29%(2) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 67%(2)                    | 33%(1) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 100%(3)                   | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 100%(2)                   | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 100%(1)                   | 0%(0)  |

Vemos que cuando el fin de la herramienta es que se utilice para realizar ejercicios o asignaciones de laboratorio, el porcentaje de herramientas con interacciones SI más UCI son muy elevadas (89%). Esto es lógico ya que dichas herramientas deben tener un alto grado de interacción con el alumno.

| <b>Combinación de Interacciones</b> | <b>Uso Voluntario</b> |         |
|-------------------------------------|-----------------------|---------|
|                                     | Sí                    | No      |
| SI + UCI (63%)                      | 16%(7)                | 84%(37) |
| SI (13%)                            | 11%(1)                | 89%(8)  |
| SI + QBI (10%)                      | 0%(0)                 | 100%(7) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)               | 0%(0)                 | 100%(3) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)               | 33%(1)                | 67%(2)  |
| SI + QBI + ABI (3%)                 | 0%(0)                 | 100%(2) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)           | 0%(0)                 | 100%(1) |

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| <b>Área de Conocimiento</b>               | <b>Ayuda a la Explicación</b> |         |
|---|-------------------------------|---------|
|   | Sí                            | No      |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 33%(7)                        | 67%(14) |
| Algoritmos (28%)                          | 42%(8)                        | 58%(11) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 36%(4)                        | 64%(7)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 50%(3)                        | 50%(3)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 67%(2)                        | 33%(1)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 33%(1)                        | 67%(2)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 50%(1)                        | 50%(1)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)                        | 50%(1)  |
| Otros (3%)                                | 0%(0)                         | 100%(2) |

| <b>Área de Conocimiento</b>               | <b>Ejercicios y Laboratorios</b> |        |
|---|----------------------------------|--------|
|   | Sí                               | No     |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 86%(18)                          | 14%(3) |
| Algoritmos (28%)                          | 79%(15)                          | 21%(4) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 100%(11)                         | 0%(0)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 100%(6)                          | 0%(0)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 33%(1)                           | 67%(2) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 100%(3)                          | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 50%(1)                           | 50%(1) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)                           | 50%(1) |
| Otros (3%)                                | 50%(1)                           | 50%(1) |

| <b>Área de Conocimiento</b>               | <b>Uso Voluntario</b> |         |
|---|-----------------------|---------|
|   | Sí                    | No      |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 5%(1)                 | 95%(20) |
| Algoritmos (28%)                          | 5%(1)                 | 95%(18) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 27%(3)                | 73%(8)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 50%(3)                | 50%(3)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)                 | 100%(3) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)                 | 100%(3) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 50%(1)                | 50%(1)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)                 | 100%(2) |
| Otros (3%)                                | 0%(0)                 | 100%(2) |

En este caso, podemos apreciar como en el caso de la Teoría de Autómatas y las Bases de Datos existe un mayor interés por fomentar el uso voluntario de las herramientas que en el resto de áreas de conocimiento.

## **Eficacia:**

En cuanto a los parámetros que se han decidido utilizar para caracterizar la eficacia de las herramientas educativas:

Se han identificado 10 herramientas que utilizaban una taxonomía de aprendizaje/conocimiento, 7 de ellas han sido identificadas como la taxonomía de Bloom y 3 no se han podido relacionar con ninguna taxonomía conocida.

De las 10 taxonomías, 4 citaban explícitamente que utilizaban la taxonomía de Bloom y otras dos explicaban el método explícitamente pero este no se pudo identificar. Las otras 4 eran citadas de forma implícita, algunas se identificaron como la taxonomía de Bloom y otras no.

Se identificó que, para medir la eficacia de una herramienta educativa se podrían emplear cuestionarios, tests, entrevistas u otros métodos alternativos.

Los resultados de los artículos analizados muestran que:

| <b>Cuestionarios</b> | <b>#</b> | <b>%</b> | <b>Tests</b> | <b>#</b> | <b>%</b> | <b>Entrevistas</b> | <b>#</b> | <b>%</b> |
|----------------------|----------|----------|--------------|----------|----------|--------------------|----------|----------|
| Sí                   | 13       | 19%      | Sí           | 35       | 51%      | Sí                 | 6        | 10%      |
| No                   | 55       | 80%      | No           | 33       | 48%      | No                 | 62       | 88%      |
| N/A                  | 1        | 1%       | N/A          | 1        | 1%       | N/A                | 1        | 1%       |
| Total                | 69       | 100%     | Total        | 69       | 100%     | Total              | 69       | 100%     |

Los métodos alternativos para medir la eficacia que se identificaron en los distintos artículos fueron:

### *System logs (6):*

Los logs del sistema en este caso son analizados para revisar la cantidad de errores que los estudiantes cometen en las interacciones con el sistema (por ejemplo: sintaxis correcta de sentencias SQL).

### *Number of problems answered correctly and difficulty level of the problems (1):*

Similar a la realización de tests o cuestionarios, salvo que en este caso además se valora el grado de dificultad de los problemas planteados a los estudiantes.

### *Number of problems solved in closed labs per student greater than in previous years (1):*

En este caso se compara la cantidad de problemas resueltos en el laboratorio por los alumnos respecto a años anteriores, en los que los estudiantes no habían utilizado la herramienta.

### *Number of bugs (1):*

En este caso se miden la cantidad de bugs que existen en el código de los alumnos.

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Cuestionarios |         |       |
|---|---------------|---------|-------|
|   | Sí            | No      | N/A   |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 29%(6)        | 71%(15) | 0%(0) |
| Algoritmos (28%)                          | 5%(1)         | 95%(18) | 0%(0) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 9%(1)         | 82%(9)  | 9%(1) |
| Bases de Datos (9%)                       | 33%(2)        | 67%(4)  | 0%(0) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)         | 100%(3) | 0%(0) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)         | 100%(3) | 0%(0) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 100%(2)       | 0%(0)   | 0%(0) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0) |
| Otros (3%)                                | 50%(1)        | 50%(1)  | 0%(0) |

| Área de Conocimiento                      | Tests   |         |       |
|---|---------|---------|-------|
|   | Sí      | No      | N/A   |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 71%(15) | 29%(6)  | 0%(0) |
| Algoritmos (28%)                          | 53%(10) | 47%(9)  | 0%(0) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 36%(4)  | 55%(6)  | 9%(1) |
| Bases de Datos (9%)                       | 33%(2)  | 67%(4)  | 0%(0) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 67%(2)  | 33%(1)  | 0%(0) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 33%(1)  | 67%(2)  | 0%(0) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)   | 100%(2) | 0%(0) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)  | 50%(1)  | 0%(0) |
| Otros (3%)                                | 0%(0)   | 100%(2) | 0%(0) |

| Área de Conocimiento                      | Entrevistas |          |       |
|---|-------------|----------|-------|
|   | Sí          | No       | N/A   |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 14%(3)      | 86%(18)  | 0%(0) |
| Algoritmos (28%)                          | 0%(0)       | 100%(19) | 0%(0) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 0%(0)       | 91%(10)  | 9%(1) |
| Bases de Datos (9%)                       | 0%(0)       | 100%(6)  | 0%(0) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 33%(1)      | 67%(2)   | 0%(0) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 33%(1)      | 67%(2)   | 0%(0) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 50%(1)      | 50%(1)   | 0%(0) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)       | 100%(2)  | 0%(0) |
| Otros (3%)                                | 50%(1)      | 50%(1)   | 0%(0) |

Los tres métodos de evaluación de la eficacia, tanto los cuestionarios, como los tests y las entrevistas, se usan en mayor medida en el área de Lenguajes de Programación, este área de conocimiento es prácticamente la única que usa entrevistas y la que más emplea los test con diferencia.

El tipo de aprendizaje puede ser final, cuando sólo se mide el aprendizaje por el nivel de conocimientos evaluado con el post-test después del uso de la herramienta educativa, o diferencial, cuando se mide la variación del aprendizaje antes y después de utilizar la herramienta educativa.

| Tipo de Aprendizaje | #  | %    |
|---------------------|----|------|
| Final               | 36 | 52%  |
| Diferencial         | 10 | 15%  |
| N/A                 | 23 | 33%  |
| Total               | 69 | 100% |

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones

| Combinación de Interacciones | Tipo de Aprendizaje |             |         |
|------------------------------|---------------------|-------------|---------|
|                              | Final               | Diferencial | N/A     |
| SI + UCI (63%)               | 45%(20)             | 16%(7)      | 39%(17) |
| SI (13%)                     | 67%(6)              | 11%(1)      | 22%(2)  |
| SI + QBI (10%)               | 71%(5)              | 0%(0)       | 29%(2)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 33%(1)              | 33%(1)      | 34%(1)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 67%(2)              | 0%(0)       | 33%(1)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 50%(1)              | 50%(1)      | 0%(0)   |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 100%(1)             | 0%(0)       | 0%(0)   |

Es importante destacar en este punto el amplio porcentaje de herramientas de interacción SI+QBI que emplean el aprendizaje final, obviando prácticamente la evaluación del aprendizaje final en sus estudios.

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Tipo de Aprendizaje |             |         |
|---|---------------------|-------------|---------|
|   | Final               | Diferencial | N/A     |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 57%(12)             | 24%(5)      | 19%(4)  |
| Algoritmos (28%)                          | 42%(8)              | 16%(3)      | 42%(8)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 36%(4)              | 9%(1)       | 55%(26) |
| Bases de Datos (9%)                       | 50%(3)              | 0%(0)       | 50%(3)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 100%(3)             | 0%(0)       | 0%(0)   |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 67%(2)              | 0%(0)       | 33%(1)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 100%(2)             | 0%(0)       | 0%(0)   |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)               | 50%(1)      | 50%(1)  |
| Otros (3%)                                | 100%(2)             | 0%(0)       | 0%(0)   |

Respecto al área de conocimiento, cabe destacar que las evaluaciones sobre herramientas de Teoría de Autómatas no definen claramente el tipo de aprendizaje que emplean en sus experimentos y que otra de las áreas que mayor peso tiene, como son las Bases de Datos, no ha empleado el aprendizaje diferencial.

Como último parámetro de la eficacia, se verificó si se habían obtenido resultados significativos en los estudios de las herramientas educativas

| Resultados Significativos | #  | %    |
|---------------------------|----|------|
| Sí                        | 35 | 51%  |
| No                        | 10 | 14%  |
| N/A                       | 24 | 35%  |
| Total                     | 69 | 100% |

Cabe reseñar el 27% de los estudios en los que no se hace referencia a si los resultados obtenidos son significativos o no, es probablemente porque los resultados no estaban basados en experimentos rigurosos, sino más bien en observaciones o experimentos no formales.

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Resultados Significativos |        |        |
|---|---------------------------|--------|--------|
|   | Sí                        | No     | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 67%(14)                   | 14%(3) | 19%(4) |
| Algoritmos (28%)                          | 32%(6)                    | 21%(4) | 47%(9) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 27%(3)                    | 27%(3) | 46%(5) |
| Bases de Datos (9%)                       | 50%(3)                    | 0%(0)  | 50%(3) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 67%(2)                    | 0%(0)  | 33%(1) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 67%(2)                    | 0%(0)  | 33%(1) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 100%(2)                   | 0%(0)  | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)                    | 0%(0)  | 50%(1) |
| Otros (3%)                                | 100%(2)                   | 0%(0)  | 0%(0)  |

Vemos que el área de los Lenguajes de Programación obtiene resultados significativos en el 67% de las ocasiones, con un número total de estudios que cumplen esta condición de 14, lo que supera claramente al resto de áreas de conocimiento. En cambio, en Teoría de Autómatas y Bases de Datos es significativo el porcentaje de estudios que no define claramente si obtiene resultados significativos o no.

### ***Eficiencia:***

En cuanto a los parámetros que se han decidido utilizar para caracterizar la eficiencia de las herramientas educativas:

Comprobamos si en los artículos se indicaba el tiempo de estudio y el tiempo de examen empleado por los alumnos:

| Tiempo Estudio | #  | %    |
|----------------|----|------|
| No             | 64 | 93%  |
| Sí             | 5  | 7%   |
| Total          | 69 | 100% |

| Tiempo Examen | #  | %    |
|---------------|----|------|
| No            | 62 | 90%  |
| Sí            | 7  | 10%  |
| Total         | 69 | 100% |

Este tiempo de estudio o examen hace referencia al tiempo individual que cada alumno emplea en estudiar, al tiempo que está utilizando la herramienta para entender un concepto, al tiempo empleado en hacer el examen o ejercicio de evaluación. Por lo tanto, las herramientas en las que se consignaba la duración de la clase, explicación del profesor, número de horas de laboratorio o tiempo genérico para realizar el examen no se han tenido en cuenta y se han marcado como 'No'.

En estos últimos casos, el tiempo no se puede considerar una medida de la eficiencia, sino más bien un parámetro del experimento, ya que no se puede saber a ciencia cierta el impacto que ha tenido en cada alumno: puede haber alumnos que hayan agotado el tiempo asignado al laboratorio, por ejemplo, y otros que en cambio hayan empleado la mitad del tiempo concedido. Así mismo puede haber alumnos que hayan realizado el ejercicio de evaluación en menos tiempo del que inicialmente se les había concedido. Si se ha medido el tiempo que ha empleado cada alumno en realizar el examen entonces se ha marcado el parámetro a 'Sí', si

solamente se hace referencia a que el tiempo para realizar el examen eran 30 minutos de manera genérica, entonces se ha marcado como 'No'.

Sólo 3 de las 5 herramientas, en las que se ha medido el tiempo de estudio y examen, han medido ambos conceptos. Hay otras 2 que sólo han medido tiempo de estudio y otras 2 que sólo han medido tiempo de examen.

Aparte de estas herramientas, existen otras 11 herramientas en las que se consigna el tiempo de estudio y/o el de examen, pero de forma genérica para todos los alumnos, es decir, se indicaba que el estudio se hizo a lo largo de 3 clases de laboratorio o se indicaba que para el examen se habían dejado 20 minutos; pero no se había medido de forma individual para cada estudiante de forma que fuese posible analizar el rendimiento del alumno frente al tiempo empleado en estudiar o en realizar el examen.

Como vemos hay muchos autores, más del 90%, que no incluyen esta información en sus estudios, quizá porque no han medido estos tiempos o quizá porque no han considerado relevante mencionarlo en el artículo.

## ***Satisfacción del Usuario:***

En cuanto a los parámetros que se han decidido utilizar para caracterizar la satisfacción de los usuarios de las herramientas educativas:

Primero se chequeó si en los artículos se había consignado o se hacía referencia a que los usuarios hubiesen expresado su opinión personal en cuanto a los parámetros que se definieron en los capítulos anteriores:

| <b>Satisfacción del Usuario</b>                         | <b>Sí</b> |          | <b>No</b> |          | <b>N/A</b> |          |
|---|-----------|----------|-----------|----------|------------|----------|
|   | <b>#</b>  | <b>%</b> | <b>#</b>  | <b>%</b> | <b>#</b>   | <b>%</b> |
| ¿La herramienta es útil?                                | 45        | 65%      | 21        | 31%      | 3          | 4%       |
| ¿La herramienta es eficaz?                              | 15        | 22%      | 51        | 74%      | 3          | 4%       |
| ¿Te gusta la herramienta?                               | 12        | 18%      | 54        | 78%      | 3          | 4%       |
| ¿La herramienta ha aumentado tu interés por la materia? | 4         | 6%       | 62        | 90%      | 3          | 4%       |
| ¿La herramienta es fácil de aprender?                   | 7         | 10%      | 59        | 85%      | 3          | 4%       |
| ¿La herramienta es fácil de usar?                       | 16        | 23%      | 50        | 73%      | 3          | 4%       |
| ¿Usarías esta herramienta para estudiar por tu cuenta?  | 4         | 6%       | 62        | 90%      | 3          | 4%       |

Claramente, la pregunta que suele hacerse a los usuarios es si la herramienta les ha resultado útil, si les ha servido para el fin para el que se había usado, es decir, aprender.

También, son significativos, aunque menos, los valores sobre la facilidad de uso y sobre la sensación general de gusto o confort con la herramienta, lo que hemos denominado de forma genérica 'gusto'.

En cambio, hay ciertas preguntas que prácticamente no se hacen nunca, como las relacionadas con el grado de interés por la materia y con el uso voluntario de la misma.



Si agrupamos los datos por Área Geográfica

| Área Geográfica | Utilidad |         |        |
|-----------------|----------|---------|--------|
|                 | Sí       | No      | N/A    |
| América (65%)   | 76%(34)  | 20%(9)  | 4%(2)  |
| Europa (28%)    | 47%(9)   | 53%(10) | 0%(0)  |
| Oceanía (4%)    | 67%(2)   | 0%(0)   | 33%(1) |
| Asia (3%)       | 0%(0)    | 100%(2) | 0%(0)  |

En esta tabla, podemos apreciar como existe mayor interés en los estudios realizados en América y en Oceanía, por conocer la opinión del usuario respecto a la utilidad del sistema que en Europa, donde el porcentaje está por debajo del 50%.

| Área Geográfica | Gusto  |         |        |
|-----------------|--------|---------|--------|
|                 | Sí     | No      | N/A    |
| América (65%)   | 11%(5) | 84%(38) | 4%(2)  |
| Europa (28%)    | 37%(7) | 63%(12) | 0%(0)  |
| Oceanía (4%)    | 0%(0)  | 67%(2)  | 33%(1) |
| Asia (3%)       | 0%(0)  | 100%(2) | 0%(0)  |

En cambio, aquí podemos ver como en Europa se presta más atención a si de forma general al usuario le gusta el sistema, en América el porcentaje es muy bajo, mientras que en el resto de áreas geográficas ni siquiera se ha planteado.

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones

| Combinación de Interacciones | Utilidad |         |        |
|------------------------------|----------|---------|--------|
|                              | Sí       | No      | N/A    |
| SI + UCI (63%)               | 61%(27)  | 34%(15) | 5%(2)  |
| SI (13%)                     | 44%(4)   | 56%(5)  | 0%(0)  |
| SI + QBI (10%)               | 86%(6)   | 0%(0)   | 14%(1) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 100%(3)  | 0%(0)   | 0%(0)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 67%(2)   | 33%(1)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 100%(2)  | 0%(0)   | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 100%(1)  | 0%(0)   | 0%(0)  |

Aquí podemos comprobar que las evaluaciones de herramientas que combinan interacciones SI y QBI preguntan mucho (86%) a los alumnos acerca de la utilidad de la herramienta. En cambio las herramientas que sólo permiten la interacción simple no llegan al 50%.

| Combinación de Interacciones | Eficacia |         |        |
|------------------------------|----------|---------|--------|
|                              | Sí       | No      | N/A    |
| SI + UCI (63%)               | 18%(8)   | 77%(34) | 5%(2)  |
| SI (13%)                     | 11%(1)   | 89%(8)  | 0%(0)  |
| SI + QBI (10%)               | 43%(3)   | 43%(3)  | 16%(1) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)    | 100%(3) | 0%(0)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)   | 67%(2)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 50%(1)   | 50%(1)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | %(1)     | 0%(0)   | 0%(0)  |

Respecto a la eficacia, lo que se observa es que los números en general son menores que para el caso de la utilidad, es decir, se pregunta más por la utilidad que por la eficacia en términos generales, sin embargo lo que sí vemos es que de la misma forma que para la utilidad, las evaluaciones de herramientas con interacciones SI más QBI siguen estando muy por delante de aquellas que combinan SI más UCI y de las que sólo permiten interacciones simples.

| Combinación de Interacciones | Fácil de Aprender |         |        |
|------------------------------|-------------------|---------|--------|
|                              | Sí                | No      | N/A    |
| SI + UCI (63%)               | 9%(4)             | 86%(38) | 5%(2)  |
| SI (13%)                     | 22%(2)            | 78%(7)  | 0%(0)  |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)             | 86%(6)  | 14%(1) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)             | 100%(3) | 0%(0)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)            | 67%(2)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)             | 100%(2) | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)             | 100%(1) | 0%(0)  |

En cambio, cuando hablamos sobre la facilidad de aprendizaje, los alumnos que utilizan herramientas de tipo SI son los más consultados. Mientras que las evaluaciones de SI más QBI, que tanta diferencia marcaban en los dos puntos anteriores, ni siquiera han planteado esta cuestión en ninguna evaluación.

| Combinación de Interacciones | Fácil de Usar |         |        |
|------------------------------|---------------|---------|--------|
|                              | Sí            | No      | N/A    |
| SI + UCI (63%)               | 20%(9)        | 75%(33) | 5%(2)  |
| SI (13%)                     | 22%(2)        | 78%(7)  | 0%(0)  |
| SI + QBI (10%)               | 43%(3)        | 43%(3)  | 14%(1) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)         | 100%(3) | 0%(0)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)        | 67%(2)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)         | 100%(1) | 0%(0)  |

En el sub-aspecto relativo a la facilidad de uso, volvemos a la tónica de los dos primeros sub-aspectos, y las evaluaciones de herramientas con interacciones SI y QBI son las que más uso hacen de este concepto en sus consultas a los estudiantes.

| Combinación de Interacciones | Uso Voluntario |         |        |
|------------------------------|----------------|---------|--------|
|                              | Sí             | No      | N/A    |
| SI + UCI (63%)               | 4%(2)          | 91%(40) | 5%(2)  |
| SI (13%)                     | 22%(2)         | 78%(7)  | 0%(0)  |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)          | 86%(6)  | 14%(1) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)          | 100%(3) | 0%(0)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 0%(0)          | 100%(3) | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)          | 100%(2) | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)          | 100%(1) | 0%(0)  |

En el caso en el que se pregunta a los alumnos sobre si usarían la herramienta de forma voluntaria, obtenemos unos resultados similares a la facilidad de aprendizaje, donde las evaluaciones de herramientas con interacciones simples muestran un cierto interés sobre este aspecto, mientras que el resto prácticamente lo ignora.

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Utilidad |        |        |
|---|----------|--------|--------|
|   | Sí       | No     | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 81%(17)  | 14%(3) | 5%(1)  |
| Algoritmos (28%)                          | 53%(10)  | 47%(9) | 0%(0)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 73%(8)   | 18%(2) | 9%(1)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 33%(2)   | 50%(3) | 17%(1) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 33%(1)   | 67%(2) | 0%(0)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 100%(3)  | 0%(0)  | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 100%(2)  | 0%(0)  | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)   | 50%(1) | 0%(0)  |
| Otros (3%)                                | 50%(1)   | 50%(1) | 0%(0)  |

El área de los Lenguajes de Programación y el de la Teoría de Autómata muestran un alto interés por la opinión de los alumnos acerca de la utilidad de la herramienta, mientras que el área de conocimiento de las Bases de Datos apenas lo hace.

| Área de Conocimiento                      | Gusto  |         |        |
|---|--------|---------|--------|
|   | Sí     | No      | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 0%(0)  | 95%(20) | 5%(1)  |
| Algoritmos (28%)                          | 26%(5) | 74%(14) | 0%(0)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 9%(1)  | 82%(9)  | 9%(1)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 33%(2) | 50%(3)  | 17%(1) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 33%(1) | 67%(2)  | 0%(0)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)  | 100%(3) | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 50%(1) | 50%(1)  | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1) | 50%(1)  | 0%(0)  |
| Otros (3%)                                | 50%(1) | 50%(1)  | 0%(0)  |

En cambio, cuando hablamos de si a los alumnos les gusta la herramienta son las evaluaciones en torno al área de Base de Datos las que destacan por encima de las demás. Mientras que en el área de Lenguajes de Programación, ninguna evaluación ha tenido en cuenta esta cuestión.

| Área de Conocimiento                      | Fácil de Aprender |         |        |
|---|-------------------|---------|--------|
|   | Sí                | No      | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 5%(1)             | 90%(19) | 5%(1)  |
| Algoritmos (28%)                          | 21%(4)            | 79%(15) | 0%(0)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 9%(1)             | 82%(9)  | 9%(1)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 0%(0)             | 83%(5)  | 17%(1) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)             | 100%(3) | 0%(0)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)             | 100%(3) | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)             | 100%(2) | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)             | 100%(2) | 0%(0)  |
| Otros (3%)                                | 50%(1)            | 50%(1)  | 0%(0)  |

En cuanto a la facilidad de aprendizaje, no existe gran interés por parte de ninguna de las áreas de conocimiento. Aunque de destacar alguna, serían las evaluaciones de herramientas educativas de Algoritmos las que estarían por delante del resto.

| Área de Conocimiento                      | Fácil de Usar |         |        |
|---|---------------|---------|--------|
|   | Sí            | No      | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 19%(4)        | 76%(16) | 5%(1)  |
| Algoritmos (28%)                          | 32%(6)        | 68%(13) | 0%(0)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 36%(4)        | 55%(6)  | 9%(1)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 17%(1)        | 66%(4)  | 17%(1) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)         | 100%(3) | 0%(0)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 33%(1)        | 67%(2)  | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0)  |
| Otros (3%)                                | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0)  |

La facilidad de uso es algo que, principalmente, aparece en las evaluaciones de herramientas en los ámbitos de la Teoría de Autómata y de los Algoritmos.

La siguiente cuestión es cómo se ha medido en la evaluación la satisfacción del usuario, puede haber sido a través de una encuesta a los alumnos o tal vez mediante entrevistas personales:

| Cuestionarios | #  | %    | Nº Opciones del Cuestionario | #  | %    | Entrevistas | #  | %    |
|---------------|----|------|------------------------------|----|------|-------------|----|------|
| Sí            | 45 | 65%  | Impar                        | 10 | 20%  | Sí          | 17 | 25%  |
| No            | 22 | 32%  | Par                          | 0  | 0%   | No          | 50 | 72%  |
| N/A           | 2  | 3%   | No Especificado              | 35 | 80%  | N/A         | 2  | 3%   |
| Total         | 69 | 100% | Total                        | 45 | 100% | Total       | 69 | 100% |

La mayoría de los estudios se decanta por realizar cuestionarios o encuestas a los usuarios y aunque la mayoría de ellos no indica cuantas opciones presentaban los cuestionarios en las respuestas, si hay 10 que explícitamente indicaban que se usó una escala Likert, es decir con un número impar de opciones. Ninguno de los que explícitamente indicaban el número de opciones, utilizó un número par de opciones.

La gran diferencia entre uno y otro caso, es que cuando se usa un número de opciones impar, una de ellas suele ser la opción de 'No Sabe/No Contesta' o la opción intermedia que puede ser usada para evitar decantarse. En cambio, si el número de opciones es par, entonces se obliga al encuestado a tomar parte hacia un lado u otro.

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones:

| Combinación de Interacciones | Cuestionarios |         |       |
|------------------------------|---------------|---------|-------|
|                              | Sí            | No      | N/A   |
| SI + UCI (63%)               | 59%(26)       | 36%(16) | 5%(2) |
| SI (13%)                     | 67%(6)        | 33%(3)  | 0%(0) |
| SI + QBI (10%)               | 86%(6)        | 14%(1)  | 0%(0) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)         | 100%(3) | 0%(0) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)        | 67%(2)  | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)         | 100%(1) | 0%(0) |

Las evaluaciones de herramientas con interacciones SI y QBI son las que más utilizan los cuestionarios para obtener la opinión de los alumnos respecto a las herramientas. En el resto de casos, es mayoritario el uso de cuestionarios.

| Combinación de Interacciones | Entrevistas |         |        |
|------------------------------|-------------|---------|--------|
|                              | Sí          | No      | N/A    |
| SI + UCI (63%)               | 28%(12)     | 70%(31) | 2%(1)  |
| SI (13%)                     | 22%(2)      | 78%(7)  | 0%(0)  |
| SI + QBI (10%)               | 14%(1)      | 86%(6)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)       | 67%(2)  | 33%(1) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 67%(2)      | 33%(1)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)       | 100%(2) | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)       | 100%(1) | 0%(0)  |

Sin embargo, observamos que las mismas herramientas SI más QBI son las que menos emplean las entrevistas para recabar la opinión de los alumnos. Y aunque el porcentaje de las evaluaciones de herramientas con interacciones SI más UCI tampoco es muy elevado, el número total de evaluaciones (12) sí que lo es.

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Cuestionarios |        |       |
|---|---------------|--------|-------|
|   | Sí            | No     | N/A   |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 67%(14)       | 28%(6) | 5%(1) |
| Algoritmos (28%)                          | 74%(14)       | 26%(5) | 0%(0) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 55%(6)        | 36%(4) | 9%(1) |
| Bases de Datos (9%)                       | 75%(4)        | 25%(2) | 0%(0) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 33%(1)        | 66%(2) | 0%(0) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 67%(2)        | 33%(1) | 0%(0) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 100%(2)       | 0%(0)  | 0%(0) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)        | 50%(1) | 0%(0) |
| Otros (3%)                                | 50%(1)        | 50%(1) | 0%(0) |

Respecto a las áreas de conocimiento, hay una cierta uniformidad en los porcentajes. La única que tiene un valor un poco más bajo es Teoría de Autómata, que utiliza los cuestionarios ligeramente menos que el resto.

| Área de Conocimiento                      | Entrevistas |         |        |
|---|-------------|---------|--------|
|   | Sí          | No      | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 24%(5)      | 71%(15) | 5%(1)  |
| Algoritmos (28%)                          | 16%(3)      | 84%(16) | 0%(0)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 27%(3)      | 73%(8)  | 0%(0)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 17%(1)      | 83%(5)  | 0%(0)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 33%(1)      | 33%(1)  | 33%(1) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 33%(1)      | 67%(2)  | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 50%(1)      | 50%(1)  | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)      | 50%(1)  | 0%(0)  |
| Otros (3%)                                | 50%(1)      | 50%(1)  | 0%(0)  |

Las entrevistas son más utilizadas en el ámbito de los Lenguajes de Programación y en el de Teoría de Autómata, mientras que en las áreas de Algoritmos y Base de Datos se utilizan algo menos.

La última medida de este bloque correspondía con el hecho de identificar si los estudios de las herramientas educativas contemplan el uso de logs de sistema o monitorización de acceso para chequear el uso real de los sistemas por parte de los usuarios:

| Logs de Sistema | Total | %    |
|-----------------|-------|------|
| Sí              | 13    | 19%  |
| No              | 56    | 81%  |
| Total           | 69    | 100% |

| Monitorización de Acceso | Total | %    |
|--------------------------|-------|------|
| Sí                       | 4     | 6%   |
| No                       | 65    | 94%  |
| Total                    | 69    | 100% |

No parece que este tipo de mediciones se estén llevando a cabo de manera sistemática en el ámbito de los estudios de usabilidad en herramientas educativas.

Si agrupamos los datos por Área Geográfica

| Área Geográfica | Logs del Sistema |         |       |
|-----------------|------------------|---------|-------|
|                 | Sí               | No      | N/A   |
| América (65%)   | 11%(5)           | 89%(40) | 0%(0) |
| Europa (28%)    | 32%(6)           | 68%(13) | 0%(0) |
| Oceanía (4%)    | 33%(1)           | 67%(2)  | 0%(0) |
| Asia (3%)       | 50%(1)           | 50%(1)  | 0%(0) |

Se puede ver como en Europa el uso de los logs del sistema es bastante mayor (32%) que en América, donde casi el 90% no hace uso de ellos.

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones

| Combinación de Interacciones | Logs del Sistema |         |       |
|------------------------------|------------------|---------|-------|
|                              | Sí               | No      | N/A   |
| SI + UCI (63%)               | 18%(8)           | 82%(36) | 0%(0) |
| SI (13%)                     | 22%(2)           | 78%(7)  | 0%(0) |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)            | 100%(7) | 0%(0) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)            | 100%(3) | 0%(0) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)           | 67%(2)  | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 50%(1)           | 50%(1)  | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 100%(1)          | 0%(0)   | 0%(0) |

Las evaluaciones de herramientas con interacciones SI más QBI no utilizan los logs del sistema para comprobar el uso real por parte de los alumnos.

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Logs del Sistema |          |       |
|---|------------------|----------|-------|
|   | Sí               | No       | N/A   |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 24%(5)           | 76%(16)  | 0%(0) |
| Algoritmos (28%)                          | 0%(0)            | 100%(19) | 0%(0) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 18%(2)           | 82%(9)   | 0%(0) |
| Bases de Datos (9%)                       | 67%(4)           | 33%(2)   | 0%(0) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)            | 100%(3)  | 0%(0) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)            | 100%(3)  | 0%(0) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)            | 100%(2)  | 0%(0) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)           | 50%(1)   | 0%(0) |
| Otros (3%)                                | 50%(1)           | 50%(1)   | 0%(0) |

Vemos que las evaluaciones de herramientas que se utilizan para enseñar conceptos de Bases de Datos, usan los logs del sistema para verificar el uso real de la herramienta en un porcentaje realmente considerable, mientras que el resto de áreas de conocimiento los usa mucho menos, o incluso en el caso de los Algoritmos ni siquiera se utiliza.

### ***Facilidad de Aprendizaje:***

En cuanto a los parámetros que se han decidido utilizar para caracterizar la facilidad de aprendizaje, se identificó como principal medida el tiempo necesario para poder realizar tareas básicas de forma apropiada:

| Tiempo necesario para realizar tareas básicas | Total | %    |
|---|-------|------|
| Sí  | 4     | 6%   |
| No  | 65    | 94%  |
| Total   | 69    | 100% |

Apenas el 6% de los estudios indicaba que se había medido el tiempo necesario por los usuarios para aprender a realizar tareas básicas con la herramienta. El resto de los artículos no indicaba que se hubiera medido este lapso de tiempo.

Teniendo en cuenta que casi el 100% de los datos corresponden a la opción 'No', ninguno de los análisis en función de los parámetros de la información general aporta información significativa.

## Tolerancia a Errores:

En cuanto a la caracterización de la tolerancia a errores:

| Tolerancia a Errores                | Sí |     | No |     | N/A |     |
|-------------------------------------|----|-----|----|-----|-----|-----|
|                                     | #  | %   | #  | %   | #   | %   |
| Facilidad para arreglar errores     | 0  | 0%  | 42 | 61% | 27  | 39% |
| Warnings previos al error           | 1  | 2%  | 27 | 39% | 41  | 59% |
| Warnings posteriores al error       | 19 | 27% | 17 | 25% | 33  | 48% |
| Funcionalidades para evitar errores | 2  | 3%  | 26 | 38% | 41  | 59% |

Podemos ver que la mayoría de los estudios analizados no hacen referencia a este tipo de información (salvo por los mensajes posteriores al error) bien porque el autor no lo considere relevante, bien porque no se quiera entrar en detalles sobre el funcionamiento de la herramienta o bien porque no existan ninguna de estas capacidades en dichas herramientas.

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones

| Combinación de Interacciones | Post-error Warnings |         |         |
|------------------------------|---------------------|---------|---------|
|                              | Sí                  | No      | N/A     |
| SI + UCI (63%)               | 39%(17)             | 25%(11) | 36%(16) |
| SI (13%)                     | 11%(1)              | 22%(2)  | 67%(6)  |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)               | 14%(1)  | 86%(6)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)               | 67%(2)  | 33%(1)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)              | 33%(1)  | 33%(1)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)               | 0%(0)   | 100%(2) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)               | 0%(0)   | 100%(1) |

Se observa que los mensajes posteriores al error (o post-error warnings) son el método más utilizado para ofrecer información sobre el error a los alumnos. Podemos ver que las evaluaciones de herramientas que combinan interacciones SI y UCI utilizan bastante este método de comunicación con el estudiante, mientras que las evaluaciones de herramientas con interacciones SI más QBI no lo utilizan.

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Post-error Warnings |        |         |
|---|---------------------|--------|---------|
|   | Sí                  | No     | N/A     |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 38%(8)              | 5%(1)  | 57%(12) |
| Algoritmos (28%)                          | 21%(4)              | 42%(8) | 37%(7)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 46%(5)              | 27%(3) | 27%(3)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 33%(2)              | 33%(2) | 33%(2)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)               | 33%(1) | 67%(2)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)               | 67%(2) | 33%(1)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)               | 0%(0)  | 100%(2) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)               | 0%(0)  | 100%(2) |
| Otros (3%)                                | 0%(0)               | 0%(0)  | 100%(2) |

En cuanto a las áreas de conocimiento, las cuatro más importantes usan los mensajes post-error para dar *feedback* a los alumnos, si bien se aprecia que las evaluaciones de herramientas de Teoría de Autómata y de Lenguajes de Programación, lo utilizan en mayor medida que las de Algoritmos y Bases de Datos.



## Conclusiones del Estudio

Según los datos que hemos analizado en este trabajo podemos decir que:

- El número de estudios sobre la usabilidad de herramientas informáticas educativas aún es bajo (34%) en comparación con el total de herramientas informáticas educativas que se publican en SIGCSE; aunque se aprecia una tendencia al alza desde el año 2003.
- Hay aspectos que se miden prácticamente siempre, como la satisfacción del usuario (86%), y otros aspectos como la eficiencia (13%) o la facilidad de aprendizaje (6%) que no se miden casi nunca. Obviamente, medir la satisfacción del usuario es bastante más sencillo que medir la eficiencia o la facilidad de aprendizaje.
- La eficacia y la satisfacción del usuario son aspectos que siempre están presentes en las evaluaciones de usabilidad. O bien se usan los dos aspectos (56%) o cuando uno de ellos no se usa, entonces se mide el otro y viceversa. En cambio, el tercero de los tres aspectos principales de la usabilidad, la eficiencia, se mide en muy pocas ocasiones. Probablemente, por las complicaciones operativas que se plantean para realizar este tipo de medida en las evaluaciones.
- De los dos aspectos secundarios, que definimos como parte de la usabilidad, la tolerancia a errores sí que se tiene en cuenta en bastantes evaluaciones, aproximadamente el 30% aunque sólo de forma cualitativa, mientras que la facilidad de aprendizaje prácticamente no aparece en ningún estudio.
- Es importante destacar que Estado Unidos es el país en el que se publican más evaluaciones de herramientas educativas (más del 50% de los analizados), esto es normal ya que ACM es una organización estadounidense.
- Las herramientas educativas de Lenguajes de Programación son las que más se evalúan (30%) seguidas de las de Algoritmos (28%).
- La mayoría de las herramientas permiten la combinación de interacciones SI más UCI (63%) y sobre todo se utilizan para realizar ejercicios o asignaciones de laboratorio (89%).
- Prácticamente todas las herramientas educativas se utilizan en el ámbito universitario.
- Sólomente 10 evaluaciones de herramientas educativas utilizaban una taxonomía de aprendizaje en su método de medida de la eficacia.
- El área de Lenguajes de Programación es la que más utiliza los métodos de evaluación de la eficacia (cuestionarios, tests y entrevistas). Además, es prácticamente la única que usa entrevistas y la que más emplea los test.
- En el 27% de los estudios no se hace referencia a si los resultados obtenidos son significativos o no. Probablemente, porque los resultados no estaban basados en experimentos rigurosos, sino más bien en observaciones o experimentos no formales, por lo que los resultados se podrían poner en duda.
- Las evaluaciones de herramientas educativas en el área de los Lenguajes de Programación obtienen resultados significativos en el 67% de las ocasiones.
- Respecto a la satisfacción del usuario, las preguntas que más suelen hacerse a los alumnos son acerca de la utilidad de la herramienta (65%) y la facilidad de uso. Las que no se hacen prácticamente nunca son las relacionadas con el grado de interés por la materia y con el uso voluntario de la herramienta.

- En América y en Oceanía existe un mayor interés por conocer la opinión del usuario respecto a la utilidad del sistema, mientras que en Europa se presta más atención a si al usuario le gusta la herramienta.
- Las evaluaciones de herramientas que combinan interacciones SI y QBI preguntan mucho a los alumnos acerca de la utilidad, de la eficacia y de la facilidad de uso de la herramienta. En cambio, cuando hablamos sobre la facilidad de aprendizaje y uso voluntario, los alumnos que utilizan herramientas de tipo SI son los más consultados.
- El área de los Lenguajes de Programación y el de la Teoría de Autómata muestran un alto interés por la opinión de los alumnos acerca de la utilidad de la herramienta, mientras que el área de conocimiento de las Bases de Datos apenas lo hace. En cambio, cuando hablamos de si a los alumnos les gusta la herramienta son las evaluaciones en torno al área de Base de Datos las que destacan por encima de las demás, mientras que en el área de Lenguajes de Programación, ninguna evaluación ha tenido en cuenta esta cuestión.
- Respecto a la forma de evaluar la satisfacción del usuario, existe una cierta uniformidad en los valores de las distintas áreas de conocimiento. La única que tiene un valor un poco más bajo es el área de Teoría de Autómata, que utiliza los cuestionarios ligeramente menos que el resto. Las entrevistas son más utilizadas en el ámbito de los Lenguajes de Programación y en el de Teoría de Autómata.
- En Europa el uso de los logs del sistema es bastante mayor (32%) que en América, donde sólo el 10% de las evaluaciones hace uso de ellos.
- Las evaluaciones de herramientas de Bases de Datos usan los logs del sistema para verificar el uso real de la herramienta, mientras que el resto de áreas de conocimiento apenas lo hace.
- En cuanto a la tolerancia a errores, los mensajes post-error son el método más utilizado para ofrecer *feedback* sobre el error a los alumnos. Este método es el más utilizado en las evaluaciones de herramientas que combinan interacciones SI y UCI. Las evaluaciones de herramientas de Teoría de Autómata y de Lenguajes de Programación utilizan en mayor medida los mensajes post-error que las de Algoritmos y Bases de Datos.

## Trabajos futuros

Este trabajo podría continuar y ampliarse en un futuro. Algunos de los aspectos que se podrían desarrollar son:

- Ampliar el ámbito de investigación a otras publicaciones de otras organizaciones, por ejemplo IEEE o alguna organización europea.
- Ampliar el rango del estudio a publicaciones de SIGCSE Bulletin anteriores al año 1996.
- Continuar el estudio con los próximos SIGCSE *Bulletins*, para comprobar si varían o no, y de qué manera, los parámetros analizados. Sobre todo sería interesante verificar si la tendencia al alza en el porcentaje de herramientas evaluadas se mantiene.
- Realizar este mismo estudio con alguna herramienta de análisis de información.

## Referencias

- [1] Nielsen, J., *Usability Engineering*. Academic Press, 1993. ISBN 0-12-518406-9.
- [2] Stone, D., Jarrett, C., Woodroffe, M., Minocha, S., *User Interface Design and Evaluation*. The Open University, Elsevier, 2005. ISBN 0-12-088436-4.
- [3] Keeves, J.P., *Educational Research, Methodology and Measurement: An International Handbook*. Elsevier Science, 1997. ISBN 0-08-042710-3.
- [4] Randolph, J., Bednarik, R., Silander, P., González, J., Myller, N., Sutinen, E., *A Critical Analysis of the Research Methodologies Reported in the Full Papers of the Proceedings of ICALT 2004*. Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2005), 2005.
- [5] Hundhausen, C.D., Douglas, S.A., Stasko, J.T. . *A Meta-Study of Algorithm Visualization Effectiveness*. J. Vis. Lang. Comput. 13(3): 259-290, 2002.
- [6] Kerren, A., Ebert, A., Meyer, J. . *Human-Centered Visualization Environments. Chapter 2*. Springer-Verlag, 2007.
- [7] ACM. Association for Computing Machinery. [www.acm.org](http://www.acm.org).
- [8] SIGCSE. Special Interest Group on Computer Science and Education. [www.sigcse.org](http://www.sigcse.org).
- [9] IEEE Education Society. [www.ewh.ieee.org/soc/es/index.html](http://www.ewh.ieee.org/soc/es/index.html).
- [10] IEEE Technical Committee on Learning Technology (LTTC). <http://lfff.ieee.org/>
- [11] Real Academia de la Lengua. Vigésimo segunda edición. [http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO\\_BUS=3&LEMA=usabilidad](http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=usabilidad).
- [12] J. Bennet. Managing to meet usability requirements. In J. Bennet, D. Case, J. Sandelin, and M. Smith, editors, *Visual Display Terminals: Usability Issues and Health concerns*. Prentice-Hall, 1984.
- [13] W. Quesenbery. The Five dimensions of Usability. In *Content and Complexity: Information Design in Technical Communication*. Lawrence Erlbaum Associates, 2003.
- [14] ISO. *ISO 9241: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability*, 1998.
- [15] J. D. Gould and C. Lewis. *Designing for usability: key principles and what designers think*. *Commun. ACM*, 28(3):300-311, 1985.

# Anexos

## Anexo I: Resultados Completos

### Análisis Global:

| Eficacia | Eficiencia | Satisf. Usuario | Fac. de Aprend | Tol. Errores | #  | %      |
|----------|------------|-----------------|----------------|--------------|----|--------|
| Sí       | No         | Sí              | No             | No           | 22 | 31,88% |
| No       | No         | Sí              | No             | No           | 13 | 18,84% |
| Sí       | No         | Sí              | No             | Sí           | 9  | 13,04% |
| No       | No         | Sí              | No             | Sí           | 7  | 10,14% |
| Sí       | No         | No              | No             | No           | 4  | 5,80%  |
| Sí       | Sí         | Sí              | No             | No           | 4  | 5,80%  |
| Sí       | No         | No              | No             | Sí           | 3  | 4,35%  |
| Sí       | Sí         | Sí              | Sí             | No           | 2  | 2,90%  |
| Sí       | Sí         | No              | No             | No           | 2  | 2,90%  |
| Sí       | Sí         | No              | No             | Sí           | 1  | 1,45%  |
| Sí       | No         | Sí              | Sí             | No           | 1  | 1,45%  |
| No       | No         | Sí              | Sí             | No           | 1  | 1,45%  |
|          |            |                 |                |              | 69 | 100%   |

### Información General:

Análisis temporal:

| Año  | Htas. Evaluadas | Total Htas. | % Htas. Evaluadas por Año |
|------|-----------------|-------------|---------------------------|
| 1996 | 6               | 21          | 28,57%                    |
| 1997 | 5               | 20          | 25,00%                    |
| 1998 | 2               | 16          | 12,50%                    |
| 1999 | 5               | 24          | 20,83%                    |
| 2000 | 5               | 20          | 25,00%                    |
| 2001 | 4               | 12          | 33,33%                    |
| 2002 | 3               | 17          | 17,65%                    |
| 2003 | 3               | 5           | 60,00%                    |
| 2004 | 7               | 14          | 50,00%                    |
| 2005 | 4               | 7           | 57,14%                    |
| 2006 | 20              | 31          | 64,52%                    |
| 2007 | 5               | 14          | 35,71%                    |

Datos sobre la zona geográfica de procedencia de la organización a la que pertenece el primer autor de cada artículo:

| Zona Geográfica | #  | %      |
|-----------------|----|--------|
| América         | 45 | 65,22% |
| Europa          | 19 | 27,54% |
| Oceanía         | 3  | 4,35%  |
| Asia            | 2  | 2,90%  |
| Total           | 69 | 100%   |

Datos sobre el país de procedencia de la organización a la que pertenece el primer autor de cada artículo:

| <b>País de Procedencia</b> | <b>#</b> | <b>%</b> |
|----------------------------|----------|----------|
| EE.UU.                     | 42       | 60,87%   |
| Reino Unido                | 5        | 7,25%    |
| Alemania                   | 4        | 5,80%    |
| Irlanda                    | 3        | 4,35%    |
| Australia                  | 2        | 2,90%    |
| Canadá                     | 2        | 2,90%    |
| Bélgica                    | 1        | 1,45%    |
| Brasil                     | 1        | 1,45%    |
| Dinamarca                  | 1        | 1,45%    |
| Finlandia                  | 1        | 1,45%    |
| Grecia                     | 1        | 1,45%    |
| Japón                      | 1        | 1,45%    |
| Nueva Zelanda              | 1        | 1,45%    |
| Noruega                    | 1        | 1,45%    |
| Pakistán                   | 1        | 1,45%    |
| Portugal                   | 1        | 1,45%    |
| España                     | 1        | 1,45%    |
| Total                      | 69       | 100,00%  |

Datos sobre el tipo de interacción que permite la herramienta:

| <b>Tipo de Interacción</b> | <b>Sí</b> |          | <b>No</b> |          | <b>N/A</b> |          |
|----------------------------|-----------|----------|-----------|----------|------------|----------|
|                            | <b>#</b>  | <b>%</b> | <b>#</b>  | <b>%</b> | <b>#</b>   | <b>%</b> |
| SI                         | 69        | 100%     | 0         | 0%       | 0          | 0%       |
| QBI                        | 13        | 19%      | 54        | 78%      | 2          | 3%       |
| ABI                        | 6         | 9%       | 61        | 88%      | 2          | 3%       |
| UCI                        | 51        | 74%      | 18        | 26%      | 0          | 0%       |

Datos por combinaciones de las interacciones:

| <b>SI</b> | <b>UCI</b> | <b>QBI</b> | <b>ABI</b> | <b>#</b> | <b>%</b> |
|-----------|------------|------------|------------|----------|----------|
| Yes       | Yes        | No o N/A   | No o N/A   | 44       | 63%      |
| Yes       | No         | No         | No         | 9        | 13%      |
| Yes       | No         | Yes        | No         | 7        | 10%      |
| Yes       | Yes        | No         | Yes        | 3        | 4,5%     |
| Yes       | Yes        | Yes        | No         | 3        | 4,5%     |
| Yes       | No         | Yes        | Yes        | 2        | 3%       |
| Yes       | Yes        | Yes        | Yes        | 1        | 1%       |
|           |            |            |            | 69       | 100%     |

Datos del área de conocimiento:

| Área de Conocimiento                | #  | %      |
|-------------------------------------|----|--------|
| Lenguajes de Programación           | 21 | 30,43% |
| Algoritmos                          | 19 | 27,54% |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes | 11 | 15,94% |
| Bases de Datos                      | 6  | 8,70%  |
| Sistemas Operativos                 | 3  | 4,35%  |
| Arquitectura de Computadores        | 3  | 4,35%  |
| Otros                               | 2  | 2,90%  |
| Inteligencia Artificial             | 2  | 2,90%  |
| Ingeniería del Software             | 2  | 2,90%  |
| Total                               | 69 | 100%   |

Datos referentes al ámbito académico en el que se usan las herramientas informáticas educativas:

| Ámbito Académico | #  | %      |
|------------------|----|--------|
| Universidad      | 65 | 94,20% |
| Instituto        | 2  | 2,90%  |
| Profesional      | 1  | 1,45%  |
| N/A              | 1  | 1,45%  |
| Total            | 69 | 100%   |

Datos de los 'Escenarios de Uso':

| Escenarios de Uso         | Sí |     | No |     |
|---------------------------|----|-----|----|-----|
|                           | #  | %   | #  | %   |
| Ayuda a la Explicación    | 27 | 39% | 42 | 61% |
| Ejercicios y Laboratorios | 57 | 83% | 12 | 17% |
| Uso Voluntario            | 9  | 13% | 59 | 87% |

Si agrupamos los datos por Área Geográfica

| Área Geográfica | Ayuda a la Explicación |         |
|-----------------|------------------------|---------|
|                 | Sí                     | No      |
| América (65%)   | 38%(17)                | 62%(28) |
| Europa (28%)    | 37%(7)                 | 63%(12) |
| Oceanía (4%)    | 67%(2)                 | 33%(1)  |
| Asia (3%)       | 50%(1)                 | 50%(1)  |

| Área Geográfica | Ejercicios y Laboratorios |        |
|-----------------|---------------------------|--------|
|                 | Sí                        | No     |
| América (65%)   | 85%(38)                   | 15%(7) |
| Europa (28%)    | 79%(15)                   | 21%(4) |
| Oceanía (4%)    | 100%(3)                   | 0%(0)  |
| Asia (3%)       | 50%(1)                    | 50%(1) |

| Área Geográfica | Uso Voluntario |         |
|-----------------|----------------|---------|
|                 | Sí             | No      |
| América (65%)   | 11%(5)         | 89%(40) |
| Europa (28%)    | 16%(3)         | 84%(12) |
| Oceanía (4%)    | 33%(1)         | 67%(2)  |
| Asia (3%)       | 0%(0)          | 100%(2) |

Si agrupamos los datos por Tipo de Interacción

| Tipo de Interacción | Ayuda a la Explicación |         |
|---------------------|------------------------|---------|
|                     | Sí                     | No      |
| SI (100%)           | 39%(27)                | 61%(42) |
| QBI (19%)           | 46%(6)                 | 54%(7)  |
| ABI (9%)            | 33%(2)                 | 67%(4)  |
| UCI (74%)           | 35%(18)                | 65%(33) |

| Tipo de Interacción | Ejercicios y Laboratorios |         |
|---------------------|---------------------------|---------|
|                     | Sí                        | No      |
| SI (100%)           | 83%(57)                   | 17%(12) |
| QBI (19%)           | 77%(10)                   | 23%(3)  |
| ABI (9%)            | 100%(6)                   | 0%(0)   |
| UCI (74%)           | 88%(45)                   | 12%(6)  |

| Tipo de Interacción | Uso Voluntario |          |
|---------------------|----------------|----------|
|                     | Sí             | No       |
| SI (100%)           | 13%(9)         | 87%(60)  |
| QBI (19%)           | 0%(0)          | 13%(100) |
| ABI (9%)            | 17%(1)         | 83%(5)   |
| UCI (74%)           | 16%(8)         | 84%(43)  |

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones

| Combinación de Interacciones | Ayuda a la Explicación |         |
|------------------------------|------------------------|---------|
|                              | Sí                     | No      |
| SI + UCI (63%)               | 34%(15)                | 66%(29) |
| SI (13%)                     | 44%(4)                 | 56%(5)  |
| SI + QBI (10%)               | 71%(5)                 | 29%(2)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 33%(1)                 | 67%(2)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 67%(2)                 | 33%(1)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)                  | 100%(2) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)                  | 100%(1) |

| Combinación de Interacciones | Ejercicios y Laboratorios |        |
|------------------------------|---------------------------|--------|
|                              | Sí                        | No     |
| SI + UCI (63%)               | 89%(39)                   | 11%(5) |
| SI (13%)                     | 56%(5)                    | 44%(4) |
| SI + QBI (10%)               | 71%(5)                    | 29%(2) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 67%(2)                    | 33%(1) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 100%(3)                   | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 100%(2)                   | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 100%(1)                   | 0%(0)  |

| Combinación de Interacciones | Uso Voluntario |         |
|------------------------------|----------------|---------|
|                              | Sí             | No      |
| SI + UCI (63%)               | 16%(7)         | 84%(37) |
| SI (13%)                     | 11%(1)         | 89%(8)  |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)          | 100%(7) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)          | 100%(3) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)         | 67%(2)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)          | 100%(2) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)          | 100%(1) |



Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Ayuda a la Explicación |         |
|---|------------------------|---------|
|   | Sí                     | No      |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 33%(7)                 | 67%(14) |
| Algoritmos (28%)                          | 42%(8)                 | 58%(11) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 36%(4)                 | 64%(7)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 50%(3)                 | 50%(3)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 67%(2)                 | 33%(1)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 33%(1)                 | 67%(2)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 50%(1)                 | 50%(1)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)                 | 50%(1)  |
| Otros (3%)                                | 0%(0)                  | 100%(2) |

| Área de Conocimiento                      | Ejercicios y Laboratorios |        |
|---|---------------------------|--------|
|   | Sí                        | No     |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 86%(18)                   | 14%(3) |
| Algoritmos (28%)                          | 79%(15)                   | 21%(4) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 100%(11)                  | 0%(0)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 100%(6)                   | 0%(0)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 33%(1)                    | 67%(2) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 100%(3)                   | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 50%(1)                    | 50%(1) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)                    | 50%(1) |
| Otros (3%)                                | 50%(1)                    | 50%(1) |

| Área de Conocimiento                      | Uso Voluntario |         |
|---|----------------|---------|
|   | Sí             | No      |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 5%(1)          | 95%(20) |
| Algoritmos (28%)                          | 5%(1)          | 95%(18) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 27%(3)         | 73%(8)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 50%(3)         | 50%(3)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)          | 100%(3) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)          | 100%(3) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 50%(1)         | 50%(1)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)          | 100%(2) |
| Otros (3%)                                | 0%(0)          | 100%(2) |

## Eficacia:

Los resultados de los artículos analizados muestran que:

| Cuestionarios | #  | %    |
|---------------|----|------|
| Sí            | 13 | 19%  |
| No            | 55 | 80%  |
| N/A           | 1  | 1%   |
| Total         | 69 | 100% |

| Tests | #  | %    |
|-------|----|------|
| Sí    | 35 | 51%  |
| No    | 33 | 48%  |
| N/A   | 1  | 1%   |
| Total | 69 | 100% |

| Entrevistas | #  | %    |
|-------------|----|------|
| Sí          | 6  | 10%  |
| No          | 62 | 88%  |
| N/A         | 1  | 1%   |
| Total       | 69 | 100% |

Si agrupamos los datos por Área Geográfica

| Área Geográfica | Cuestionarios |         |       |
|-----------------|---------------|---------|-------|
|                 | Sí            | No      | N/A   |
| América (65%)   | 20%(9)        | 78%(35) | 2%(1) |
| Europa (28%)    | 21%(4)        | 79%(15) | 0%(0) |
| Oceanía (4%)    | 0%(0)         | 100%(3) | 0%(0) |
| Asia (3%)       | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0) |

| Área Geográfica | Tests   |         |       |
|-----------------|---------|---------|-------|
|                 | Sí      | No      | N/A   |
| América (65%)   | 51%(23) | 47%(21) | 2%(1) |
| Europa (28%)    | 42%(8)  | 58%(11) | 0%(0) |
| Oceanía (4%)    | 67%(2)  | 33%(1)  | 0%(0) |
| Asia (3%)       | 100%(2) | 0%(0)   | 0%(0) |

| Área Geográfica | Entrevistas |         |       |
|-----------------|-------------|---------|-------|
|                 | Sí          | No      | N/A   |
| América (65%)   | 5%(2)       | 93%(42) | 2%(1) |
| Europa (28%)    | 16%(3)      | 84%(16) | 0%(0) |
| Oceanía (4%)    | 33%(1)      | 67%(2)  | 0%(0) |
| Asia (3%)       | 50%(1)      | 50%(1)  | 0%(0) |

Si agrupamos los datos por Tipo de Interacción

| Tipo de Interacción | Cuestionarios |         |         |
|---------------------|---------------|---------|---------|
|                     | Sí            | No      | N/A     |
| SI (100%)           | 19%(13)       | 80%(55) | 1%(1)   |
| QBI (19%)           | 46%(6)        | 54%(7)  | 0%(0)   |
| ABI (9%)            | 33%(2)        | 67%(4)  | 100%(0) |
| UCI (74%)           | 18%(9)        | 80%(41) | 2%(1)   |

| Tipo de Interacción | Tests   |         |       |
|---------------------|---------|---------|-------|
|                     | Sí      | No      | N/A   |
| SI (100%)           | 51%(35) | 48%(33) | 1%(1) |
| QBI (19%)           | 62%(8)  | 38%(5)  | 0%(0) |
| ABI (9%)            | 50%(3)  | 50%(3)  | 0%(0) |
| UCI (74%)           | 47%(24) | 51%(26) | 2%(1) |

| Tipo de Interacción | Entrevistas |          |       |
|---------------------|-------------|----------|-------|
|                     | Sí          | No       | N/A   |
| SI (100%)           | 10%(7)      | 89%(61)  | 1%(1) |
| QBI (19%)           | 0%(0)       | 100%(13) | 0%(0) |
| ABI (9%)            | 17%(1)      | 83%(5)   | 0%(0) |
| UCI (74%)           | 10%(5)      | 88%(45)  | 2%(1) |

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones

| Combinación de Interacciones | Cuestionarios |         |       |
|------------------------------|---------------|---------|-------|
|                              | Sí            | No      | N/A   |
| SI + UCI (63%)               | 14%(6)        | 84%(37) | 2%(1) |
| SI (13%)                     | 0%(0)         | 100%(9) | 0%(0) |
| SI + QBI (10%)               | 57%(4)        | 43%(3)  | 0%(0) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 33%(1)        | 67%(2)  | 0%(0) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)        | 67%(2)  | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 100%(1)       | 0%(0)   | 0%(0) |

| Combinación de Interacciones | Tests   |         |       |
|------------------------------|---------|---------|-------|
|                              | Sí      | No      | N/A   |
| SI + UCI (63%)               | 48%(21) | 50%(22) | 2%(1) |
| SI (13%)                     | 67%(6)  | 33%(3)  | 0%(0) |
| SI + QBI (10%)               | 43%(3)  | 57%(4)  | 0%(0) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 67%(2)  | 33%(1)  | 0%(0) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 0%(0)   | 100%(3) | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 100%(2) | 0%(0)   | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 100%(1) | 0%(0)   | 0%(0) |

| Combinación de Interacciones | Entrevistas |         |       |
|------------------------------|-------------|---------|-------|
|                              | Sí          | No      | N/A   |
| SI + UCI (63%)               | 9%(4)       | 89%(39) | 2%(1) |
| SI (13%)                     | 22%(2)      | 78%(7)  | 0%(0) |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)       | 100%(7) | 0%(0) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)       | 100%(3) | 0%(0) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)      | 67%(2)  | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)       | 100%(2) | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)       | 100%(1) | 0%(0) |

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Cuestionarios |         |       |
|---|---------------|---------|-------|
|   | Sí            | No      | N/A   |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 29%(6)        | 71%(15) | 0%(0) |
| Algoritmos (28%)                          | 5%(1)         | 95%(18) | 0%(0) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 9%(1)         | 82%(9)  | 9%(1) |
| Bases de Datos (9%)                       | 33%(2)        | 67%(4)  | 0%(0) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)         | 100%(3) | 0%(0) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)         | 100%(3) | 0%(0) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 100%(2)       | 0%(0)   | 0%(0) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0) |
| Otros (3%)                                | 50%(1)        | 50%(1)  | 0%(0) |

| Área de Conocimiento                      | Tests   |         |       |
|---|---------|---------|-------|
|   | Sí      | No      | N/A   |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 71%(15) | 29%(6)  | 0%(0) |
| Algoritmos (28%)                          | 53%(10) | 47%(9)  | 0%(0) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 36%(4)  | 55%(6)  | 9%(1) |
| Bases de Datos (9%)                       | 33%(2)  | 67%(4)  | 0%(0) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 67%(2)  | 33%(1)  | 0%(0) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 33%(1)  | 67%(2)  | 0%(0) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)   | 100%(2) | 0%(0) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)  | 50%(1)  | 0%(0) |
| Otros (3%)                                | 0%(0)   | 100%(2) | 0%(0) |

| Área de Conocimiento                      | Entrevistas |          |       |
|---|-------------|----------|-------|
|   | Sí          | No       | N/A   |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 14%(3)      | 86%(18)  | 0%(0) |
| Algoritmos (28%)                          | 0%(0)       | 100%(19) | 0%(0) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 0%(0)       | 91%(10)  | 9%(1) |
| Bases de Datos (9%)                       | 0%(0)       | 100%(6)  | 0%(0) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 33%(1)      | 67%(2)   | 0%(0) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 33%(1)      | 67%(2)   | 0%(0) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 50%(1)      | 50%(1)   | 0%(0) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)       | 100%(2)  | 0%(0) |
| Otros (3%)                                | 50%(1)      | 50%(1)   | 0%(0) |

Tipo de aprendizaje:

| Tipo de Aprendizaje | #  | %    |
|---------------------|----|------|
| Final               | 36 | 52%  |
| Diferencial         | 10 | 15%  |
| N/A                 | 23 | 33%  |
| Total               | 69 | 100% |

Si agrupamos los datos por Área Geográfica

| Área Geográfica | Tipo de Aprendizaje |             |         |
|-----------------|---------------------|-------------|---------|
|                 | Final               | Diferencial | N/A     |
| América (65%)   | 44%(20)             | 18%(8)      | 38%(17) |
| Europa (28%)    | 58%(11)             | 10%(2)      | 32%(6)  |
| Oceanía (4%)    | 100%(2)             | 0%(0)       | 0%(0)   |
| Asia (3%)       | 100%(3)             | 0%(0)       | 0%(0)   |

Si agrupamos los datos por Tipo de Interacción

| Tipo de Interacción | Tipo de Aprendizaje |             |         |
|---------------------|---------------------|-------------|---------|
|                     | Final               | Diferencial | N/A     |
| SI (100%)           | 52%(36)             | 15%(10)     | 33%(23) |
| QBI (19%)           | 62%(8)              | 15%(2)      | 23%(3)  |
| ABI (9%)            | 66%(4)              | 17%(1)      | 17%(1)  |
| UCI (74%)           | 47%(24)             | 16%(8)      | 37%(19) |

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones

| Combinación de Interacciones | Tipo de Aprendizaje |             |         |
|------------------------------|---------------------|-------------|---------|
|                              | Final               | Diferencial | N/A     |
| SI + UCI (63%)               | 45%(20)             | 16%(7)      | 39%(17) |
| SI (13%)                     | 67%(6)              | 11%(1)      | 22%(2)  |
| SI + QBI (10%)               | 71%(5)              | 0%(0)       | 29%(2)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 33%(1)              | 33%(1)      | 34%(1)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 67%(2)              | 0%(0)       | 33%(1)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 50%(1)              | 50%(1)      | 0%(0)   |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 100%(1)             | 0%(0)       | 0%(0)   |

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Tipo de Aprendizaje |             |         |
|---|---------------------|-------------|---------|
|   | Final               | Diferencial | N/A     |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 57%(12)             | 24%(5)      | 19%(4)  |
| Algoritmos (28%)                          | 42%(8)              | 16%(3)      | 42%(8)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 36%(4)              | 9%(1)       | 55%(26) |
| Bases de Datos (9%)                       | 50%(3)              | 0%(0)       | 50%(3)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 100%(3)             | 0%(0)       | 0%(0)   |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 67%(2)              | 0%(0)       | 33%(1)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 100%(2)             | 0%(0)       | 0%(0)   |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)               | 50%(1)      | 50%(1)  |
| Otros (3%)                                | 100%(2)             | 0%(0)       | 0%(0)   |

Pre-test realizado:

| Tipo de Aprendizaje | Pre-Test | #  |
|---------------------|----------|----|
| Final               | No       | 36 |
| Diferencial         | Sí       | 10 |
| N/A                 | N/A      | 23 |

Resultados significativos:

| <b>Resultados Significativos</b> | <b>#</b> | <b>%</b> |
|----------------------------------|----------|----------|
| Sí                               | 35       | 51%      |
| No                               | 10       | 14%      |
| N/A                              | 24       | 35%      |
| Total                            | 69       | 100%     |

Si agrupamos los datos por Área Geográfica

| <b>Área Geográfica</b> | <b>Resultados Significativos</b> |        |         |
|------------------------|----------------------------------|--------|---------|
|                        | Sí                               | No     | N/A     |
| América (65%)          | 49%(22)                          | 11%(5) | 40%(18) |
| Europa (28%)           | 47%(9)                           | 21%(4) | 32%(6)  |
| Oceanía (4%)           | 100%(3)                          | 0%(0)  | 0%(0)   |
| Asia (3%)              | 50%(1)                           | 50%(1) | 0%(0)   |

Si agrupamos los datos por Tipo de Interacción

| <b>Tipo de Interacción</b> | <b>Resultados Significativos</b> |         |         |
|----------------------------|----------------------------------|---------|---------|
|                            | Sí                               | No      | N/A     |
| SI (100%)                  | 51%(35)                          | 14%(10) | 35%(24) |
| QBI (19%)                  | 69%(9)                           | 8%(1)   | 23%(3)  |
| ABI (9%)                   | 66%(4)                           | 17%(1)  | 17%(1)  |
| UCI (74%)                  | 51%(26)                          | 14%(7)  | 35%(18) |

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones

| <b>Combinación de Interacciones</b> | <b>Resultados Significativos</b> |        |         |
|-------------------------------------|----------------------------------|--------|---------|
|                                     | Sí                               | No     | N/A     |
| SI + UCI (63%)                      | 45%(20)                          | 16%(7) | 39%(17) |
| SI (13%)                            | 44%(4)                           | 22%(2) | 33%(3)  |
| SI + QBI (10%)                      | 57%(4)                           | 0%(0)  | 43%(3)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)               | 100%(3)                          | 0%(0)  | 0%(0)   |
| SI + ABI + UCI (4,5%)               | 67%(2)                           | 0%(0)  | 33%(1)  |
| SI + QBI + ABI (3%)                 | 50%(1)                           | 50%(1) | 0%(0)   |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)           | 100%(1)                          | 0%(0)  | 0%(0)   |

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| <b>Área de Conocimiento</b>               | <b>Resultados Significativos</b> |        |        |
|---|----------------------------------|--------|--------|
|   | Sí                               | No     | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 67%(14)                          | 14%(3) | 19%(4) |
| Algoritmos (28%)                          | 32%(6)                           | 21%(4) | 47%(9) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 27%(3)                           | 27%(3) | 46%(5) |
| Bases de Datos (9%)                       | 50%(3)                           | 0%(0)  | 50%(3) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 67%(2)                           | 0%(0)  | 33%(1) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 67%(2)                           | 0%(0)  | 33%(1) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 100%(2)                          | 0%(0)  | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)                           | 0%(0)  | 50%(1) |
| Otros (3%)                                | 100%(2)                          | 0%(0)  | 0%(0)  |

Resultados significativos positivos:

| Resultados Significativos | Resultados Positivos | #  |
|---------------------------|----------------------|----|
| N/A                       | N/A                  | 24 |
| No                        | N/A                  | 9  |
| No                        | No                   | 1  |
| Sí                        | Sí                   | 35 |

## Eficiencia:

Comprobamos si en los artículos se indicaba el tiempo de estudio y el tiempo de examen empleado por los alumnos:

| Tiempo Estudio | #  | %    |
|----------------|----|------|
| No             | 64 | 93%  |
| Sí             | 5  | 7%   |
| Total          | 69 | 100% |

| Tiempo Examen | #  | %    |
|---------------|----|------|
| No            | 62 | 90%  |
| Sí            | 7  | 10%  |
| Total         | 69 | 100% |

Si agrupamos los datos por Área Geográfica

| Área Geográfica | Tiempo de Estudio Individual |         |
|-----------------|------------------------------|---------|
|                 | Sí                           | No      |
| América (65%)   | 7%(3)                        | 93%(42) |
| Europa (28%)    | 11%(2)                       | 89%(17) |
| Oceanía (4%)    | 0%(0)                        | 100%(3) |
| Asia (3%)       | 0%(0)                        | 100%(2) |

| Área Geográfica | Tiempo de Examen Individual |         |
|-----------------|-----------------------------|---------|
|                 | Sí                          | No      |
| América (65%)   | 13%(6)                      | 87%(39) |
| Europa (28%)    | 5%(1)                       | 95%(18) |
| Oceanía (4%)    | 0%(0)                       | 100%(3) |
| Asia (3%)       | 0%(0)                       | 100%(2) |

Si agrupamos los datos por Tipo de Interacción

| Tipo de Interacción | Tiempo de Estudio Individual |         |
|---------------------|------------------------------|---------|
|                     | Sí                           | No      |
| SI (100%)           | 7%(5)                        | 93%(64) |
| QBI (19%)           | 15%(2)                       | 85%(11) |
| ABI (9%)            | 33%(2)                       | 67%(4)  |
| UCI (74%)           | 6%(3)                        | 94%(48) |

| Tipo de Interacción | Tiempo de Examen Individual |         |
|---------------------|-----------------------------|---------|
|                     | Sí                          | No      |
| SI (100%)           | 10%(7)                      | 90%(62) |
| QBI (19%)           | 23%(3)                      | 77%(10) |
| ABI (9%)            | 17%(1)                      | 83%(5)  |
| UCI (74%)           | 8%(4)                       | 92%(47) |

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones

| Combinación de Interacciones | Tiempo de Estudio Individual |         |
|------------------------------|------------------------------|---------|
|                              | Sí                           | No      |
| SI + UCI (63%)               | 5%(2)                        | 95%(42) |
| SI (13%)                     | 0%(0)                        | 100%(9) |
| SI + QBI (10%)               | 14%(1)                       | 86%(6)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)                        | 100%(3) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)                       | 67%(2)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 50%(1)                       | 50%(1)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)                        | 100%(1) |

| Combinación de Interacciones | Tiempo de Examen Individual |         |
|------------------------------|-----------------------------|---------|
|                              | Sí                          | No      |
| SI + UCI (63%)               | 7%(3)                       | 93%(41) |
| SI (13%)                     | 11%(1)                      | 89%(8)  |
| SI + QBI (10%)               | 14%(1)                      | 86%(6)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 33%(1)                      | 67%(2)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 0%(0)                       | 100%(3) |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 50%(1)                      | 50%(1)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)                       | 100%(1) |

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Tiempo de Estudio Individual |          |       |
|---|------------------------------|----------|-------|
|   | Sí                           | No       | N/A   |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 14%(3)                       | 86%(18)  | 0%(0) |
| Algoritmos (28%)                          | 0%(0)                        | 100%(19) | 0%(0) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 18%(2)                       | 82%(9)   | 0%(0) |
| Bases de Datos (9%)                       | 0%(0)                        | 100%(6)  | 0%(0) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)                        | 100%(3)  | 0%(0) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)                        | 100%(3)  | 0%(0) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)                        | 100%(2)  | 0%(0) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)                        | 100%(2)  | 0%(0) |
| Otros (3%)                                | 0%(0)                        | 100%(2)  | 0%(0) |

| Área de Conocimiento                      | Tiempo de Examen Individual |         |       |
|---|-----------------------------|---------|-------|
|   | Sí                          | No      | N/A   |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 5%(1)                       | 95%(20) | 0%(0) |
| Algoritmos (28%)                          | 5%(1)                       | 95%(18) | 0%(0) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 18%(2)                      | 82%(9)  | 0%(0) |
| Bases de Datos (9%)                       | 0%(0)                       | 100%(6) | 0%(0) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 33%(1)                      | 66%(2)  | 0%(0) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)                       | 100%(3) | 0%(0) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)                       | 100%(2) | 0%(0) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)                      | 50%(1)  | 0%(0) |
| Otros (3%)                                | 50%(1)                      | 50%(1)  | 0%(0) |

## Satisfacción del Usuario:

En cuanto a los parámetros que se han decidido utilizar para caracterizar la satisfacción de los usuarios de las herramientas educativas:

| Satisfacción del Usuario                                | Sí |     | No |     | N/A |    |
|---|----|-----|----|-----|-----|----|
|   | #  | %   | #  | %   | #   | %  |
| ¿La herramienta es útil?                                | 45 | 65% | 21 | 31% | 3   | 4% |
| ¿La herramienta es eficaz?                              | 15 | 22% | 51 | 74% | 3   | 4% |
| ¿Te gusta la herramienta?                               | 12 | 18% | 54 | 78% | 3   | 4% |
| ¿La herramienta ha aumentado tu interés por la materia? | 4  | 6%  | 62 | 90% | 3   | 4% |
| ¿La herramienta es fácil de aprender?                   | 7  | 10% | 59 | 85% | 3   | 4% |
| ¿La herramienta es fácil de usar?                       | 16 | 23% | 50 | 73% | 3   | 4% |
| ¿Usarías esta herramienta para estudiar por tu cuenta?  | 4  | 6%  | 62 | 90% | 3   | 4% |

Si agrupamos los datos por Área Geográfica

| Área Geográfica | Utilidad |         |        |
|-----------------|----------|---------|--------|
|                 | Sí       | No      | N/A    |
| América (65%)   | 76%(34)  | 20%(9)  | 4%(2)  |
| Europa (28%)    | 47%(9)   | 53%(10) | 0%(0)  |
| Oceanía (4%)    | 67%(2)   | 0%(0)   | 33%(1) |
| Asia (3%)       | 0%(0)    | 100%(2) | 0%(0)  |

| Área Geográfica | Eficacia |         |        |
|-----------------|----------|---------|--------|
|                 | Sí       | No      | N/A    |
| América (65%)   | 22%(10)  | 74%(33) | 4%(2)  |
| Europa (28%)    | 26%(5)   | 74%(14) | 0%(0)  |
| Oceanía (4%)    | 0%(0)    | 67%(2)  | 33%(1) |
| Asia (3%)       | 0%(0)    | 100%(2) | 0%(0)  |

| Área Geográfica | Gusto  |         |        |
|-----------------|--------|---------|--------|
|                 | Sí     | No      | N/A    |
| América (65%)   | 11%(5) | 84%(38) | 4%(2)  |
| Europa (28%)    | 37%(7) | 63%(12) | 0%(0)  |
| Oceanía (4%)    | 0%(0)  | 67%(2)  | 33%(1) |
| Asia (3%)       | 0%(0)  | 100%(2) | 0%(0)  |

| Área Geográfica | Interés |         |        |
|-----------------|---------|---------|--------|
|                 | Sí      | No      | N/A    |
| América (65%)   | 7%(3)   | 89%(40) | 4%(2)  |
| Europa (28%)    | 5%(1)   | 95%(18) | 0%(0)  |
| Oceanía (4%)    | 0%(0)   | 67%(2)  | 33%(1) |
| Asia (3%)       | 0%(0)   | 100%(2) | 0%(0)  |

| Área Geográfica | Fácil de Aprender |         |        |
|-----------------|-------------------|---------|--------|
|                 | Sí                | No      | N/A    |
| América (65%)   | 13%(6)            | 82%(37) | 4%(2)  |
| Europa (28%)    | 5%(1)             | 95%(18) | 0%(0)  |
| Oceanía (4%)    | 0%(0)             | 67%(2)  | 33%(1) |
| Asia (3%)       | 0%(0)             | 100%(2) | 0%(0)  |



|                        | <b>Fácil de Usar</b> |         |        |
|------------------------|----------------------|---------|--------|
| <b>Área Geográfica</b> | Sí                   | No      | N/A    |
| América (65%)          | 24%(11)              | 71%(32) | 4%(2)  |
| Europa (28%)           | 21%(4)               | 79%(15) | 0%(0)  |
| Oceanía (4%)           | 33%(1)               | 33%(1)  | 34%(1) |
| Asia (3%)              | 0%(0)                | 100%(2) | 0%(0)  |

|                        | <b>Uso Voluntario</b> |         |        |
|------------------------|-----------------------|---------|--------|
| <b>Área Geográfica</b> | Sí                    | No      | N/A    |
| América (65%)          | 4%(2)                 | 91%(41) | 4%(2)  |
| Europa (28%)           | 5%(1)                 | 95%(18) | 0%(0)  |
| Oceanía (4%)           | 0%(0)                 | 67%(2)  | 33%(1) |
| Asia (3%)              | 50%(1)                | 50%(1)  | 0%(0)  |

Si agrupamos los datos por Tipo de Interacción

|                            | <b>Utilidad</b> |         |       |
|----------------------------|-----------------|---------|-------|
| <b>Tipo de Interacción</b> | Sí              | No      | N/A   |
| SI (100%)                  | 65%(45)         | 31%(21) | 4%(3) |
| QBI (19%)                  | 92%(12)         | 0%(0)   | 8%(1) |
| ABI (9%)                   | 83%(5)          | 17%(1)  | 0%(0) |
| UCI (74%)                  | 65%(33)         | 31%(16) | 4%(2) |

|                            | <b>Eficacia</b> |         |       |
|----------------------------|-----------------|---------|-------|
| <b>Tipo de Interacción</b> | Sí              | No      | N/A   |
| SI (100%)                  | 22%(15)         | 74%(51) | 4%(3) |
| QBI (19%)                  | 38%(5)          | 54%(7)  | 8%(1) |
| ABI (9%)                   | 50%(3)          | 50%(3)  | 0%(0) |
| UCI (74%)                  | 20%(10)         | 76%(39) | 4%(2) |

|                            | <b>Gusto</b> |         |       |
|----------------------------|--------------|---------|-------|
| <b>Tipo de Interacción</b> | Sí           | No      | N/A   |
| SI (100%)                  | 18%(12)      | 78%(54) | 4%(3) |
| QBI (19%)                  | 15%(2)       | 77%(10) | 8%(1) |
| ABI (9%)                   | 17%(1)       | 83%(5)  | 0%(0) |
| UCI (74%)                  | 20%(10)      | 76%(39) | 4%(2) |

|                            | <b>Interés</b> |         |       |
|----------------------------|----------------|---------|-------|
| <b>Tipo de Interacción</b> | Sí             | No      | N/A   |
| SI (100%)                  | 6%(4)          | 90%(62) | 4%(3) |
| QBI (19%)                  | 0%(0)          | 92%(12) | 8%(1) |
| ABI (9%)                   | 0%(0)          | 100%(6) | 0%(0) |
| UCI (74%)                  | 6%(3)          | 90%(46) | 4%(2) |

|                            | <b>Fácil de Aprender</b> |         |       |
|----------------------------|--------------------------|---------|-------|
| <b>Tipo de Interacción</b> | Sí                       | No      | N/A   |
| SI (100%)                  | 10%(7)                   | 86%(59) | 4%(3) |
| QBI (19%)                  | 0%(0)                    | 92%(12) | 8%(1) |
| ABI (9%)                   | 17%(1)                   | 83%(5)  | 0%(0) |
| UCI (74%)                  | 10%(5)                   | 86%(44) | 4%(2) |

|                            | <b>Fácil de Usar</b> |         |       |
|----------------------------|----------------------|---------|-------|
| <b>Tipo de Interacción</b> | Sí                   | No      | N/A   |
| SI (100%)                  | 23%(16)              | 73%(50) | 4%(3) |
| QBI (19%)                  | 31%(4)               | 61%(8)  | 8%(1) |
| ABI (9%)                   | 33%(2)               | 67%(4)  | 0%(0) |
| UCI (74%)                  | 22%(11)              | 74%(38) | 4%(2) |

| Tipo de Interacción | Uso Voluntario |         |       |
|---------------------|----------------|---------|-------|
|                     | Sí             | No      | N/A   |
| SI (100%)           | 6%(4)          | 90%(62) | 4%(3) |
| QBI (19%)           | 0%(0)          | 92%(12) | 8%(1) |
| ABI (9%)            | 0%(0)          | 100%(6) | 0%(0) |
| UCI (74%)           | 4%(2)          | 92%(47) | 4%(2) |

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones

| Combinación de Interacciones | Utilidad |         |        |
|------------------------------|----------|---------|--------|
|                              | Sí       | No      | N/A    |
| SI + UCI (63%)               | 61%(27)  | 34%(15) | 5%(2)  |
| SI (13%)                     | 44%(4)   | 56%(5)  | 0%(0)  |
| SI + QBI (10%)               | 86%(6)   | 0%(0)   | 14%(1) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 100%(3)  | 0%(0)   | 0%(0)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 67%(2)   | 33%(1)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 100%(2)  | 0%(0)   | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 100%(1)  | 0%(0)   | 0%(0)  |

| Combinación de Interacciones | Eficacia |         |        |
|------------------------------|----------|---------|--------|
|                              | Sí       | No      | N/A    |
| SI + UCI (63%)               | 18%(8)   | 77%(34) | 5%(2)  |
| SI (13%)                     | 11%(1)   | 89%(8)  | 0%(0)  |
| SI + QBI (10%)               | 43%(3)   | 43%(3)  | 16%(1) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)    | 100%(3) | 0%(0)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)   | 67%(2)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 50%(1)   | 50%(1)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | %(1)     | 0%(0)   | 0%(0)  |

| Combinación de Interacciones | Gusto  |         |        |
|------------------------------|--------|---------|--------|
|                              | Sí     | No      | N/A    |
| SI + UCI (63%)               | 18%(8) | 77%(34) | 5%(2)  |
| SI (13%)                     | 11%(1) | 89%(8)  | 0%(0)  |
| SI + QBI (10%)               | 14%(1) | 72%(5)  | 14%(1) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 33%(1) | 67%(2)  | 0%(0)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1) | 67%(2)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)  | 100%(2) | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)  | 100%(1) | 0%(0)  |

| Combinación de Interacciones | Interés |         |        |
|------------------------------|---------|---------|--------|
|                              | Sí      | No      | N/A    |
| SI + UCI (63%)               | 7%(3)   | 88%(39) | 5%(2)  |
| SI (13%)                     | 11%(1)  | 89%(8)  | 0%(0)  |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)   | 86%(6)  | 14%(1) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)   | 100%(3) | 0%(0)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 0%(0)   | 100%(3) | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)   | 100%(2) | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)   | 100%(1) | 0%(0)  |

| Combinación de Interacciones | Fácil de Aprender |         |        |
|------------------------------|-------------------|---------|--------|
|                              | Sí                | No      | N/A    |
| SI + UCI (63%)               | 9%(4)             | 86%(38) | 5%(2)  |
| SI (13%)                     | 22%(2)            | 78%(7)  | 0%(0)  |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)             | 86%(6)  | 14%(1) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)             | 100%(3) | 0%(0)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)            | 67%(2)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)             | 100%(2) | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)             | 100%(1) | 0%(0)  |

| Combinación de Interacciones | Fácil de Usar |         |        |
|------------------------------|---------------|---------|--------|
|                              | Sí            | No      | N/A    |
| SI + UCI (63%)               | 20%(9)        | 75%(33) | 5%(2)  |
| SI (13%)                     | 22%(2)        | 78%(7)  | 0%(0)  |
| SI + QBI (10%)               | 43%(3)        | 43%(3)  | 14%(1) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)         | 100%(3) | 0%(0)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)        | 67%(2)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)         | 100%(1) | 0%(0)  |

| Combinación de Interacciones | Uso Voluntario |         |        |
|------------------------------|----------------|---------|--------|
|                              | Sí             | No      | N/A    |
| SI + UCI (63%)               | 4%(2)          | 91%(40) | 5%(2)  |
| SI (13%)                     | 22%(2)         | 78%(7)  | 0%(0)  |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)          | 86%(6)  | 14%(1) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)          | 100%(3) | 0%(0)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 0%(0)          | 100%(3) | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)          | 100%(2) | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)          | 100%(1) | 0%(0)  |

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Utilidad |        |        |
|---|----------|--------|--------|
|   | Sí       | No     | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 81%(17)  | 14%(3) | 5%(1)  |
| Algoritmos (28%)                          | 53%(10)  | 47%(9) | 0%(0)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 73%(8)   | 18%(2) | 9%(1)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 33%(2)   | 50%(3) | 17%(1) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 33%(1)   | 67%(2) | 0%(0)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 100%(3)  | 0%(0)  | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 100%(2)  | 0%(0)  | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)   | 50%(1) | 0%(0)  |
| Otros (3%)                                | 50%(1)   | 50%(1) | 0%(0)  |

| Área de Conocimiento                      | Eficacia |         |        |
|---|----------|---------|--------|
|   | Sí       | No      | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 24%(5)   | 71%(15) | 5%(1)  |
| Algoritmos (28%)                          | 21%(4)   | 79%(15) | 0%(0)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 18%(2)   | 73%(8)  | 9%(1)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 17%(1)   | 66%(4)  | 17%(1) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)    | 100%(3) | 0%(0)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 33%(1)   | 67%(2)  | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)    | 100%(2) | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)   | 50%(1)  | 0%(0)  |
| Otros (3%)                                | 50%(1)   | 50%(1)  | 0%(0)  |

| Área de Conocimiento                      | Gusto  |         |        |
|---|--------|---------|--------|
|   | Sí     | No      | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 0%(0)  | 95%(20) | 5%(1)  |
| Algoritmos (28%)                          | 26%(5) | 74%(14) | 0%(0)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 9%(1)  | 82%(9)  | 9%(1)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 33%(2) | 50%(3)  | 17%(1) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 33%(1) | 67%(2)  | 0%(0)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)  | 100%(3) | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 50%(1) | 50%(1)  | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1) | 50%(1)  | 0%(0)  |
| Otros (3%)                                | 50%(1) | 50%(1)  | 0%(0)  |

| Área de Conocimiento                      | Interés |         |        |
|---|---------|---------|--------|
|   | Sí      | No      | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 9%(2)   | 86%(18) | 5%(1)  |
| Algoritmos (28%)                          | 5%(1)   | 95%(18) | 0%(0)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 0%(0)   | 91%(10) | 9%(1)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 0%(0)   | 83%(5)  | 17%(1) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 33%(1)  | 67%(2)  | 0%(0)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)   | 100%(3) | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)   | 100%(2) | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)   | 100%(2) | 0%(0)  |
| Otros (3%)                                | 0%(0)   | 100%(2) | 0%(0)  |

| Área de Conocimiento                      | Fácil de Aprender |         |        |
|---|-------------------|---------|--------|
|   | Sí                | No      | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 5%(1)             | 90%(19) | 5%(1)  |
| Algoritmos (28%)                          | 21%(4)            | 79%(15) | 0%(0)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 9%(1)             | 82%(9)  | 9%(1)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 0%(0)             | 83%(5)  | 17%(1) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)             | 100%(3) | 0%(0)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)             | 100%(3) | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)             | 100%(2) | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)             | 100%(2) | 0%(0)  |
| Otros (3%)                                | 50%(1)            | 50%(1)  | 0%(0)  |

| Área de Conocimiento                      | Fácil de Usar |         |        |
|---|---------------|---------|--------|
|   | Sí            | No      | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 19%(4)        | 76%(16) | 5%(1)  |
| Algoritmos (28%)                          | 32%(6)        | 68%(13) | 0%(0)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 36%(4)        | 55%(6)  | 9%(1)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 17%(1)        | 66%(4)  | 17%(1) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)         | 100%(3) | 0%(0)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 33%(1)        | 67%(2)  | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0)  |
| Otros (3%)                                | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0)  |

| Área de Conocimiento                      | Uso Voluntario |         |        |
|---|----------------|---------|--------|
|   | Sí             | No      | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 5%(1)          | 90%(19) | 5%(1)  |
| Algoritmos (28%)                          | 5%(1)          | 95%(18) | 0%(0)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 0%(0)          | 91%(10) | 9%(1)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 0%(0)          | 83%(5)  | 17%(1) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)          | 100%(3) | 0%(0)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)          | 100%(3) | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 50%(1)         | 50%(1)  | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)         | 50%(1)  | 0%(0)  |
| Otros (3%)                                | 0%(0)          | 100%(2) | 0%(0)  |

La siguiente cuestión es cómo ha medido el autor la satisfacción del usuario, puede haber sido a través de una encuesta a los usuarios o tal vez mediante entrevistas personales:

| Cuestionarios | #  | %    |
|---------------|----|------|
| Sí            | 45 | 65%  |
| No            | 22 | 32%  |
| N/A           | 2  | 3%   |
| Total         | 69 | 100% |

| Nº Opciones del Cuestionario | #  | %    |
|------------------------------|----|------|
| Impar                        | 10 | 20%  |
| Par                          | 0  | 0%   |
| No Especificado              | 35 | 80%  |
| Total                        | 45 | 100% |

| Entrevistas | #  | %    |
|-------------|----|------|
| Sí          | 17 | 25%  |
| No          | 50 | 72%  |
| N/A         | 2  | 3%   |
| Total       | 69 | 100% |

Si agrupamos los datos por Área Geográfica

| Área Geográfica | Cuestionarios |         |       |
|-----------------|---------------|---------|-------|
|                 | Sí            | No      | N/A   |
| América (65%)   | 69%(31)       | 29%(13) | 2%(1) |
| Europa (28%)    | 63%(12)       | 32%(6)  | 5%(1) |
| Oceanía (4%)    | 67%(2)        | 33%(1)  | 0%(0) |
| Asia (3%)       | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0) |

| Área Geográfica | Nº Opciones del Cuestionario |        |         |
|-----------------|------------------------------|--------|---------|
|                 | Par                          | Impar  | N/A     |
| América (65%)   | 0%(0)                        | 26%(8) | 74%(23) |
| Europa (28%)    | 0%(0)                        | 8%(1)  | 92%(11) |
| Oceanía (4%)    | 0%(0)                        | 50%(1) | 50%(1)  |
| Asia (3%)       | 0%(0)                        | 0%(0)  | 0%(0)   |

| Área Geográfica | Entrevistas |         |       |
|-----------------|-------------|---------|-------|
|                 | Sí          | No      | N/A   |
| América (65%)   | 25%(11)     | 73%(33) | 2%(1) |
| Europa (28%)    | 26%(5)      | 69%(13) | 5%(1) |
| Oceanía (4%)    | 0%(0)       | 100%(3) | 0%(0) |
| Asia (3%)       | 50%(1)      | 50%(1)  | 0%(0) |

Si agrupamos los datos por Tipo de Interacción

| Tipo de Interacción | Cuestionarios |         |       |
|---------------------|---------------|---------|-------|
|                     | Sí            | No      | N/A   |
| SI (100%)           | 65%(45)       | 32%(22) | 3%(2) |
| QBI (19%)           | 92%(12)       | 8%(1)   | 0%(0) |
| ABI (9%)            | 67%(4)        | 33%(2)  | 0%(0) |
| UCI (74%)           | 61%(31)       | 35%(18) | 4%(2) |

| Tipo de Interacción | Nº Opciones del Cuestionario |         |         |
|---------------------|------------------------------|---------|---------|
|                     | Par                          | Impar   | N/A     |
| SI (100%)           | 0%(0)                        | 22%(10) | 78%(35) |
| QBI (19%)           | 0%(0)                        | 33%(4)  | 67%(8)  |
| ABI (9%)            | 0%(0)                        | 25%(1)  | 75%(3)  |
| UCI (74%)           | 0%(0)                        | 20%(6)  | 80%(25) |

| Tipo de Interacción | Entrevistas |         |       |
|---------------------|-------------|---------|-------|
|                     | Sí          | No      | N/A   |
| SI (100%)           | 25%(17)     | 72%(50) | 3%(2) |
| QBI (19%)           | 8%(1)       | 84%(11) | 8%(1) |
| ABI (9%)            | 33%(2)      | 67%(4)  | 0%(0) |
| UCI (74%)           | 28%(14)     | 68%(35) | 4%(2) |

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones:

| Combinación de Interacciones | Cuestionarios |         |       |
|------------------------------|---------------|---------|-------|
|                              | Sí            | No      | N/A   |
| SI + UCI (63%)               | 59%(26)       | 36%(16) | 5%(2) |
| SI (13%)                     | 67%(6)        | 33%(3)  | 0%(0) |
| SI + QBI (10%)               | 86%(6)        | 14%(1)  | 0%(0) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)         | 100%(3) | 0%(0) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)        | 67%(2)  | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)         | 100%(2) | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)         | 100%(1) | 0%(0) |

| Combinación de Interacciones | Nº Opciones del Cuestionario |         |         |
|------------------------------|------------------------------|---------|---------|
|                              | Par                          | Impar   | N/A     |
| SI + UCI (63%)               | 0%(0)                        | 23%(6)  | 77%(20) |
| SI (13%)                     | 0%(0)                        | 0%(0)   | 100%(6) |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)                        | 50%(3)  | 50%(3)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)                        | 0%(0)   | 100%(3) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 0%(0)                        | 100%(1) | 0%(0)   |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)                        | 50%(1)  | 50%(1)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)                        | 0%(0)   | 100%(1) |

| Combinación de Interacciones | Entrevistas |         |        |
|------------------------------|-------------|---------|--------|
|                              | Sí          | No      | N/A    |
| SI + UCI (63%)               | 28%(12)     | 70%(31) | 2%(1)  |
| SI (13%)                     | 22%(2)      | 78%(7)  | 0%(0)  |
| SI + QBI (10%)               | 14%(1)      | 86%(6)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)       | 67%(2)  | 33%(1) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 67%(2)      | 33%(1)  | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)       | 100%(2) | 0%(0)  |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)       | 100%(1) | 0%(0)  |

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Cuestionarios |        |       |
|---|---------------|--------|-------|
|   | Sí            | No     | N/A   |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 67%(14)       | 28%(6) | 5%(1) |
| Algoritmos (28%)                          | 74%(14)       | 26%(5) | 0%(0) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 55%(6)        | 36%(4) | 9%(1) |
| Bases de Datos (9%)                       | 75%(4)        | 25%(2) | 0%(0) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 33%(1)        | 66%(2) | 0%(0) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 67%(2)        | 33%(1) | 0%(0) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 100%(2)       | 0%(0)  | 0%(0) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)        | 50%(1) | 0%(0) |
| Otros (3%)                                | 50%(1)        | 50%(1) | 0%(0) |

| Área de Conocimiento                      | Nº Opciones del Cuestionario |         |         |
|---|------------------------------|---------|---------|
|   | Par                          | Impar   | N/A     |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 0%(0)                        | 29%(4)  | 71%(10) |
| Algoritmos (28%)                          | 0%(0)                        | 29%(4)  | 71%(10) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 0%(0)                        | 0%(0)   | 100%(6) |
| Bases de Datos (9%)                       | 0%(0)                        | 0%(0)   | 100%(4) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)                        | 0%(0)   | 100%(1) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)                        | 50%(1)  | 50%(1)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)                        | 0%(0)   | 100%(2) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)                        | 0%(0)   | 100%(1) |
| Otros (3%)                                | 0%(0)                        | 100%(1) | 0%(0)   |

| Área de Conocimiento                      | Entrevistas |         |        |
|---|-------------|---------|--------|
|   | Sí          | No      | N/A    |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 24%(5)      | 71%(15) | 5%(1)  |
| Algoritmos (28%)                          | 16%(3)      | 84%(16) | 0%(0)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 27%(3)      | 73%(8)  | 0%(0)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 17%(1)      | 83%(5)  | 0%(0)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 33%(1)      | 33%(1)  | 33%(1) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 33%(1)      | 67%(2)  | 0%(0)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 50%(1)      | 50%(1)  | 0%(0)  |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)      | 50%(1)  | 0%(0)  |
| Otros (3%)                                | 50%(1)      | 50%(1)  | 0%(0)  |

Uso de logs de sistema o monitorización de acceso para chequear el uso real de los sistemas por parte de los usuarios:

| Logs de Sistema | Total | %    |
|-----------------|-------|------|
| Sí              | 13    | 19%  |
| No              | 56    | 81%  |
| Total           | 69    | 100% |

| Monitorización de Acceso | Total | %    |
|--------------------------|-------|------|
| Sí                       | 4     | 6%   |
| No                       | 65    | 94%  |
| Total                    | 69    | 100% |

Si agrupamos los datos por Área Geográfica

| Área Geográfica | Logs del Sistema |         |       |
|-----------------|------------------|---------|-------|
|                 | Sí               | No      | N/A   |
| América (65%)   | 11%(5)           | 89%(40) | 0%(0) |
| Europa (28%)    | 32%(6)           | 68%(13) | 0%(0) |
| Oceanía (4%)    | 33%(1)           | 67%(2)  | 0%(0) |
| Asia (3%)       | 50%(1)           | 50%(1)  | 0%(0) |

| Área Geográfica | Monitorización de Acceso |         |       |
|-----------------|--------------------------|---------|-------|
|                 | Sí                       | No      | N/A   |
| América (65%)   | 4%(2)                    | 96%(43) | 0%(0) |
| Europa (28%)    | 5%(1)                    | 95%(18) | 0%(0) |
| Oceanía (4%)    | 33%(1)                   | 67%(2)  | 0%(0) |
| Asia (3%)       | 0%(0)                    | 100%(2) | 0%(0) |

Si agrupamos los datos por Tipo de Interacción

| Tipo de Interacción | Logs del Sistema |         |       |
|---------------------|------------------|---------|-------|
|                     | Sí               | No      | N/A   |
| SI (100%)           | 19%(13)          | 81%(56) | 0%(0) |
| QBI (19%)           | 15%(2)           | 85%(11) | 0%(0) |
| ABI (9%)            | 50%(3)           | 50%(3)  | 0%(0) |
| UCI (74%)           | 20%(10)          | 80%(41) | 0%(0) |

| Tipo de Interacción | Monitorización de Acceso |         |       |
|---------------------|--------------------------|---------|-------|
|                     | Sí                       | No      | N/A   |
| SI (100%)           | 6%(4)                    | 94%(65) | 0%(0) |
| QBI (19%)           | 8%(1)                    | 92%(12) | 0%(0) |
| ABI (9%)            | 17%(1)                   | 83%(5)  | 0%(0) |
| UCI (74%)           | 6%(3)                    | 94%(48) | 0%(0) |

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones

| Combinación de Interacciones | Logs del Sistema |         |       |
|------------------------------|------------------|---------|-------|
|                              | Sí               | No      | N/A   |
| SI + UCI (63%)               | 18%(8)           | 82%(36) | 0%(0) |
| SI (13%)                     | 22%(2)           | 78%(7)  | 0%(0) |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)            | 100%(7) | 0%(0) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)            | 100%(3) | 0%(0) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)           | 67%(2)  | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 50%(1)           | 50%(1)  | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 100%(1)          | 0%(0)   | 0%(0) |

| Combinación de Interacciones | Monitorización de Acceso |         |       |
|------------------------------|--------------------------|---------|-------|
|                              | Sí                       | No      | N/A   |
| SI + UCI (63%)               | 7%(3)                    | 93%(41) | 0%(0) |
| SI (13%)                     | 0%(0)                    | 100%(9) | 0%(0) |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)                    | 100%(7) | 0%(0) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)                    | 100%(3) | 0%(0) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 0%(0)                    | 100%(3) | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 50%(1)                   | 50%(1)  | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 100%(1)                  | 0%(0)   | 0%(0) |

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Logs del Sistema |          |       |
|---|------------------|----------|-------|
|   | Sí               | No       | N/A   |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 24%(5)           | 76%(16)  | 0%(0) |
| Algoritmos (28%)                          | 0%(0)            | 100%(19) | 0%(0) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 18%(2)           | 82%(9)   | 0%(0) |
| Bases de Datos (9%)                       | 67%(4)           | 33%(2)   | 0%(0) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)            | 100%(3)  | 0%(0) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)            | 100%(3)  | 0%(0) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)            | 100%(2)  | 0%(0) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 50%(1)           | 50%(1)   | 0%(0) |
| Otros (3%)                                | 50%(1)           | 50%(1)   | 0%(0) |

| Área de Conocimiento                      | Monitorización de Acceso |          |       |
|---|--------------------------|----------|-------|
|   | Sí                       | No       | N/A   |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 5%(1)                    | 95%(20)  | 0%(0) |
| Algoritmos (28%)                          | 0%(0)                    | 100%(19) | 0%(0) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 18%(2)                   | 82%(9)   | 0%(0) |
| Bases de Datos (9%)                       | 17%(1)                   | 83%(5)   | 0%(0) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)                    | 100%(3)  | 0%(0) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)                    | 100%(3)  | 0%(0) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)                    | 100%(2)  | 0%(0) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)                    | 100%(2)  | 0%(0) |
| Otros (3%)                                | 0%(0)                    | 100%(2)  | 0%(0) |

## Facilidad de Aprendizaje:

En cuanto a los parámetros que se han decidido utilizar para caracterizar la facilidad de aprendizaje, se identificó como principal medida el tiempo necesario para poder realizar tareas básicas de forma apropiada:

| Tiempo necesario para realizar tareas básicas | Total | %    |
|---|-------|------|
| Sí  | 4     | 6%   |
| No  | 65    | 94%  |
| Total   | 69    | 100% |

Si agrupamos los datos por Área Geográfica

| Área Geográfica | Tiempo de Aprendizaje |         |       |
|-----------------|-----------------------|---------|-------|
|                 | Sí                    | No      | N/A   |
| América (65%)   | 7%(3)                 | 93%(42) | 0%(0) |
| Europa (28%)    | 5%(1)                 | 95%(18) | 0%(0) |
| Oceanía (4%)    | 0%(0)                 | 100%(3) | 0%(0) |
| Asia (3%)       | 0%(0)                 | 100%(2) | 0%(0) |



Si agrupamos los datos por Tipo de Interacción

| Tipo de Interacción | Tiempo de Aprendizaje |          |       |
|---------------------|-----------------------|----------|-------|
|                     | Sí                    | No       | N/A   |
| SI (100%)           | 6%(4)                 | 94%(65)  | 0%(0) |
| QBI (19%)           | 0%(0)                 | 100%(13) | 0%(0) |
| ABI (9%)            | 17%(1)                | 83%(5)   | 0%(0) |
| UCI (74%)           | 6%(3)                 | 94%(48)  | 0%(0) |

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones

| Combinación de Interacciones | Tiempo de Aprendizaje |         |       |
|------------------------------|-----------------------|---------|-------|
|                              | Sí                    | No      | N/A   |
| SI + UCI (63%)               | 5%(2)                 | 95%(42) | 0%(0) |
| SI (13%)                     | 11%(1)                | 89%(8)  | 0%(0) |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)                 | 100%(7) | 0%(0) |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)                 | 100%(3) | 0%(0) |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)                | 67%(2)  | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)                 | 100%(2) | 0%(0) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)                 | 100%(1) | 0%(0) |

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Tiempo |          |       |
|---|--------|----------|-------|
|   | Sí     | No       | N/A   |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 5%(1)  | 95%(20)  | 0%(0) |
| Algoritmos (28%)                          | 5%(1)  | 95%(18)  | 0%(0) |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 0%(0)  | 100%(11) | 0%(0) |
| Bases de Datos (9%)                       | 0%(0)  | 100%(6)  | 0%(0) |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)  | 100%(3)  | 0%(0) |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)  | 100%(3)  | 0%(0) |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 50%(1) | 50%(1)   | 0%(0) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)  | 100%(2)  | 0%(0) |
| Otros (3%)                                | 50%(1) | 50%(1)   | 0%(0) |

## Tolerancia a Errores:

En cuanto a los parámetros que se han decidido utilizar para caracterizar la tolerancia a errores:

| Tolerancia a Errores                | Sí |     | No |     | N/A |     |
|-------------------------------------|----|-----|----|-----|-----|-----|
|                                     | #  | %   | #  | %   | #   | %   |
| Facilidad para arreglar errores     | 0  | 0%  | 42 | 61% | 27  | 39% |
| Warnings previos al error           | 1  | 2%  | 27 | 39% | 41  | 59% |
| Warnings posteriores al error       | 19 | 27% | 17 | 25% | 33  | 48% |
| Funcionalidades para evitar errores | 2  | 3%  | 26 | 38% | 41  | 59% |

Si agrupamos los datos por Área Geográfica

| Área Geográfica | Arreglo de Errores |         |         |
|-----------------|--------------------|---------|---------|
|                 | Sí                 | No      | N/A     |
| América (65%)   | 0%(0)              | 42%(19) | 58%(26) |
| Europa (28%)    | 0%(0)              | 37%(7)  | 63%(12) |
| Oceanía (4%)    | 0%(0)              | 33%(1)  | 67%(2)  |
| Asia (3%)       | 0%(0)              | 0%(0)   | 100%(2) |

|                        | <b>Pre-error Warnings</b> |         |         |
|------------------------|---------------------------|---------|---------|
| <b>Área Geográfica</b> | Sí                        | No      | N/A     |
| América (65%)          | 0%(0)                     | 42%(19) | 58%(26) |
| Europa (28%)           | 5%(1)                     | 37%(7)  | 58%(11) |
| Oceanía (4%)           | 0%(0)                     | 33%(1)  | 67%(2)  |
| Asia (3%)              | 0%(0)                     | 0%(0)   | 100%(2) |

|                        | <b>Post-error Warnings</b> |         |         |
|------------------------|----------------------------|---------|---------|
| <b>Área Geográfica</b> | Sí                         | No      | N/A     |
| América (65%)          | 27%(12)                    | 27%(12) | 46%(21) |
| Europa (28%)           | 32%(6)                     | 21%(4)  | 47%(9)  |
| Oceanía (4%)           | 33%(1)                     | 33%(1)  | 33%(1)  |
| Asia (3%)              | 0%(0)                      | 0%(0)   | 100%(2) |

|                        | <b>Evita Errores</b> |         |         |
|------------------------|----------------------|---------|---------|
| <b>Área Geográfica</b> | Sí                   | No      | N/A     |
| América (65%)          | 4%(2)                | 40%(18) | 56%(25) |
| Europa (28%)           | 0%(0)                | 37%(7)  | 63%(12) |
| Oceanía (4%)           | 0%(0)                | 33%(1)  | 67%(2)  |
| Asia (3%)              | 0%(0)                | 0%(0)   | 100%(2) |

Si agrupamos los datos por Tipo de Interacción

|                            | <b>Arreglo de Errores</b> |         |         |
|----------------------------|---------------------------|---------|---------|
| <b>Tipo de Interacción</b> | Sí                        | No      | N/A     |
| SI (100%)                  | 0%(0)                     | 39%(27) | 61%(42) |
| QBI (19%)                  | 0%(0)                     | 23%(3)  | 77%(10) |
| ABI (9%)                   | 0%(0)                     | 17%(1)  | 83%(5)  |
| UCI (74%)                  | 0%(0)                     | 47%(24) | 53%(27) |

|                            | <b>Pre-error Warnings</b> |         |         |
|----------------------------|---------------------------|---------|---------|
| <b>Tipo de Interacción</b> | Sí                        | No      | N/A     |
| SI (100%)                  | 2%(1)                     | 39%(27) | 59%(41) |
| QBI (19%)                  | 0%(0)                     | 23%(3)  | 77%(10) |
| ABI (9%)                   | 0%(0)                     | 17%(1)  | 83%(5)  |
| UCI (74%)                  | 2%(1)                     | 47%(24) | 51%(26) |

|                            | <b>Post-error Warnings</b> |         |         |
|----------------------------|----------------------------|---------|---------|
| <b>Tipo de Interacción</b> | Sí                         | No      | N/A     |
| SI (100%)                  | 28%(19)                    | 24%(17) | 48%(33) |
| QBI (19%)                  | 0%(0)                      | 23%(3)  | 77%(10) |
| ABI (9%)                   | 17%(1)                     | 17%(1)  | 66%(4)  |
| UCI (74%)                  | 36%(18)                    | 25%(14) | 37%(19) |

|                            | <b>Evita Errores</b> |         |         |
|----------------------------|----------------------|---------|---------|
| <b>Tipo de Interacción</b> | Sí                   | No      | N/A     |
| SI (100%)                  | 3%(2)                | 38%(26) | 59%(41) |
| QBI (19%)                  | 0%(0)                | 23%(3)  | 77%(10) |
| ABI (9%)                   | 0%(0)                | 17%(1)  | 83%(5)  |
| UCI (74%)                  | 4%(2)                | 45%(23) | 51%(26) |

Si agrupamos los datos por Combinación de Interacciones

| Combinación de Interacciones | Arreglo de Errores |         |         |
|------------------------------|--------------------|---------|---------|
|                              | Sí                 | No      | N/A     |
| SI + UCI (63%)               | 0%(0)              | 48%(21) | 52%(23) |
| SI (13%)                     | 0%(0)              | 22%(2)  | 78%(7)  |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)              | 14%(1)  | 86%(6)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)              | 67%(2)  | 33%(1)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 0%(0)              | 33%(1)  | 67%(2)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)              | 0%(0)   | 100%(2) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)              | 0%(0)   | 100%(1) |

| Combinación de Interacciones | Pre-error Warnings |         |         |
|------------------------------|--------------------|---------|---------|
|                              | Sí                 | No      | N/A     |
| SI + UCI (63%)               | 2%(1)              | 47%(21) | 51%(22) |
| SI (13%)                     | 0%(0)              | 22%(2)  | 78%(7)  |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)              | 14%(1)  | 86%(6)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)              | 67%(2)  | 33%(1)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 0%(0)              | 33%(1)  | 67%(2)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)              | 0%(0)   | 100%(2) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)              | 0%(0)   | 100%(1) |

| Combinación de Interacciones | Post-error Warnings |         |         |
|------------------------------|---------------------|---------|---------|
|                              | Sí                  | No      | N/A     |
| SI + UCI (63%)               | 39%(17)             | 25%(11) | 36%(16) |
| SI (13%)                     | 11%(1)              | 22%(2)  | 67%(6)  |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)               | 14%(1)  | 86%(6)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)               | 67%(2)  | 33%(1)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 33%(1)              | 33%(1)  | 33%(1)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)               | 0%(0)   | 100%(2) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)               | 0%(0)   | 100%(1) |

| Combinación de Interacciones | Evita Errores |         |         |
|------------------------------|---------------|---------|---------|
|                              | Sí            | No      | N/A     |
| SI + UCI (63%)               | 5%(2)         | 45%(20) | 50%(22) |
| SI (13%)                     | 0%(0)         | 22%(2)  | 78%(7)  |
| SI + QBI (10%)               | 0%(0)         | 14%(1)  | 86%(6)  |
| SI + QBI + UCI (4,5%)        | 0%(0)         | 67%(2)  | 33%(1)  |
| SI + ABI + UCI (4,5%)        | 0%(0)         | 33%(1)  | 67%(2)  |
| SI + QBI + ABI (3%)          | 0%(0)         | 0%(0)   | 100%(2) |
| SI + QBI + ABI + UCI (1%)    | 0%(0)         | 0%(0)   | 100%(1) |

Si agrupamos los datos por Área de Conocimiento

| Área de Conocimiento                      | Arreglo de Errores |         |         |
|---|--------------------|---------|---------|
|   | Sí                 | No      | N/A     |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 0%(0)              | 24%(5)  | 76%(16) |
| Algoritmos (28%)                          | 0%(0)              | 58%(11) | 42%(8)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 0%(0)              | 55%(6)  | 45%(5)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 0%(0)              | 33%(2)  | 67%(4)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)              | 33%(1)  | 67%(2)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)              | 67%(2)  | 33%(1)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)              | 0%(0)   | 100%(2) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)              | 0%(0)   | 100%(2) |
| Otros (3%)                                | 0%(0)              | 0%(0)   | 100%(2) |

| Área de Conocimiento                      | Pre-error Warnings |         |         |
|---|--------------------|---------|---------|
|   | Sí                 | No      | N/A     |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 0%(0)              | 24%(5)  | 76%(16) |
| Algoritmos (28%)                          | 0%(0)              | 58%(11) | 42%(8)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 0%(0)              | 55%(6)  | 45%(5)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 17%(1)             | 33%(2)  | 50%(3)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)              | 33%(1)  | 67%(2)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)              | 67%(2)  | 33%(1)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)              | 0%(0)   | 100%(2) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)              | 0%(0)   | 100%(2) |
| Otros (3%)                                | 0%(0)              | 0%(0)   | 100%(2) |

| Área de Conocimiento                      | Post-error Warnings |        |         |
|---|---------------------|--------|---------|
|   | Sí                  | No     | N/A     |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 38%(8)              | 5%(1)  | 57%(12) |
| Algoritmos (28%)                          | 21%(4)              | 42%(8) | 37%(7)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 46%(5)              | 27%(3) | 27%(3)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 33%(2)              | 33%(2) | 33%(2)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)               | 33%(1) | 67%(2)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)               | 67%(2) | 33%(1)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)               | 0%(0)  | 100%(2) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)               | 0%(0)  | 100%(2) |
| Otros (3%)                                | 0%(0)               | 0%(0)  | 100%(2) |

| Área de Conocimiento                      | Evita Errores |         |         |
|---|---------------|---------|---------|
|   | Sí            | No      | N/A     |
| Lenguajes de Programación (30%)           | 10%(2)        | 19%(4)  | 71%(15) |
| Algoritmos (28%)                          | 0%(0)         | 58%(11) | 42%(8)  |
| Teoría y Procesamiento de Lenguajes (16%) | 0%(0)         | 55%(6)  | 45%(5)  |
| Bases de Datos (9%)                       | 0%(0)         | 33%(2)  | 67%(4)  |
| Sistemas Operativos (4%)                  | 0%(0)         | 33%(1)  | 67%(2)  |
| Arquitectura de Computadores (4%)         | 0%(0)         | 67%(2)  | 33%(1)  |
| Inteligencia Artificial (3%)              | 0%(0)         | 0%(0)   | 100%(2) |
| Ingeniería del Software (3%)              | 0%(0)         | 0%(0)   | 100%(2) |
| Otros (3%)                                | 0%(0)         | 0%(0)   | 100%(2) |

## ***Anexo II: Guía de Uso del Formulario de Codificación de Datos***

Se presenta a continuación la guía de uso en la que se explica como deben de codificarse los datos tanto en la hoja Excel de Codificación de Datos que se empleó para codificar la información relativa a los estudios comprendidos entre los años 2000 y 2006, como en la base de datos de Access en la que se incluyó la información anterior, y donde, posteriormente, se codificó la información relativa a los años 1996 a 1999 y 2007.

## Introducción

Este documento pretende servir como guía para codificar la información necesaria de la hoja "Educational Tools Usability Characterization v1.0.xls".

Así se darán instrucciones para cada sección:

- Información general ("General Info").
- Eficacia ("Effectiveness").
- Eficiencia ("Efficiency").
- Satisfacción de los usuarios ("User's Satisfaction").
- Facilidad de aprendizaje ("Learnability").
- Tolerancia a Errores ("Error Tolerant").

## Hoja de codificación

Sobre la identificación del material codificado. Para identificar cada uno de los artículos leídos se seguirá el siguiente protocolo: Origen\_Lector\_Número\_Item.

Donde "*Origen*", identifica al ámbito organizativo de la publicación, por ahora sólo existen dos:

- "ACM" para los artículos publicados por el ACM.
- "IE3" para los artículos publicados por el IEEE.

"*Lector*" identifica a quien ha codificado el artículo con sus dos primeras iniciales, y sus posibles valores son:

- "AP" para Alejandro Prieto.
- "JH" para Jorge Huedo.

"*Número*" que será una secuencia de tres dígitos relativa a cada pareja Origen\_Lector, empezará por "001" e irá en orden ascendente.

Finalmente, "*Item*" será otro número que pretende identificar diferentes casos dentro de un mismo artículo. No todos los artículos tienen porqué tener varios ítems.

Ejemplo de codificación: IE3\_JH\_004\_00 será el primer (o único) ítem del cuarto artículo del IEEE leído por Jorge Huedo.

Esta identificación acompañará a cada hoja del fichero de codificación en el campo "ID".

## Información general

Existen cinco campos a rellenar en la información general: *Interaction level with the tool*, *Topic Scope*, *Academic scope*, *Countries* y *BiBtex*

### "Scenarios of use"

Adaptado de [0], diferentes escenarios de uso de la herramienta, sus posibles valores son:

- "Explanation Aid": Ayuda a las explicaciones de profesores, ya sea en clase o en tutorías. Incluye "Lectures" y "Office hours" de [0]. También podría incluir a "Class discussion" de [0], si apoyara la presentación por parte de alumnos de algún tema.
- "Exercise": Herramienta para la realización de ejercicios, incluiría a los siguientes escenarios de [0]: "Assignments" (deberes en casa), "Laboratories" (como el anterior pero en un laboratorio y con un tiempo limitado), y "Test" (La herramienta se usa para el propio examen)
- "Study" (directamente de [0]): el estudiante usa, **voluntariamente**, la herramienta para estudiar, ya sea porque permite obtener el resultado de los problemas, o porque da explicaciones de conceptos.

Existe solapamiento ya que un alumno podría usar una herramienta de apoyo a explicaciones para estudiar, la cuestión a estudiar es **la forma en que se usa**, no de cómo podría usarse.

### "Interaction level with the tool"

Describe el tipo de interacción existente entre el alumno y la herramienta, es decir, cómo usa el alumno la herramienta.

Sus posibles valores son:

- "SI", de "simple interaction", que denota una interacción inexistente o simple, por ejemplo la mera visión de animaciones, donde el estudiante no puede cambiar, conceptualmente, nada de lo que ve, aunque sí puede controlar velocidad, dirección de la animación. Sin embargo todo lo que se muestra en la herramienta sobre el concepto no cambia. Más ejemplos: una presentación Powerpoint o un libro electrónico sólo para leer.
- "QBI" de "question based interaction", que denota una interacción donde el usuario tiene que responder a cuestiones planteadas por la herramienta. Indica una mayor interacción.
- "ABI" de "adaptive based interaction", que denota una interacción donde los contenidos mostrados al usuario pueden cambiar dependiendo del usuario, e incluso de la información recogida de este, por ejemplo mediante preguntas. Por lo tanto podría estar asociado a QBI. Un ejemplo podrían ser aquellas herramientas que ofrezcan feedback según las respuestas a las preguntas.
- "UCI" de "user controlled interaction", que denota una interacción donde el usuario es capaz de cambiar datos de entrada de la herramienta, de forma que esta mostrará los conceptos adaptados a esa entrada. Por ejemplo: Animación de un algoritmo de ordenación al que se le puede dar los datos de entrada, o una herramienta de simulación del movimiento parabólico al que se le pueden cambiar los parámetros.
- "Others" comodín.

Se podría dar una combinación de varios. Además, hay que tener en cuenta que la evaluación realizada se puede hacer con la misma herramienta pero comparando diferentes niveles de interacción, por ejemplo SI vs. QBI, en este caso generaríamos una fila por cada nivel (usando el campo ítem del identificador)

Los posibles valores de estos 5 campos serán:

- 'Yes': si existe la interacción concreta entre el usuario y la herramienta y así se especifica en el artículo.
- 'No': si no existe dicha interacción y así se recoge explícitamente en el artículo.
- 'N/A' (Not Applicable): si no se hace referencia a la interacción o no se recoge así explícitamente en el artículo.

### *"Topic scope"*

Describe los conceptos explicados con tres campos:

- "Knowledge Area": área general de conocimiento, por ejemplo 'Lenguajes y Sistemas Informáticos' o 'Arquitectura de Ordenadores'.
- "Course": la asignatura, como 'Compiladores'.
- "Topic": tema, un tema o concepto en concreto de la asignatura.

Estos tres campos son de texto libre.

### *"Academic Scope"*

Describe el ámbito en que se usa la herramienta, definimos 5 ámbitos posibles, y por tanto 5 valores posibles para este campo:

- "School": escuela, inferior al instituto.
- "High School": Instituto
- "University": Universidad o FP
- "Professional": cursos de formación a profesionales.
- "N/A": se deberá usar este valor si el artículo no especifica el ámbito académico.

### *"Authors' organization country"*

El país de procedencia de las organizaciones donde trabajan los autores.

### *"BibTex"*

Referencia bibliográfica en BibTex.



## Eficacia

Para rellenar la pestaña de eficacia (“Effectiveness”) se seguirán las siguientes instrucciones.

La eficacia se haya divida en seis partes o características, que son:

- Taxonomía.
- Puntuación general.
- Instrumentos de medida.
- Tipo de aprendizaje.
- Pre-test.
- Resultados.

### *“Taxonomía”*

En el primer apartado se rellenará todo lo referente a la taxonomía, en el caso de que se haya utilizado alguna. Para ello se debe rellenar:

- El nombre de la taxonomía utilizada (“Name”, campo de texto libre).
- Los niveles a los que hace referencia dicha taxonomía (“Levels”, campo de texto libre).
- Si esta taxonomía está explícitamente referenciada en el documento, o simplemente es utilizada implícitamente en el experimento (“Explicit/Implicit”, en este campo se permitirán sólo estos dos valores).

### *“Puntuación General”*

Se deberá rellenar la puntuación general en el caso de que se puntúe la herramienta de forma global, asignándole un valor numérico.

Este campo será de texto libre.

### *“Instrumentos de Medida”*

En el caso de que para la medición de la eficacia de la herramienta se utilicen instrumentos de medida deberá indicarse cuáles se han utilizado. Para ello dispondremos de 4 campos:

- Cuestionarios (“Questionnaires”): este campo se consignará a ‘Yes’ se si han utilizado cuestionarios para medir la eficacia de la herramienta. Utilizaremos ‘No’ en caso de que explícitamente se indique en el artículo que no se han usado. Y usaremos ‘N/A’ cuando el artículo no haga referencia a este concepto.
- Exámenes (“Test”): este campo se consignará a ‘Yes’ se si han utilizado exámenes para medir la eficacia de la herramienta. Utilizaremos ‘No’ en caso de que explícitamente se indique en el artículo que no se han usado. Y usaremos ‘N/A’ cuando el artículo no haga referencia a este concepto.
- Entrevistas (“Interviews”): este campo se consignará a ‘Yes’ se si han utilizado entrevistas para medir la eficacia de la herramienta. Utilizaremos ‘No’ en caso de que explícitamente se indique en el artículo que no se han usado. Y usaremos ‘N/A’ cuando el artículo no haga referencia a este concepto.

- Other: este campo será de texto libre y se usará para indicar si se ha utilizado algún otro método para medir la eficacia de la herramienta que no coincide con ninguno de los anteriores, en ese caso simplemente se consignará el nombre o descripción del método de evaluación. Usaremos 'N/A' cuando este campo no sea necesario.

### *"Tipo de Aprendizaje"*

Se deberá además indicar el tipo de aprendizaje que se está efectuando. Los posibles valores de este campo son:

- Aprendizaje diferencial (post-pre): en este caso utilizaremos el valor 'Differential', e indica que se mide la variación del aprendizaje antes y después del tratamiento con la herramienta.
- Aprendizaje final (post): en este caso utilizaremos el valor 'Final', e indica que sólo se mide el aprendizaje por el nivel de conocimientos evaluado con el posttest, después del tratamiento con la herramienta.

### *"Pre-Test"*

En caso de que se haya utilizado un pre-test deberá indicarse.

Los posibles valores de este campo son 'Yes', 'No' y 'N/A'.

### *"Resultados"*

Además deberá incluirse por último los resultados sobre la eficacia, si fueron positivos o no fueron significativos. Los posibles valores de este campo serán: 'Significant', 'Non-Significant' y 'N/A' cuando no se indique nada sobre los resultados.

## Eficiencia

En el caso de la eficiencia se indicará qué medidas se han utilizado:

- el tiempo empleado en estudiar ("Elapsed Time - Study"),
- así como el empleado en la realización de un examen, en caso de haberlo realizado ("Elapsed Time - Exam").

Los posibles valores de estos 2 campos serán:

- 'Yes': si se ha medido esta característica.
- 'No': si no se ha medido y se justifica en el artículo o se ve claramente que no tenía que medirse.
- 'N/A' (Not Applicable): si no se hace referencia a la medición de esta característica.

## Satisfacción de los usuarios

En lo que a la satisfacción de los usuarios se refiere se tendrán en cuenta 3 aspectos fundamentales:

- Opinión Personal de los usuarios sobre ciertos aspectos,
- Uso real voluntario e
- Instrumentos de Medida.

## *"Opinión Personal"*

En la hoja de codificación identificado como "Personal Opinion on". En este apartado se intenta registrar si en los artículos analizados se ha recuperado información sobre la opinión personal de los usuarios en ciertos aspectos:

- Utilidad ("Usefulness"), se indicará como 'Yes' si se ha valorado la opinión de los usuarios en cuanto a la utilidad de la herramienta analizada. Se indicará como 'No' si no se ha tenido en cuenta este aspecto y se indicará como 'N/A' en caso de que ninguna de las 2 opciones anteriores pueda ser utilizada.
- Eficacia ("Effectiveness"), se indicará como 'Yes' si se ha valorado la opinión de los usuarios en cuanto a la eficacia de la herramienta analizada. Se indicará como 'No' si no se ha tenido en cuenta este aspecto y se indicará como 'N/A' en caso de que ninguna de las 2 opciones anteriores pueda ser utilizada.
- Gusto ("Liking"), se indicará como 'Yes' si se ha valorado la opinión de los usuarios en cuanto a si les gustaba de forma general la herramienta analizada. Se indicará como 'No' si no se ha tenido en cuenta este aspecto y se indicará como 'N/A' en caso de que ninguna de las 2 opciones anteriores pueda ser utilizada.
- Interés por la materia ("Interest in Topic"), se indicará como 'Yes' si se ha valorado la opinión de los usuarios en cuanto a su interés por la materia después de utilizar la herramienta analizada. Se indicará como 'No' si no se ha tenido en cuenta este aspecto y se indicará como 'N/A' en caso de que ninguna de las 2 opciones anteriores pueda ser utilizada.
- Fácil de Aprender ("Easy to Learn"), se indicará como 'Yes' si se ha valorado la opinión de los usuarios en cuanto a la facilidad de aprendizaje de la herramienta analizada. Se indicará como 'No' si no se ha tenido en cuenta este aspecto y se indicará como 'N/A' en caso de que ninguna de las 2 opciones anteriores pueda ser utilizada.
- Fácil de Usar ("Easy to Use"), se indicará como 'Yes' si se ha valorado la opinión de los usuarios en cuanto a la facilidad de uso de la herramienta analizada. Se indicará como 'No' si no se ha tenido en cuenta este aspecto y se indicará como 'N/A' en caso de que ninguna de las 2 opciones anteriores pueda ser utilizada.
- Uso Voluntario ("Voluntary Use"), se indicará como 'Yes' si se ha valorado la opinión de los usuarios en cuanto a si han utilizado de forma pro-activa y voluntaria de la herramienta analizada. Se indicará como 'No' si no se ha tenido en cuenta este aspecto y se indicará como 'N/A' en caso de que ninguna de las 2 opciones anteriores pueda ser utilizada.

## *"Uso Real Voluntario"*

En la hoja de codificación identificado como "Actual Voluntary Use". Este apartado se divide a su vez en:

- Registros de Sistema ("System Logs"), se indicará como 'Yes' si se han recogido y/o analizado muestras de los registros del sistema que permitan valorar el uso real voluntario por parte de los usuarios de la herramienta analizada. Se indicará como 'No' si no se ha tenido en cuenta este aspecto y se indicará como 'N/A' en caso de que ninguna de las 2 opciones anteriores pueda ser utilizada.
- Monitorización de Acceso ("Login Monitoring"), se indicará como 'Yes' si se ha monitorizado y/o analizado el acceso al sistema para poder permitir valorar el uso real voluntario por parte de los usuarios de la herramienta

analizada. Se indicará como 'No' si no se ha tenido en cuenta este aspecto y se indicará como 'N/A' en caso de que ninguna de las 2 opciones anteriores pueda ser utilizada.

## "Instrumentos de Medida"

En la hoja de codificación identificado como "Measurement Instruments". Este apartado se divide a su vez en:

- Cuestionarios ("Questionnaires"), se indicará como 'Yes' si se han utilizado cuestionarios por parte de los investigadores para poder recoger la opinión personal de los usuarios de la herramienta analizada. Se indicará como 'No' si no se ha tenido en cuenta este aspecto y se indicará como 'N/A' en caso de que ninguna de las 2 opciones anteriores pueda ser utilizada.
- Número de opciones ("Number of Options"), se indicará como 'Even' si en los cuestionarios utilizados el número de opciones en las respuestas era par. Se indicará como 'Odd' si el número de opciones en las respuestas era impar. Si no se han utilizado cuestionarios, o no se ha tenido en cuenta este aspecto, o simplemente no se dispone de la información se indicará como 'N/A'.
- Entrevistas ("Interviews"), se indicará como 'Yes' si se han utilizado entrevistas por parte de los investigadores para poder recoger la opinión personal de los usuarios de la herramienta analizada. Se indicará como 'No' si no se ha tenido en cuenta este aspecto y se indicará como 'N/A' en caso de que ninguna de las 2 opciones anteriores pueda ser utilizada.

## Facilidad de aprendizaje

La facilidad de aprendizaje se medirá como el tiempo que necesita un usuario novel para ser capaz de completar tareas básicas utilizando la herramienta educativa (en la hoja de codificación se nombra como "Elapsed Time needed to appropriately perform basic tasks"). Por ejemplo: ser capaz de resolver un problema básico en una herramienta de apoyo al conocimiento de la cinemática.

Los posibles valores de este campo serán:

- 'Yes': si se ha medido esta característica.
- 'No': si no se ha medido y se justifica en el artículo o se ve claramente que no tenía que medirse.
- 'N/A' (Not Applicable): si no se hace referencia a la medición de esta característica.

## Tolerancia a Errores

El apartado de la tolerancia a errores recoge la información relativa a 4 parámetros:

- Facilidad para arreglar errores ("Error Fixing Easiness"), este parámetro nos dirá si la herramienta permite al usuario recuperarse de un error de una manera sencilla (en ese caso el valor será 'Yes'), o si por el contrario es muy costoso o incluso a veces imposible poder volver a una ejecución correcta tras cometer un error durante el manejo de la aplicación (en ese caso el valor será 'No'). Si en el artículo no está definido utilizaremos 'N/A' (No Aplica).
- Advertencias previas al error ("Pre-error Warnings"), si la herramienta muestra mensajes de advertencia al usuario cuando está a punto de realizar

- acciones erróneas o incorrectas, entonces el valor de este campo será 'Yes'. Si no es así, el valor será 'No', y si no está definido utilizaremos 'N/A'.
- Advertencias posteriores al error ("Post-error Warnings"), si la herramienta muestra mensajes de advertencia al usuario una vez que se han realizado acciones erróneas o incorrectas, entonces el valor de este campo será 'Yes'. Si no es así, el valor será 'No', y si no está definido utilizaremos 'N/A'.
  - Evitar errores ("Errors Avoidance"), si la herramienta incluye funcionalidad que evita su manejo incorrecto y de esta forma el cometer errores, como la deshabilitación de opciones de menú cuando no se pueden o no se deben utilizar, entonces el valor de este campo será 'Yes'. Si no es así, el valor será 'No', y si no está definido utilizaremos 'N/A'.

## Anexo III: CD Adjunto de Documentación

Se adjunta a esta memoria un CD-ROM en el que se ha incluido la siguiente documentación:

'0 – ACM Articles', en esta carpeta se adjuntan todos los artículos que se han analizado como parte de este estudio.

'1 – Guía de Codificación', en esta carpeta se adjunta la Guía de Uso del Formulario de Codificación de Datos.

'2 – Hoja Excel de Codificación de Datos', en esta carpeta se adjunta la hoja Excel en la que se codificó la información de los artículos comprendidos entre los años 2000 y 2006 ambos inclusive.

'3 – Base de Datos Access', en esta carpeta se adjunta la Base de Datos Access en la que se codificó la información de los artículos comprendidos entre 1996 y 1999 ambos inclusive, así como los artículos del año 2007. Además, esta base de datos contiene las consultas que se utilizaron para analizar los datos.

'4 – Hoja Excel de Análisis de Datos', en esta carpeta se adjunta la hoja Excel en la que se realizó el análisis final de los datos y las representaciones gráficas.

'5 – Memoria del Proyecto', en esta carpeta se adjunta esta misma Memoria.

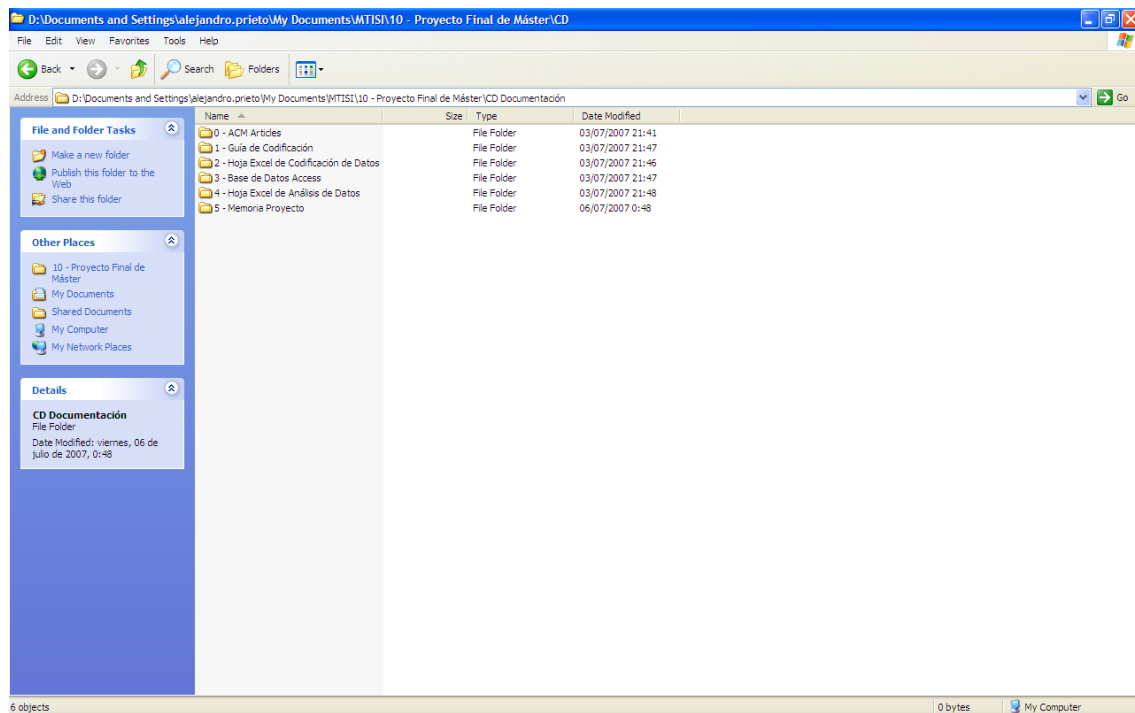


Fig. 15: Contenidos del CD Adjunto de Documentación.

## Anexo IV: BibTex de los Artículos analizados

A continuación se muestran los BibTex de los artículos donde se ha realizado una evaluación de la usabilidad de una herramienta informática educativa y que se han utilizado en este estudio.

| #  | BibTex Herramientas Evaluadas  |
|----|--|
| 1  | @inproceedings{1189166, author = {Jeffrey A. Stone}, title = {Using a machine language simulator to teach CS1 concepts}, booktitle = {ITiCSE-WGR '06: Working group reports on ITiCSE on Innovation and technology in computer science education}, year = {2006}, isbn = {1-59593-603-3}, pages = {43--45}, location = {Bologna, Italy}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1189215.1189166}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 2  | @inproceedings{1227316, author = {James H. Cross, II and T. Dean Hendrix and Jhilmil Jain and Larry A. Barowski}, title = {Dynamic object viewers for data structures}, booktitle = {SIGCSE '07: Proceedinds of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {2007}, isbn = {1-59593-361-1}, pages = {4--8}, location = {Covington, Kentucky, USA}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1227310.1227316}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 3  | @inproceedings{1227363, author = {Dave Feinberg}, title = {A visual object-oriented programming environment}, booktitle = {SIGCSE '07: Proceedinds of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {2007}, isbn = {1-59593-361-1}, pages = {140--144}, location = {Covington, Kentucky, USA}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1227310.1227363}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 4  | @inproceedings{1227461, author = {Li Xu}, title = {RobotStudio: a modern IDE-based approach to reality computing}, booktitle = {SIGCSE '07: Proceedinds of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {2007}, isbn = {1-59593-361-1}, pages = {440--444}, location = {Covington, Kentucky, USA}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1227310.1227461}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 5  | @inproceedings{1227462, author = {Christopher W. Brown and Eric A. Hardisty}, title = {RegeXeX: an interactive system providing regular expression exercises}, booktitle = {SIGCSE '07: Proceedinds of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {2007}, isbn = {1-59593-361-1}, pages = {445--449}, location = {Covington, Kentucky, USA}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1227310.1227462}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 6  | @inproceedings{305880, author = {Elena Trichina}, title = {Didactic instructional tool for topics in computer science}, booktitle = {ITiCSE '99: Proceedings of the 4th annual SIGCSE/SIGCUE ITiCSE conference on Innovation and technology in computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-087-2}, pages = {95--98}, location = {Cracow, Poland}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/305786.305880}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 7  | @inproceedings{305904, author = {Charlie Daly}, title = {RoboProf and an introductory computer programming course}, booktitle = {ITiCSE '99: Proceedings of the 4th annual SIGCSE/SIGCUE ITiCSE conference on Innovation and technology in computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-087-2}, pages = {155--158}, location = {Cracow, Poland}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/305786.305904}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 8  | @inproceedings{299779, author = {Ryan S. Baker and Michael Boilen and Michael T. Goodrich and Roberto Tamassia and B. Aaron Stibel}, title = {Testers and visualizers for teaching data structures}, booktitle = {SIGCSE '99: The proceedings of the thirtieth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-085-6}, pages = {261--265}, location = {New Orleans, Louisiana, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/299649.299779}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |
| 9  | @inproceedings{299779, author = {Ryan S. Baker and Michael Boilen and Michael T. Goodrich and Roberto Tamassia and B. Aaron Stibel}, title = {Testers and visualizers for teaching data structures}, booktitle = {SIGCSE '99: The proceedings of the thirtieth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-085-6}, pages = {261--265}, location = {New Orleans, Louisiana, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/299649.299779}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |
| 10 | @inproceedings{299800, author = {Eric Gramond and Susan H. Rodger}, title = {Using JFLAP to interact with theorems in automata theory}, booktitle = {SIGCSE '99: The proceedings of the thirtieth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-085-6}, pages = {336--340}, location = {New Orleans, Louisiana, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/299649.299800}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 11 | @inproceedings{273161, author = {Herbert L. Dershem and James Vanderhyde}, title = {Java class visualization for teaching object-oriented concepts}, booktitle = {SIGCSE '98: Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1998}, isbn = {0-89791-994-7}, pages = {53--57}, location = {Atlanta, Georgia, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/273133.273161}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 12 | @inproceedings{274327, author = {Lynne Hall and Adrian Gordon}, title = {A virtual learning environment for entity relationship modelling}, booktitle = {SIGCSE '98: Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1998}, isbn = {0-89791-994-7}, pages = {345--349}, location = {Atlanta, Georgia, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/273133.274327}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |

| #  | BibTex Herramientas Evaluadas   |
|----|---|
| 13 | @article{268828, author = {Achim W. Janser}, title = {An interactive learning system visualizing computer graphics algorithms}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {29}, number = {3}, year = {1997}, issn = {0097-8418}, pages = {21--23}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268809.268828}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 14 | @article{268089, author = {Susan H. Rodger and Anna O. Biliska and Kenneth H. Leider and Magdalena Procopiuc and Octavian Procopiuc and Jason R. Salemme and Edwin Tsang}, title = {A collection of tools for making automata theory and formal languages come alive}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {29}, number = {1}, year = {1997}, issn = {0097-8418}, pages = {15--19}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268085.268089}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }        |
| 15 | @inproceedings{268091, author = {Joel T. Stasko}, title = {Using student-built algorithm animations as learning aids}, booktitle = {SIGCSE '97: Proceedings of the twenty-eighth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1997}, isbn = {0-89791-889-4}, pages = {25--29}, location = {San Jose, California, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268084.268091}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                                    |
| 16 | @inproceedings{268101, author = {Murray W. Goldberg}, title = {CALOS: first results from an experiment in computer-aided learning for operating systems}, booktitle = {SIGCSE '97: Proceedings of the twenty-eighth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1997}, isbn = {0-89791-889-4}, pages = {48--52}, location = {San Jose, California, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268084.268101}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |
| 17 | @article{268160, author = {Rockford J. Ross and Christopher M. Boroni and Frances W. Goosey and Michael Grinder and Paul Wissenbach}, title = {WebLab! A universal and interactive teaching, learning, and laboratory environment for the World Wide Web}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {29}, number = {1}, year = {1997}, issn = {0097-8418}, pages = {199--203}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268085.268160}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                  |
| 18 | @article{236509, author = {Christopher Connelly and Alan W. Biermann and David Pennock and Peter Wu}, title = {Home-study software: flexible, interactive, and distributed software for independent study}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {1}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {63--67}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/236462.236509}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 19 | @article{236522, author = {Don Goelman}, title = {The INGRES Tutorial as a tool in teaching database theory (or, I can't believe it's not training)}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {1}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {117--119}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/236462.236522}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 20 | @article{236527, author = {Clifford A. Shaffer and Lenwood S. Heath and Jun Yang}, title = {Using the Swan data structure visualization system for computer science education}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {1}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {140--144}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/236462.236527}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 21 | @article{236560, author = {Stephen N. Freund and Eric S. Roberts}, title = {Thetis: an ANSI C programming environment designed for introductory use}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {1}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {300--304}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/236462.236560}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 22 | @article{236552, author = {Adam Brooks Webber}, title = {The Pascal Trainer}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {1}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {261--265}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/236462.236552}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 23 | @article{237539, author = {Eric Roberts}, title = {Tools for creating portable demonstration programs}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {SI}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {78--80}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/237477.237539}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 24 | @article{1272892, author = {Nurul I. Sarkar and Trevor M. Craig}, title = {A low-cost PIC unit for teaching computer hardware fundamentals to undergraduates}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {39}, number = {2}, year = {2007}, issn = {0097-8418}, pages = {88--91}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1272848.1272892}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 25 | @article{1140129, author = {Roy P. Pargas}, title = {Reducing lecture and increasing student activity in large computer science courses}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {3--7}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140129}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 26 | @article{1140130, author = {Pedro Guerreiro and Katerina Georgouli}, title = {Combating anonymousness in populous CS1 and CS2 courses}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {8--12}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140130}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 27 | @article{1140152, author = {Colin A. Higgins and Brett Bligh}, title = {Formative computer based assessment in diagram based domains}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {98--102}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140152}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 28 | @article{1140171, author = {Charles Boisvert}, title = {Web animation to communicate iterative development}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {173--177}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140171}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 29 | @article{1140179, author = {Tobias Lauer}, title = {Learner interaction with algorithm visualizations: viewing vs. changing vs. constructing}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {202--206}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140179}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 30 | @article{1140179, author = {Tobias Lauer}, title = {Learner interaction with algorithm visualizations: viewing vs. changing vs. constructing}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {202--206}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140179}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |



| #  | BibTex Herramientas Evaluadas   |
|----|---|
| 31 | @article{1140179, author = {Tobias Lauer}, title = {Learner interaction with algorithm visualizations: viewing vs. changing vs. constructing}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {202--206}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140179}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 32 | @article{1140181, author = {Isabelle Dony and Baudouin Le Charlier}, title = {A tool for helping teach a programming method}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {212--216}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140181}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 33 | @article{1140249, author = {Jaime Urquiza-Fuentes and Micael Gallego-Carrillo and Francisco Gort\&\#225;zar-Bellas and J. \&\#193;ngel Vel\&\#225;zquez-Iturbide}, title = {Visualizing the symbol table}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {341--341}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140249}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                                |
| 34 | @article{1121420, author = {Rahul Agarwal and Stephen H. Edwards and Manuel A. P\&\#233;rez-Qui\&\#241;ones}, title = {Designing an adaptive learning module to teach software testing}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {1}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {259--263}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1124706.1121420}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 35 | @article{1121428, author = {Robert F. Cohen and Arthur Meacham and Joelle Skaff}, title = {Teaching graphs to visually impaired students using an active auditory interface}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {1}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {279--282}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1124706.1121428}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 36 | @article{1121436, author = {Peter DeRosa and Kai Shen and Christopher Stewart and Jonathan Pearson}, title = {Realism and simplicity: disk simulation for instructional OS performance evaluation}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {1}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {308--312}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1124706.1121436}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                                       |
| 37 | @article{1121448, author = {Ryan McFall and Herbert Dershem and Darcy Davis}, title = {Experiences using a collaborative electronic textbook: bringing the "guide on the side" home with you}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {1}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {339--343}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1124706.1121448}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 38 | @article{1121452, author = {Kevin Bierre and Phil Ventura and Andrew Phelps and Christopher Egert}, title = {Motivating OOP by blowing things up: an exercise in cooperation and competition in an introductory java programming course}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {1}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {354--358}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1124706.1121452}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |
| 39 | @article{1121456, author = {Jungsoo Yoo and Sung Yoo and Chris Lance and Judy Hankins}, title = {Student progress monitoring tool using treeview}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {1}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {373--377}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1124706.1121456}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 40 | @article{1121460, author = {Timothy M. White and Thomas P. Way}, title = {jFAST: a java finite automata simulator}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {1}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {384--388}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1124706.1121460}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 41 | @article{1121489, author = {Roy P. Pargasa and Dhaval M. Shah}, title = {Things are clicking in computer science courses}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {1}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {474--478}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1124706.1121489}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 42 | @article{1121494, author = {Leen-Kiat Soh}, title = {Incorporating an intelligent tutoring system into CS1}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {1}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {486--490}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1124706.1121494}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 43 | @article{1067480, author = {Minoru Terada}, title = {ETV: a program trace player for students}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {37}, number = {3}, year = {2005}, issn = {0097-8418}, pages = {118--122}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1151954.1067480}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 44 | @article{1067495, author = {S. Amershi and N. Arksey and G. Carenini and C. Conati and A. Mackworth and H. Maclaren and D. Poole}, title = {Designing CSpace: pedagogy and usability in a learning environment for AI}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {37}, number = {3}, year = {2005}, issn = {0097-8418}, pages = {178--182}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1151954.1067495}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                   |
| 45 | @article{1047377, author = {Claire Kenny and Claus Pahl}, title = {Automated tutoring for a database skills training environment}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {37}, number = {1}, year = {2005}, issn = {0097-8418}, pages = {58--62}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1047124.1047377}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 46 | @article{1047411, author = {Martin C. Carlisle and Terry A. Wilson and Jeffrey W. Humphries and Steven M. Hadfield}, title = {RAPTOR: a visual programming environment for teaching algorithmic problem solving}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {37}, number = {1}, year = {2005}, issn = {0097-8418}, pages = {176--180}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1047124.1047411}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                         |
| 47 | @article{1047422, author = {Amruth N. Kumar}, title = {Results from the evaluation of the effectiveness of an online tutor on expression evaluation}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {37}, number = {1}, year = {2005}, issn = {0097-8418}, pages = {216--220}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1047124.1047422}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 48 | @article{1008007, author = {Claus Pahl and Ronan Barrett and Claire Kenny}, title = {Supporting active database learning and training through interactive multimedia}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {36}, number = {3}, year = {2004}, issn = {0097-8418}, pages = {27--31}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1026487.1008007}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |

| #  | BibTex Herramientas Evaluadas   |
|----|---|
| 49 | @article{1008026, author = {Lasse Natvig and Steinar Line}, title = {Age of computers: game-based teaching of computer fundamentals}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {36}, number = {3}, year = {2004}, issn = {0097-8418}, pages = {107--111}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1026487.1008026}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 50 | @article{1008036, author = {John Fisher and John Lowther and Ching-Kuang Shene}, title = {Curve and surface interpolation and approximation: knowledge unit and software tool}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {36}, number = {3}, year = {2004}, issn = {0097-8418}, pages = {146--150}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1026487.1008036}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                               |
| 51 | @article{1008055, author = {Shazia Sadiq and Maria Orlowska and Wasim Sadiq and Joe Lin}, title = {SQLator: an online SQL learning workbench}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {36}, number = {3}, year = {2004}, issn = {0097-8418}, pages = {223--227}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1026487.1008055}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 52 | @article{971332, author = {Eric Fernandes and Amruth N. Kumar}, title = {A tutor on scope for the programming languages course}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {36}, number = {1}, year = {2004}, issn = {0097-8418}, pages = {90--93}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1028174.971332}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 53 | @article{971348, author = {Luiz Filipe M. Vieira and Marcos Augusto M. Vieira and Newton J. Vieira}, title = {Language emulator, a helpful toolkit in the learning process of computer theory}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {36}, number = {1}, year = {2004}, issn = {0097-8418}, pages = {135--139}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1028174.971348}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                |
| 54 | @article{971460, author = {John W. Coffey and Robert Koonce}, title = {MODELeR: multimedia object design learning resource}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {36}, number = {1}, year = {2004}, issn = {0097-8418}, pages = {472--476}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1028174.971460}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 55 | @article{961590, author = {S. Xinogalos}, title = {objectKarel: a didactic microworld for teaching object-oriented programming}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {35}, number = {3}, year = {2003}, issn = {0097-8418}, pages = {233--233}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/961290.961590}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 56 | @article{611958, author = {Michael T. Grinder}, title = {A preliminary empirical evaluation of the effectiveness of a finite state automaton animator}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {35}, number = {1}, year = {2003}, issn = {0097-8418}, pages = {157--161}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/792548.611958}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 57 | @article{611994, author = {Barry Fagin and Laurence Merkle}, title = {Measuring the effectiveness of robots in teaching computer science}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {35}, number = {1}, year = {2003}, issn = {0097-8418}, pages = {307--311}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/792548.611994}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 58 | @article{544458, author = {Klaus Marius Hansen and Anne Vinter Ratzner}, title = {Tool support for collaborative teaching and learning of object-oriented modeling}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {3}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {146--150}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/637610.544458}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 59 | @article{544464, author = {Harsh Shah and Amruth N. Kumar}, title = {A tutoring system for parameter passing in programming languages}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {3}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {170--174}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/637610.544464}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 60 | @article{563490, author = {Stacy Lukins and Alan Levicki and Jennifer Burg}, title = {A tutorial program for propositional logic with human/computer interactive learning}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {1}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {381--385}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/563517.563490}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                                     |
| 61 | @article{377495, author = {Vic Ciesielski and Peter McDonald}, title = {Using animation of state space algorithms to overcome student learning difficulties}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {33}, number = {3}, year = {2001}, issn = {0097-8418}, pages = {97--100}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/507758.377495}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 62 | @article{377497, author = {Sami Khuri and Klaus Holzapfel}, title = {EVEGA: an educational visualization environment for graph algorithms}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {33}, number = {3}, year = {2001}, issn = {0097-8418}, pages = {101--104}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/507758.377497}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 63 | @article{377675, author = {William Fone}, title = {Using a familiar package to demonstrate a difficult concept: using an excel spreadsheet model to explain the concepts of neural networks to undergraduates}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {33}, number = {3}, year = {2001}, issn = {0097-8418}, pages = {165--168}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/507758.377675}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |
| 64 | @article{571954, author = {Jucaim E. Butler and Jay B. Brockman}, title = {A web-based learning tool that simulates a simple computer architecture}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {33}, number = {2}, year = {2001}, issn = {0097-8418}, pages = {47--50}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/571922.571954}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 65 | @article{355371, author = {M. Afzal Bhatti}, title = {Visual tool for teaching synchronization problems in operating systems}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {2}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {44--45}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/355354.355371}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 66 | @article{331829, author = {Thomas L. Naps and James R. Eagan and Laura L. Norton}, title = {JHAVÉ—an environment to actively engage students in Web-based algorithm visualizations}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {1}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {109--113}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/331795.331829}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                            |

| #  | BibTex Herramientas Evaluadas  |
|----|--|
| 67 | @article{331829, author = {Thomas L. Naps and James R. Eagan and Laura L. Norton}, title = {JHAVÉ—an environment to actively engage students in Web-based algorithm visualizations}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {1}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {109--113}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/331795.331829}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 68 | @article{331875, author = {Carlisle E. George}, title = {EROSI—visualising recursion and discovering new errors}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {1}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {305--309}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/331795.331875}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 69 | @article{331890, author = {T. Dean Hendrix and James H. Cross, II and Saeed Maghsoodloo and Matthew L. McKinney}, title = {Do visualizations improve program comprehensibility? experiments with control structure diagrams for Java}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {1}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {382--386}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/331795.331890}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |

A continuación se muestran los BibTex de los artículos donde se habla de herramientas informáticas educativas, pero sobre las que no se ha realizado una evaluación de la usabilidad y que se han utilizado en este estudio.

| #  | BibTex Non-evaluated Tools   |
|----|--|
| 1  | @article{1189171, author = {Torben Lorenzen and Abdul Sattar}, title = {Teach graphics using excel in place of a graphing calculator}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {4}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {61--63}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1189136.1189171}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 2  | @inproceedings{1227349, author = {Ruedi Arnold and Marc Langheinrich and Werner Hartmann}, title = {InfoTraffic: teaching important concepts of computer science and math through real-world examples}, booktitle = {SIGCSE '07: Proceedinds of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {2007}, isbn = {1-59593-361-1}, pages = {105--109}, location = {Covington, Kentucky, USA}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1227310.1227349}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 3  | @inproceedings{1227349, author = {Ruedi Arnold and Marc Langheinrich and Werner Hartmann}, title = {InfoTraffic: teaching important concepts of computer science and math through real-world examples}, booktitle = {SIGCSE '07: Proceedinds of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {2007}, isbn = {1-59593-361-1}, pages = {105--109}, location = {Covington, Kentucky, USA}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1227310.1227349}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 4  | @inproceedings{1227367, author = {Erik Carson and Ian Parberry and Bradley Jensen}, title = {Algorithm explorer: visualizing algorithms in a 3D multimedia environment}, booktitle = {SIGCSE '07: Proceedinds of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {2007}, isbn = {1-59593-361-1}, pages = {155--159}, location = {Covington, Kentucky, USA}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1227310.1227367}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 5  | @inproceedings{1227401, author = {Mike Bailey and Steve Cunningham}, title = {A hands-on environment for teaching GPU programming}, booktitle = {SIGCSE '07: Proceedinds of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {2007}, isbn = {1-59593-361-1}, pages = {254--258}, location = {Covington, Kentucky, USA}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1227310.1227401}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 6  | @inproceedings{1227413, author = {J. Stanley Warford and Ryan Okelberry}, title = {Pep8CPU: a programmable simulator for a central processing unit}, booktitle = {SIGCSE '07: Proceedinds of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {2007}, isbn = {1-59593-361-1}, pages = {288--292}, location = {Covington, Kentucky, USA}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1227310.1227413}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 7  | @inproceedings{1227491, author = {Steven Robbins}, title = {A Java execution simulator}, booktitle = {SIGCSE '07: Proceedinds of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {2007}, isbn = {1-59593-361-1}, pages = {536--540}, location = {Covington, Kentucky, USA}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1227310.1227491}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 8  | @inproceedings{1227498, author = {Edward Sciore}, title = {SimpleDB: a simple java-based multiuser syst for teaching database internals}, booktitle = {SIGCSE '07: Proceedinds of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {2007}, isbn = {1-59593-361-1}, pages = {561--565}, location = {Covington, Kentucky, USA}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1227310.1227498}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 9  | @inproceedings{1227499, author = {Haifeng Liu and Xianglan Chen and Yuchang Gong}, title = {BabyOS: a fresh start}, booktitle = {SIGCSE '07: Proceedinds of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {2007}, isbn = {1-59593-361-1}, pages = {566--570}, location = {Covington, Kentucky, USA}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1227310.1227499}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 10 | @inproceedings{305875, author = {Mordechai Ben-Ari and Shawn Silverman}, title = {DPLab: an environment for distributed programming}, booktitle = {ITICSE '99: Proceedings of the 4th annual SIGCSE/SIGCUE ITICSE conference on Innovation and technology in computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-087-2}, pages = {91--94}, location = {Cracow, Poland}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/305786.305875}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 11 | @inproceedings{305881, author = {Santiago Rodr\&#237;guez de la Fuente and M. Isabel Garc\&#237;a Clemente and Rafael M\&#237;ndez Cavanillas}, title = {Teaching computer architecture with a new superscalar processor emulator}, booktitle = {ITICSE '99: Proceedings of the 4th annual SIGCSE/SIGCUE ITICSE conference on Innovation and technology in computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-087-2}, pages = {99--102}, location = {Cracow, Poland}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/305786.305881}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |

| #  | BibTex Non-evaluated Tools   |
|----|--|
| 12 | @inproceedings{305884, author = {Boris Koldehofe and Marina Papatriantafidou and Philippas Tsigas}, title = {Distributed algorithms visualisation for educational purposes}, booktitle = {ITiCSE '99: Proceedings of the 4th annual SIGCSE/SIGCUE ITiCSE conference on Innovation and technology in computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-087-2}, pages = {103--106}, location = {Cracow, Poland}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/305786.305884}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 13 | @inproceedings{305893, author = {John Hewson and Wendy Doube and Michael Calagaz}, title = {A multimedia animated simulation generator}, booktitle = {ITiCSE '99: Proceedings of the 4th annual SIGCSE/SIGCUE ITiCSE conference on Innovation and technology in computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-087-2}, pages = {131--134}, location = {Cracow, Poland}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/305786.305893}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 14 | @inproceedings{305896, author = {Ursula Wolz and Elliot Koffman}, title = {simpleIO: a Java package for novice interactive and graphics programming}, booktitle = {ITiCSE '99: Proceedings of the 4th annual SIGCSE/SIGCUE ITiCSE conference on Innovation and technology in computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-087-2}, pages = {139--142}, location = {Cracow, Poland}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/305786.305896}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 15 | @article{305922, author = {M. Luisa C\&\#243;rdoba Cabeza and M. Isabel Garc\&\#237;a Clemente and M. Luz Rubio}, title = {CacheSim: a cache simulator for teaching memory hierarchy behaviour}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {31}, number = {3}, year = {1999}, issn = {0097-8418}, pages = {181}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/384267.305922}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 16 | @inproceedings{305942, author = {Alfred J. Rossi}, title = {KPPCDL: an Internet based shared environment for introductory programming education}, booktitle = {ITiCSE '99: Proceedings of the 4th annual SIGCSE/SIGCUE ITiCSE conference on Innovation and technology in computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-087-2}, pages = {196}, location = {Cracow, Poland}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/305786.305942}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 17 | @inproceedings{305962, author = {Chris Power}, title = {Designer—a logic diagram design tool}, booktitle = {ITiCSE '99: Proceedings of the 4th annual SIGCSE/SIGCUE ITiCSE conference on Innovation and technology in computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-087-2}, pages = {211}, location = {Cracow, Poland}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/305786.305962}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 18 | @article{305963, author = {Ursula Wolz and Elliot Koffman}, title = {simpleIO: a Java package for novice interactive and graphics programming}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {31}, number = {3}, year = {1999}, issn = {0097-8418}, pages = {212}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/384267.305963}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 19 | @article{571568, author = {Zoltan Juhasz}, title = {Using spreadsheets as a simple and effective teaching tool for predicting and visualizing parallel program performance}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {31}, number = {2}, year = {1999}, issn = {0097-8418}, pages = {51--54}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/571535.571568}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 20 | @article{571578, author = {Ola \&\#197;gren}, title = {Teaching computer concepts using virtual machines}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {31}, number = {2}, year = {1999}, issn = {0097-8418}, pages = {84--85}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/571535.571578}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 21 | @inproceedings{299683, author = {Mauro Morsiani and Renzo Davoli}, title = {Learning operating systems structure and implementation through the MPS computer system simulator}, booktitle = {SIGCSE '99: The proceedings of the thirtieth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-085-6}, pages = {63--67}, location = {New Orleans, Louisiana, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/299649.299683}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 22 | @inproceedings{299685, author = {Jae C. Oh and Daniel Moss\&\#233;}, title = {Teaching real time OSs with DORITOS}, booktitle = {SIGCSE '99: The proceedings of the thirtieth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-085-6}, pages = {68--72}, location = {New Orleans, Louisiana, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/299649.299685}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 23 | @inproceedings{299704, author = {Matthew B. Robinson and Jason A. Hamshar and Jorge E. Novillo and Andrew T. Duchowski}, title = {A Java-based tool for reasoning about models of computation through simulating finite automata and Turing machines}, booktitle = {SIGCSE '99: The proceedings of the thirtieth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-085-6}, pages = {105--109}, location = {New Orleans, Louisiana, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/299649.299704}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |
| 24 | @inproceedings{299764, author = {Sami Khuri and Hsiu-Chin Hsu}, title = {Visualizing the CPU scheduler and page replacement algorithms}, booktitle = {SIGCSE '99: The proceedings of the thirtieth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-085-6}, pages = {227--231}, location = {New Orleans, Louisiana, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/299649.299764}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 25 | @inproceedings{299767, author = {Thomas L. Naps and Eric E. Chan}, title = {Using visualization to teach parallel algorithms}, booktitle = {SIGCSE '99: The proceedings of the thirtieth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-085-6}, pages = {232--236}, location = {New Orleans, Louisiana, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/299649.299767}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 26 | @inproceedings{299777, author = {Richard Rasala}, title = {Automatic array algorithm animation in C++}, booktitle = {SIGCSE '99: The proceedings of the thirtieth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-085-6}, pages = {257--260}, location = {New Orleans, Louisiana, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/299649.299777}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 27 | @inproceedings{299786, author = {Uta Ziegler and Thad Crews}, title = {An integrated program development tool for teaching and learning how to program}, booktitle = {SIGCSE '99: The proceedings of the thirtieth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-085-6}, pages   |

| #  | BibTex Non-evaluated Tools  |
|----|---|
|    | = {276--280}, location = {New Orleans, Louisiana, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/299649.299786}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 28 | @inproceedings{299793, author = {Arturo I. Conception and Lawrence E. Cummins and Ernest J. Moran and Man M. Do}, title = {Algorithm 98: an algorithm animation project}, booktitle = {SIGCSE '99: The proceedings of the thirtieth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1999}, isbn = {1-58113-085-6}, pages = {301--305}, location = {New Orleans, Louisiana, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/299649.299793}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                     |
| 29 | @inproceedings{283024, author = {V. Dagdilelis and M. Satratzemi}, title = {DIDAGRAPH: software for teaching graph theory algorithms}, booktitle = {ITiCSE '98: Proceedings of the 6th annual conference on the teaching of computing and the 3rd annual conference on Integrating technology into computer science education}, year = {1998}, isbn = {1-58113-000-7}, pages = {64--68}, location = {Dublin City Univ., Ireland}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/282991.283024}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |
| 30 | @inproceedings{283123, author = {R. Daniel Resler and Dean M. Deaver}, title = {VCOCO: a visualisation tool for teaching compilers}, booktitle = {ITiCSE '98: Proceedings of the 6th annual conference on the teaching of computing and the 3rd annual conference on Integrating technology into computer science education}, year = {1998}, isbn = {1-58113-000-7}, pages = {199--202}, location = {Dublin City Univ., Ireland}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/282991.283123}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |
| 31 | @article{283637, author = {Glenn Rowe and Gareth Thorburn}, title = {VINCE—an on-line tutorial tool for teaching introductory programming (poster)}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {30}, number = {3}, year = {1998}, issn = {0097-8418}, pages = {304}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/290320.283637}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 32 | @inproceedings{273170, author = {Yuan Zhao and John Lowther and Ching-Kuang Shene}, title = {A tool for teaching curve design}, booktitle = {SIGCSE '98: Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1998}, isbn = {0-89791-994-7}, pages = {97--101}, location = {Atlanta, Georgia, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/273133.273170}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 33 | @inproceedings{273171, author = {Bob Barr and Sung Yoo and Tom Cheatham}, title = {Network monitoring system design}, booktitle = {SIGCSE '98: Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1998}, isbn = {0-89791-994-7}, pages = {102--106}, location = {Atlanta, Georgia, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/273133.273171}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 34 | @inproceedings{274301, author = {Herbert L. Dershem and Peter Brummund}, title = {Tools for Web-based sorting animation}, booktitle = {SIGCSE '98: Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1998}, isbn = {0-89791-994-7}, pages = {222--226}, location = {Atlanta, Georgia, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/273133.274301}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 35 | @inproceedings{274302, author = {M. A. Egan and M. Krishnamoorthy and K. Rajan}, title = {FLUST: a visualization tool for fuzzy clustering}, booktitle = {SIGCSE '98: Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1998}, isbn = {0-89791-994-7}, pages = {227--231}, location = {Atlanta, Georgia, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/273133.274302}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 36 | @inproceedings{274303, author = {Sami Khuri and Yanti Sugono}, title = {Animating parsing algorithms}, booktitle = {SIGCSE '98: Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1998}, isbn = {0-89791-994-7}, pages = {232--236}, location = {Atlanta, Georgia, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/273133.274303}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 37 | @inproceedings{274304, author = {Barry L. Kurtz and Hong Cai and Chris Plock and Xijia Chen}, title = {A concurrency simulator designed for sophomore-level instruction}, booktitle = {SIGCSE '98: Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1998}, isbn = {0-89791-994-7}, pages = {237--241}, location = {Atlanta, Georgia, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/273133.274304}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                            |
| 38 | @inproceedings{274310, author = {Willard C. Pierson and Susan H. Rodger}, title = {Web-based animation of data structures using JAWAA}, booktitle = {SIGCSE '98: Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1998}, isbn = {0-89791-994-7}, pages = {267--271}, location = {Atlanta, Georgia, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/273133.274310}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 39 | @inproceedings{274311, author = {Raghvinder S. Sangwan and James F. Korsh and Paul S. LaFollette, Jr.}, title = {A system for program visualization in the classroom}, booktitle = {SIGCSE '98: Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1998}, isbn = {0-89791-994-7}, pages = {272--276}, location = {Atlanta, Georgia, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/273133.274311}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                               |
| 40 | @inproceedings{274312, author = {Thomas L. Naps and Eric Bressler}, title = {A multi-windowed environment for simultaneous visualization of related algorithms on the World Wide Web}, booktitle = {SIGCSE '98: Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1998}, isbn = {0-89791-994-7}, pages = {277--281}, location = {Atlanta, Georgia, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/273133.274312}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }               |
| 41 | @inproceedings{274318, author = {Antonija Mitrovic}, title = {Learning SQL with a computerized tutor}, booktitle = {SIGCSE '98: Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1998}, isbn = {0-89791-994-7}, pages = {307--311}, location = {Atlanta, Georgia, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/273133.274318}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 42 | @inproceedings{274326, author = {Deepak Kumar and Lisa Meeden}, title = {A robot laboratory for teaching artificial intelligence}, booktitle = {SIGCSE '98: Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1998}, isbn = {0-89791-994-7}, pages = {341--344}, location = {Atlanta, Georgia, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/273133.274326}, publisher = {ACM  |

| #  | BibTex Non-evaluated Tools  |
|----|---|
|    | Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 43 | @article{271153, author = {Jos\&\#233; M. P\&\#233;rez Villadeamigo and Santiago Rodr\&\#237;guez de la Fuente and Rafael M\&\#233;nde z Cavanillas and M. Isabel Garc\&\#237;a Clemente}, title = {The em88110: emulating a superscalar processor}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {29}, number = {4}, year = {1997}, issn = {0097-8418}, pages = {45--50}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/271125.271153}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 44 | @article{268827, author = {Jonathan Berry}, title = {Improving discrete mathematics and algorithms curricula with LINK}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {29}, number = {3}, year = {1997}, issn = {0097-8418}, pages = {14--20}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268809.268827}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 45 | @article{268829, author = {E. Rautama and E. Sutinen and J. Tarhio}, title = {Excel as an algorithm animation environment}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {29}, number = {3}, year = {1997}, issn = {0097-8418}, pages = {24--26}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268809.268829}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 46 | @article{268830, author = {E. K. Burke and D. B. Varley}, title = {A genetic algorithms tutorial tool for numerical function optimisation}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {29}, number = {3}, year = {1997}, issn = {0097-8418}, pages = {27--30}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268809.268830}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 47 | @article{268852, author = {Dimitrios Theotokis and George Gyftodimos and Panagiotis Georgiadis and George Philokyprou}, title = {VIBDaST: a virtual interactive book as a data structures teaching aid}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {29}, number = {3}, year = {1997}, issn = {0097-8418}, pages = {111--113}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268809.268852}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 48 | @article{271055, author = {Gordana Jovanovic-Dolecek}, title = {FASRS—demo package for Fourier analysis of stationary random signals}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {29}, number = {2}, year = {1997}, issn = {0097-8418}, pages = {46--53}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/271042.271055}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 49 | @inproceedings{268097, author = {Richard E. Pattis}, title = {Teaching OOP in C++ using an artificial life framework}, booktitle = {SIGCSE '97: Proceedings of the twenty-eighth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1997}, isbn = {0-89791-889-4}, pages = {39--43}, location = {San Jose, California, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268084.268097}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 50 | @inproceedings{268131, author = {Suzanne W. Dietrich and Eric Eckert and Kevin Piscator}, title = {WinRDBI: a Windows-based relational database educational tool}, booktitle = {SIGCSE '97: Proceedings of the twenty-eighth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1997}, isbn = {0-89791-889-4}, pages = {126--130}, location = {San Jose, California, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268084.268131}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 51 | @inproceedings{268156, author = {Lucio C. Tinoco and N. Dwight Barnette and Edward A. Fox}, title = {Online evaluation in WWW-based courseware}, booktitle = {SIGCSE '97: Proceedings of the twenty-eighth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1997}, isbn = {0-89791-889-4}, pages = {194--198}, location = {San Jose, California, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268084.268156}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 52 | @inproceedings{268175, author = {David Jackson and Andrew Fovargue}, title = {The use of animation to explain genetic algorithms}, booktitle = {SIGCSE '97: Proceedings of the twenty-eighth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1997}, isbn = {0-89791-889-4}, pages = {243--247}, location = {San Jose, California, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268084.268175}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 53 | @inproceedings{268178, author = {Marta Pati\&\#241;o-Mart\&\#237;nez and J. Ignacio Castell\&\#243;-G\&\#243;mez and Ricardo Jim\&\#233;nez-Peris}, title = {AnLex and AnSin: a compiler generator system for beginners}, booktitle = {SIGCSE '97: Proceedings of the twenty-eighth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1997}, isbn = {0-89791-889-4}, pages = {248--252}, location = {San Jose, California, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268084.268178}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |
| 54 | @inproceedings{268190, author = {Mike Livesey}, title = {STAMPS: a state-machine based processor simulator}, booktitle = {SIGCSE '97: Proceedings of the twenty-eighth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1997}, isbn = {0-89791-889-4}, pages = {267--271}, location = {San Jose, California, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268084.268190}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 55 | @inproceedings{268192, author = {Paul Ashton}, title = {Using interaction networks for visualisation of message passing}, booktitle = {SIGCSE '97: Proceedings of the twenty-eighth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1997}, isbn = {0-89791-889-4}, pages = {272--276}, location = {San Jose, California, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268084.268192}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 56 | @inproceedings{268201, author = {Mark J. Sebern}, title = {Iterative development and commercial tools in an undergraduate software engineering course}, booktitle = {SIGCSE '97: Proceedings of the twenty-eighth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1997}, isbn = {0-89791-889-4}, pages = {306--309}, location = {San Jose, California, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268084.268201}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 57 | @inproceedings{268213, author = {Mark Woodman and Robert Griffiths and Simon Holland and Andrew Law}, title = {The object shop—using CD-ROM multimedia to introduce object concepts}, booktitle = {SIGCSE '97: Proceedings of the twenty-eighth SIGCSE technical symposium on Computer science education}, year = {1997}, isbn = {0-89791-889-4}, pages = {345--349}, location = {San Jose, California, United States}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/268084.268213}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                                     |
| 58 | @article{242663, author = {Karen A. Lemone and Walter Ching}, title = {Easing into C++: experiences with RoBOTL}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {4}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages   |

| #  | BibTex Non-evaluated Tools  |
|----|---|
|    | = {45--49}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/242649.242663}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 59 | @article{236510, author = {R. Mark Meyer}, title = {CANLOGS: a logic gate simulator for all seasons}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {1}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {58--62}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/236462.236510}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 60 | @article{236578, author = {David A. Goldman and Richard R. Eckert and Maxine S. Cohen}, title = {Three-dimensional computation visualization for computer graphics rendering algorithms}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {1}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {358--362}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/236462.236578}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                             |
| 61 | @article{236533, author = {Bill Bynum and Tracy Camp}, title = {After you, Alfonse: a mutual exclusion toolkit}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {1}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {170--174}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/236462.236533}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 62 | @article{236534, author = {Murray W. Goldberg}, title = {CALOS: an experiment with computer-aided learning for operating systems}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {1}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {175--179}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/236462.236534}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 63 | @article{236561, author = {Thomas L. Naps and Jeremy Stenglein}, title = {Tools for visual exploration of scope and parameter passing in a programming languages course}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {1}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {305--309}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/236462.236561}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 64 | @article{236526, author = {Christopher M. Boroni and Torlief J. Eneboe and Frances W. Goosey and Jason A. Ross and Rockford J. Ross}, title = {Dancing with DynaLab: endearing the science of computing to students}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {1}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {135--139}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/236462.236526}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |
| 65 | @article{237555, author = {Ainslie E. Ellis}, title = {Design, implementation and testing techniques for multimedia industrial experience projects}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {SI}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {119--121}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/237477.237555}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 66 | @article{237522, author = {David Jackson and Ian G. Morton}, title = {Algorithm animation of neural networks}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {SI}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {39--41}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/237477.237522}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 67 | @article{237516, author = {Ken Brodliie and Jason Wood and Helen Wright}, title = {Scientific visualization\—some novel approaches to learning}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {SI}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {28--32}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/237477.237516}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 68 | @article{237525, author = {Blaise W. Liffick and Robert Aiken}, title = {A novice programmer's support environment}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {SI}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {49--51}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/237477.237525}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 69 | @article{237480, author = {Stephen J. Hartley}, title = {A hypermedia lab manual for operating systems: using the network to teach}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {SI}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {8--10}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/237477.237480}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 70 | @article{237518, author = {P. S. Coe and L. M. Williams and R. N. Ibbett}, title = {An interactive environment for the teaching of computer architecture}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {SI}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {33--35}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/237477.237518}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 71 | @article{237514, author = {Sami Khuri and Jason Williams}, title = {Neuralis: an artificial neural network package}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {28}, number = {SI}, year = {1996}, issn = {0097-8418}, pages = {25--27}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/237477.237514}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 72 | @article{1272889, author = {Ali Rafieymehr and Richard McKeever}, title = {Java visual debugger}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {39}, number = {2}, year = {2007}, issn = {0097-8418}, pages = {75--79}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1272848.1272889}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 73 | @article{961642, author = {George Papadopoulos and Hariton M. Polatoglou}, title = {Using ToolBook authoring tool to facilitate the teaching of algorithms}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {35}, number = {3}, year = {2003}, issn = {0097-8418}, pages = {277--277}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/961290.961642}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 74 | @article{1140147, author = {Paolo Giangrandi and Claudio Mirolo}, title = {"Numeri e Macchine": a virtual museum to learn the history of computing}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {78--82}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140147}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 75 | @article{1140159, author = {Ming-Yu Chen and Jyh-Da Wei and Jeng-Hung Huang and D. T. Lee}, title = {Design and applications of an algorithm benchmark system in a computational problem solving environment}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {123--127}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140159}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }      |
| 76 | @article{1140172, author = {Petri Gerdts and Jorma Sajaniemi}, title = {A web-based service for the automatic detection of roles of variables}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {178--182}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140172}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |

| #  | BibTex Non-evaluated Tools   |
|----|--|
| 77 | @article{1140191, author = {Pedro Pablo G\&\#243;mez-Mart\&\#237;n and Marco Antonio G\&\#243;mez-Mart\&\#237;n}, title = {Fast application development to demonstrate computer graphics concepts}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {250--254}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140191}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                        |
| 78 | @article{1140199, author = {James H. Paterson and John Haddow and Michael Nairn}, title = {A design patterns extension for the BlueJ IDE}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {280--284}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140199}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 79 | @article{1140211, author = {Michael Hielscher and Christian Wagenknecht}, title = {AtoCC: learning environment for teaching theory of automata and formal languages}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {306--306}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140211}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 80 | @article{1140212, author = {Joe Bergin}, title = {Karel universe drag & drop editor}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {307--307}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140212}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 81 | @article{1140269, author = {Jon Wise}, title = {GoJava: a java development tool for beginners}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {3}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {359--359}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1140123.1140269}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 82 | @article{1121435, author = {Steven Robbins}, title = {A UNIX concurrent I/O simulator}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {1}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {303--307}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1124706.1121435}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 83 | @article{1121459, author = {Susan H. Rodger and Bart Bressler and Thomas Finley and Stephen Reading}, title = {Turning automata theory into a hands-on course}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {38}, number = {1}, year = {2006}, issn = {0097-8418}, pages = {379--383}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1124706.1121459}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 84 | @article{1067504, author = {Donald L. Tobin, Jr. and Michael S. Ware}, title = {Using a windows attack intRusion emulator (AWARE) to teach computer security awareness}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {37}, number = {3}, year = {2005}, issn = {0097-8418}, pages = {213--217}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1151954.1067504}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 85 | @article{1067587, author = {Micael Gallego-Carrillo and Francisco Gort\&\#225;zar-Bellas and Jaime Urquiza-Fuentes and J. \&\#193;ngel Vel\&\#225;zquez-Iturbide}, title = {SOTA: a visualization tool for symbol tables}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {37}, number = {3}, year = {2005}, issn = {0097-8418}, pages = {385--385}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1151954.1067587}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |
| 86 | @article{1113879, author = {Mingshen Wu}, title = {Teaching graph algorithms using online java package IAPPGA}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {37}, number = {4}, year = {2005}, issn = {0097-8418}, pages = {64--68}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1113847.1113879}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 87 | @article{1008083, author = {Mordechai Ben-Ari}, title = {A suite of tools for teaching concurrency}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {36}, number = {3}, year = {2004}, issn = {0097-8418}, pages = {251--251}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1026487.1008083}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 88 | @article{1008083, author = {Mordechai Ben-Ari}, title = {A suite of tools for teaching concurrency}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {36}, number = {3}, year = {2004}, issn = {0097-8418}, pages = {251--251}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1026487.1008083}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 89 | @article{1008083, author = {Mordechai Ben-Ari}, title = {A suite of tools for teaching concurrency}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {36}, number = {3}, year = {2004}, issn = {0097-8418}, pages = {251--251}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1026487.1008083}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 90 | @article{1008083, author = {Mordechai Ben-Ari}, title = {A suite of tools for teaching concurrency}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {36}, number = {3}, year = {2004}, issn = {0097-8418}, pages = {251--251}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1026487.1008083}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 91 | @article{1008085, author = {Charles Boisvert}, title = {eL-CID: communicating iterative program design}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {36}, number = {3}, year = {2004}, issn = {0097-8418}, pages = {253--253}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1026487.1008085}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 92 | @article{1008100, author = {Amruth Kumar}, title = {Web-based tutors for learning programming in C++/Java}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {36}, number = {3}, year = {2004}, issn = {0097-8418}, pages = {266--266}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1026487.1008100}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 93 | @article{971311, author = {Jim Etheredge}, title = {CMeRun: program logic debugging courseware for CS1/CS2 students}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {36}, number = {1}, year = {2004}, issn = {0097-8418}, pages = {22--25}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/1028174.971311}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 94 | @article{611968, author = {Dean Sanders and Brian Dorn}, title = {Jeroo: a tool for introducing object-oriented programming}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {35}, number = {1}, year = {2003}, issn = {0097-8418}, pages = {201--204}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/792548.611968}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 95 | @article{820169, author = {David G. Hannay}, title = {Interactive tools for computation theory}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {4}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {68--70}, doi =   |



| #   | BibTex Non-evaluated Tools   |
|-----|--|
|     | { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/820127.820169">http://doi.acm.org/10.1145/820127.820169</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 96  | @article{544448, author = {Steve Carr and Ping Chen and Timothy R. Jozwowski and Jean Mayo and Ching-Kuang Shene}, title = {Channels, visualization, and topology editor}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {3}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {106--110}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/637610.544448">http://doi.acm.org/10.1145/637610.544448</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 97  | @article{544448, author = {Steve Carr and Ping Chen and Timothy R. Jozwowski and Jean Mayo and Ching-Kuang Shene}, title = {Channels, visualization, and topology editor}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {3}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {106--110}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/637610.544448">http://doi.acm.org/10.1145/637610.544448</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 98  | @article{544449, author = {Wolfgang Schreiner}, title = {A java toolkit for teaching distributed algorithms}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {3}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {111--115}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/637610.544449">http://doi.acm.org/10.1145/637610.544449</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 99  | @article{544494, author = {Peter Holdfeldt and Boris Koldehofe and Carina Lindskog and Torbjørn Olsson and Wanja Petersson and Jonas Svensson and Linus Valtersson}, title = {EnViDiA: an educational environment for visualization of distributed algorithms in virtual environments}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {3}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {226--226}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/637610.544494">http://doi.acm.org/10.1145/637610.544494</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |
| 100 | @article{544496, author = {Christian Collberg and Stephen G. Kobourov and Jessica Miller and Suzanne Westbrook}, title = {A\&\#95;goVista: a tool to enhance algorithm design and understanding}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {3}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {228--228}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/637610.544496">http://doi.acm.org/10.1145/637610.544496</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 101 | @article{544497, author = {Ching-Kuang Shene}, title = {ThreadMentor: a system for teaching multithreaded programming}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {3}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {229--229}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/637610.544497">http://doi.acm.org/10.1145/637610.544497</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 102 | @article{563364, author = {Michael T. Grinder}, title = {Animating automata: a cross-platform program for teaching finite automata}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {1}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {63--67}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/563517.563364">http://doi.acm.org/10.1145/563517.563364</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 103 | @article{563383, author = {David A. Holland and Ada T. Lim and Margo I. Seltzer}, title = {A new instructional operating system}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {1}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {111--115}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/563517.563383">http://doi.acm.org/10.1145/563517.563383</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 104 | @article{563384, author = {Benjamin Atkin and Emin G\&\#252;n Sirel}, title = {PortOS: an educational operating system for the Post-PC environment}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {1}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {116--120}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/563517.563384">http://doi.acm.org/10.1145/563517.563384</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 105 | @article{563395, author = {Eric Allen and Robert Cartwright and Brian Stoler}, title = {DrJava: a lightweight pedagogic environment for Java}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {1}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {137--141}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/563517.563395">http://doi.acm.org/10.1145/563517.563395</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 106 | @article{563414, author = {Linda Stern and Lee Naish}, title = {Visual representations for recursive algorithms}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {1}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {196--200}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/563517.563414">http://doi.acm.org/10.1145/563517.563414</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 107 | @article{563432, author = {Dejan Nikolic and Ching-Kuang Shene}, title = {GraphicsMentor: a tool for learning graphics fundamentals}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {1}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {242--246}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/563517.563432">http://doi.acm.org/10.1145/563517.563432</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 108 | @article{563489, author = {Jennifer McDonald}, title = {Interactive Pushdown Automata Animation}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {34}, number = {1}, year = {2002}, issn = {0097-8418}, pages = {376--380}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/563517.563489">http://doi.acm.org/10.1145/563517.563489</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 109 | @article{572168, author = {Rog\&\#233;rio Reis and Nelma Moreira}, title = {Apoos: an environment for a first course in assembly language programming}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {33}, number = {4}, year = {2001}, issn = {0097-8418}, pages = {43--47}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/572139.572168">http://doi.acm.org/10.1145/572139.572168</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 110 | @article{377667, author = {Maria Satratzemi and Vassilios Dagdilelis and Georgios Evagelidis}, title = {A system for program visualization and problem-solving path assessment of novice programmers}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {33}, number = {3}, year = {2001}, issn = {0097-8418}, pages = {137--140}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/507758.377667">http://doi.acm.org/10.1145/507758.377667</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 111 | @article{377667, author = {Maria Satratzemi and Vassilios Dagdilelis and Georgios Evagelidis}, title = {A system for program visualization and problem-solving path assessment of novice programmers}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {33}, number = {3}, year = {2001}, issn = {0097-8418}, pages = {137--140}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/507758.377667">http://doi.acm.org/10.1145/507758.377667</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 112 | @article{364529, author = {Duane Buck and David J. Stucki}, title = {JKarelRobot: a case study in supporting levels of cognitive development in the computer science curriculum}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {33}, number = {1}, year = {2001}, issn = {0097-8418}, pages = {16--20}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/366413.364529">http://doi.acm.org/10.1145/366413.364529</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 113 | @article{364535, author = {Joseph A. Turner and Joseph L. Zachary}, title = {Javiva: a tool for visualizing and validating student-written Java programs}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {33}, number = {1}, year = {2001}, issn = {0097-8418}, pages = {45--49}, doi = { <a href="http://doi.acm.org/10.1145/366413.364535">http://doi.acm.org/10.1145/366413.364535</a> }, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |

| #   | BibTex Non-evaluated Tools  |
|-----|---|
| 114 | @article{364553, author = {Robert M. Harlan and David B. Levine and Shelley McClarigan}, title = {The Khepera robot and the kRobot class: a platform for introducing robotics in the undergraduate curriculum}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {33}, number = {1}, year = {2001}, issn = {0097-8418}, pages = {105--109}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/366413.364553}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }           |
| 115 | @article{364585, author = {William Yurcik and Larry Brumbaugh}, title = {A web-based little man computer simulator}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {33}, number = {1}, year = {2001}, issn = {0097-8418}, pages = {204--208}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/366413.364585}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 116 | @article{364712, author = {Suzanne W. Dietrich and Dan Suceava and Chakrapani Cherukuri and Susan D. Urban}, title = {A reusable graphical user interface for manipulating object-oriented databases using Java and XML}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {33}, number = {1}, year = {2001}, issn = {0097-8418}, pages = {362--366}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/366413.364712}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, } |
| 117 | @article{343066, author = {Chris Exton}, title = {Elucidate: a tool to aid comprehension of concurrent object oriented execution}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {3}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {33--36}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/353519.343066}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 118 | @article{343069, author = {Guido R\&\#246;\&\#223;ling and Markus Sch\&\#252;er and Bernd Freisleben}, title = {The ANIMAL algorithm animation tool}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {3}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {37--40}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/353519.343069}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 119 | @article{343081, author = {Sami Khuri and Hsiu-Chin Hsu}, title = {Interactive packages for learning image compression algorithms}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {3}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {73--76}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/353519.343081}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 120 | @article{343157, author = {Ari Korhonen and Lauri Malmi}, title = {Algorithm simulation with automatic assessment}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {3}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {160--163}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/353519.343157}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 121 | @article{343174, author = {Ainslie Ellis}, title = {Toolbook multimedia demonstrations for Java programming}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {3}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {181}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/353519.343174}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 122 | @article{343182, author = {Jay Martin Anderson}, title = {Algorithm visualization using QuickTime movies for student interaction (poster session): algorithms from computational geometry}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {3}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {185}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/353519.343182}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                                    |
| 123 | @article{343220, author = {Boris Koldehofe and Marina Papatriantafidou and Philippas Tsigas}, title = {LYDIAN (poster session): an extensible educational animation environment for distributed algorithms}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {3}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {189}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/353519.343220}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                   |
| 124 | @article{355368, author = {J. Helene Gelderblom}, title = {OOPtutor: a CBL system for introductory object-oriented programming}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {2}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {35--38}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/355354.355368}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 125 | @article{355372, author = {Gordana Jovanovic-Dolecek and Victor H. Champac}, title = {CGTDEMO – educational software for the central limit theorem}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {2}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {46--48}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/355354.355372}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 126 | @article{355377, author = {C. Bravo and M. A. Redondo and M. Ortega and J. Bravo}, title = {DOMOSIMCOL: a simulation collaborative environment for the learning of domotic design}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {2}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {65--67}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/355354.355377}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 127 | @article{331798, author = {Michael Bedy and Steve Carr and Xianlong Huang and Ching-Kuang Shene}, title = {A visualization system for multithreaded programming}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {1}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {1--5}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/331795.331798}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |
| 128 | @article{331800, author = {Ted Hung and Susan H. Rodger}, title = {Increasing visualization and interaction in the automata theory course}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {1}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {6--10}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/331795.331800}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 129 | @article{331801, author = {Alan Kaplan and Denise Shoup}, title = {CUPV – a visualization tool for generated parsers}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {1}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {11--15}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/331795.331801}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }  |
| 130 | @article{331829, author = {Thomas L. Naps and James R. Eagan and Laura L. Norton}, title = {JHAVÉ – an environment to actively engage students in Web-based algorithm visualizations}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {1}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {109--113}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/331795.331829}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }                                    |
| 131 | @article{331875, author = {Carlisle E. George}, title = {EROSI – visualising recursion and discovering new errors}, journal = {SIGCSE Bull.}, volume = {32}, number = {1}, year = {2000}, issn = {0097-8418}, pages = {305--309}, doi = {http://doi.acm.org/10.1145/331795.331875}, publisher = {ACM Press}, address = {New York, NY, USA}, }   |