

Treball fi de carrera
GRAU D'ENGINYERIA INFORMÀTICA
Facultat de Matemàtiques
Universitat de Barcelona

Accesibilidad de fórmulas matemáticas

Dani López Hidalgo

Director/s: Mireia Ribera

Inma Rodríguez

Realitzat a: Departament de
Matemàtica Aplicada i
Anàlisi. UB

Barcelona, 20 de juny de 2013

RESUMEN

Este proyecto se centra en el ámbito de la accesibilidad en formulaciones matemáticas. En concreto, hemos analizado la capacidad de un software, *InftyReader*, especializado en el reconocimiento de contenidos matemáticos. Este software es un OCR (Optical Character Recognition) que permite procesar documentos matemáticos proporcionando como resultado código HTML+MathML (Mathematical Markup Language). MathML se considera como el lenguaje más adecuado para crear contenido matemático accesible.

Una vez realizado un estudio exhaustivo de las posibilidades que una herramienta como *InftyReader* proporciona al profesorado de matemáticas, hemos creado una guía docente en la que explicamos cómo digitalizar y cómo generar documentos accesibles con *InftyReader*.

Finalmente, utilizando también *InftyReader*, hemos evaluado la *potencial accesibilidad* de un conjunto de páginas Web con contenido matemático. Entendemos por *potencial accesibilidad* la propiedad que tiene un documento no accesible de convertirse en totalmente accesible o en el peor de los casos parcialmente accesible mediante una herramienta especializada. Para hacer esta evaluación hemos creado un posible modelo de indicadores utilizando el lenguaje de la Web Semántica EARL (Evaluation and Report Language).

Con el resultado de estas evaluaciones hemos creado un repositorio de los informes resultantes. Estos informes podrán ser consultados por aquellos usuarios interesados en conocer la *potencial accesibilidad* de dichas páginas.

Índice de contenido

| | |
|--|----|
| 1. Introducción | 5 |
| 1.1 Ámbito del proyecto..... | 5 |
| 1.2 Motivación..... | 6 |
| 1.3 Conceptos relacionados | 8 |
| 2. Objetivos..... | 13 |
| • Instalación y pruebas con InftyReader | 13 |
| • Guía docente para la creación de documentos matemáticos accesibles con la ayuda de InftyReader | 13 |
| • Pruebas de evaluación de la potencial accesibilidad de documentos Web..... | 13 |
| 3. Trabajos relacionados | 14 |
| 4. Análisis de InftyReader | 16 |
| 4.1 Introducción a InftyReader..... | 16 |
| 4.2 Toma de contacto..... | 16 |
| 4.3 Testing | 18 |
| 4.4 Análisis de los resultados | 21 |
| 4.5 Búsqueda de soluciones | 22 |
| 4.6 Recomendaciones | 23 |
| 4.6.1 Recomendación 1:..... | 23 |
| 4.6.2 Recomendación 2 | 25 |
| 4.7 Base de datos de test | 25 |
| 4.7.1 Tablas..... | 25 |
| 4.7.2 Diagrama | 26 |
| 4.8 Sistema de visualización de los tests..... | 26 |
| 5. Guía docente | 28 |
| 5.1 Digitalización de un documento accesible | 28 |
| 5.2 Creación de documentos matemáticos accesibles | 28 |
| 6. Evaluación de sitios Web matemáticos..... | 39 |
| 6.1 Estructura del informe | 39 |
| 6.1.1 Criterios de evaluación (Test case)..... | 39 |
| 6.1.2 Resultados | 40 |
| 6.1.3 Ejemplo de informe EARL..... | 40 |

| | |
|---|----|
| 6.2 Repositorio Drupal..... | 46 |
| 6.2.1 Módulos utilizados | 46 |
| 6.2.2 Crear los diferentes tipos de contenido | 46 |
| 6.2.3 Añadir datos en el repositorio..... | 49 |
| 6.2.4 Consultas con SPARQL..... | 50 |
| 7. Conclusiones y trabajo futuro | 53 |
| 8. Referencias..... | 54 |
| Apéndice I : Instalación de InftyReader 2.9.6..... | 55 |
| Apéndice 2: Informe EARL completo..... | 59 |

1. Introducción

La norma ISO/TC 16027 define la accesibilidad como la facilidad de uso de forma eficiente, eficaz y satisfactoria de un producto, servicio, entorno o instrumento por personas que poseen diferentes capacidades, ya sean técnicas, cognitivas o físicas. Esto es, un objeto o servicio es totalmente accesible si puede utilizarlo cualquier persona.

En los últimos años se están produciendo grandes avances en la concienciación de la sociedad sobre la importancia de la accesibilidad universal, o accesibilidad para todos. Esto es, se están haciendo esfuerzos para que todo el mundo pueda acceder a todos los servicios, independientemente de sus discapacidades. Se empieza a tener claro que, teniendo el mismo coste, ante la opción de construir una escalera o una rampa, si optamos por la segunda opción ayudaremos a hacer la vida un poco más sencilla a mucha gente. No sólo personas en silla de ruedas, sino también gente que vaya con el carro de la compra, madres con su carrito de bebé, bicicletas,...

Esos esfuerzos también se están realizando en el campo de la informática donde la accesibilidad está íntimamente relacionada con las interfaces de usuario y con el diseño universal que permiten el uso de las tecnologías informáticas por parte de personas con discapacidad. En particular, la accesibilidad Web se preocupa de que personas con algún tipo de discapacidad puedan navegar y participar activamente en la Web. La accesibilidad Web engloba muchos tipos de discapacidades, incluyendo problemas visuales, auditivos, físicos, cognitivos, neurológicos y del habla.

Actualmente, la mayoría de los sitios Web presentan barreras de accesibilidad, lo que dificulta o imposibilita la utilización de la Web para muchas personas con discapacidad. Cuanto más sitios Web accesibles estén disponibles, más personas con discapacidad podrán utilizar la Web y contribuir de forma más eficiente. Además, la accesibilidad Web también beneficia a otras personas, incluyendo personas de edad avanzada que han visto mermadas sus capacidades, por ejemplo visuales, a consecuencia de la edad. Uno de los principios básicos de la accesibilidad Web es la flexibilidad con el objetivo de satisfacer necesidades diversas. Con esta flexibilidad también beneficiamos a aquellas personas que utilizan la web, como pueden ser personas con una conexión lenta a Internet o personas con incapacidad transitoria (brazo roto..).

1.1 Ámbito del proyecto

Normalmente, la comunicación de información de forma perdurable ha estado basada en documentos impresos: aquellas personas con deficiencias visuales se encontraban incapacitadas para transmitir y recibir información en un soporte físico sin la ayuda de un intérprete. Para permitir el uso de estos documentos por parte de personas con alguna deficiencia visual se han desarrollado métodos de transmisión de información sonoros o táctiles (Braille). Estos métodos no han llegado a sustituir a los documentos escritos tradicionales en gran parte por su elevado coste, teniendo como resultado un número bastante limitado de documentos táctiles o sonoros disponibles para las personas ciegas o con muy baja visión.

Con la informática personal, ha sucedido algo semejante, aunque referido a las interfaces de usuario. Tradicionalmente han predominado las interfaces gráficas. No obstante, en este caso no es necesario reeditar cada uno de los documentos para facilitar su accesibilidad a personas ciegas, sino que basta

con desarrollar interfaces de usuario adecuadas. Actualmente, la síntesis de voz y los lectores de pantalla son tecnologías maduras que permiten –junto a otras– la interacción con herramientas software por parte de personas ciegas o con muy baja visión y el acceso a documentos electrónicos.

Sin embargo, existen áreas de estudio en accesibilidad aún poco cubiertas, como es el acceso a documentos con contenido matemático. Esto se debe principalmente a dos factores:

- Es un aspecto concreto de la accesibilidad que sólo afecta a parte de los usuarios ciegos que pudieran ser usuarios de ordenadores (sólo es relevante para aquellos que vayan a trabajar con expresiones matemáticas).
- Es un lenguaje que no sigue las reglas del texto ordinario (se escribe en dos dimensiones, no es lineal, y su traducción sonora no tiene siempre el mismo orden que la interpretación gráfica).

1.2 Motivación

La legislación vigente a nivel nacional (Norma UNE 139803:2012. Requisitos de Accesibilidad para contenidos en la web.) impone que las webs públicas deben cumplir los requisitos WCAG 2.0 de accesibilidad. Se calcula que 8.6 de cada mil personas en España de entre 6 y 64 años padecerá una deficiencia visual. Este segmento de la población es el que resulta más perjudicado por las dificultades en la accesibilidad no gráfica a textos científicos, ya que son los potenciales receptores de educación y usuarios profesionales.

En este contexto, queda justificada la necesidad de nuevos estudios que analicen herramientas y propongan métodos que permitan convertir documentos matemáticos en documentos accesibles. La eliminación de barreras para la inclusión social de los discapacitados incluye a las barreras de información. Así, la posibilidad de acceder en igualdad de condiciones a textos matemáticos abriría a las personas ciegas nuevos campos de formación, investigación y empleo, al facilitar la consulta y creación de documentos, así como el uso de herramientas software matemáticas y científicas. En especial, se verían fuertemente reforzados los programas que hicieran un uso intensivo de la tele-educación y el tele-trabajo, donde se alcanzaría prácticamente la igualdad entre personas ciegas o con vista.

Este proyecto fin de carrera pretende cubrir esas necesidades y ayudar a profesores, científicos y alumnos a disponer de textos matemáticos accesibles. En concreto, evaluaremos la *potencial accesibilidad* de documentos matemáticos (libro, apuntes, Webs). Entendemos por *potencial accesibilidad* la propiedad que tiene un documento no accesible de convertirse en totalmente o parcialmente accesible mediante de una herramienta especializada. En concreto, nosotros usaremos InftyReader, un software que reconoce fórmulas matemáticas partir de un PDF o de un documento en papel escaneado y las convierte en HTML+MathML, siendo este último un lenguaje estándar propuesto por la W3C para la especificación de fórmulas matemáticas que está reconocido como el lenguaje más adecuado para la accesibilidad en el campo de las matemáticas.

Fundamentalmente, se trata de procesar los contenidos matemáticos, para interpretarlos como MathML y así permitir a las herramientas que usan las personas ciegas (lectores de pantalla, motores

de síntesis de voz a partir de texto, lectores específicos de fórmulas matemáticas) con el fin de leer adecuadamente textos matemáticos.

1.3 Conceptos relacionados

En este apartado se introducen conceptos relacionados con la temática del proyecto, lenguajes de marcado (HTML) que facilitan la inclusión de texto matemático en documentos Web, MathML, el lenguaje de descripción de lenguaje matemático y un lenguaje de la Web semántica que se utiliza para documentar resultados de pruebas de software o evaluaciones de sitios Web, EARL.

XML (eXtensible Markup Language)

XML es un meta-lenguaje, esto es, un lenguaje que permite crear lenguajes, permite definir la gramática de lenguajes concretos, que se utilizan para estructurar grandes documentos y facilitar su portabilidad. Los documentos XML tienen asociado un DTD (Document Type Definition) o Schema que permiten testear la validez del documento creado.

XHTML (extensible Hyper Text Markup Language)

Similar a HTML, pero con algunas diferencias que lo hacen más robusto y aconsejable para la creación de páginas web basadas en XML.

Podemos decir que XHTML es la versión XML de HTML. Desde el punto de vista del desarrollador, veremos que XHTML hereda la rigidez de XML, con lo cual no se puede escribir documentos XHTML de cualquier manera, como ocurría con HTML, sino atendiendo a unas normas.

MathML

MathML (Mathematical Markup Language) es un lenguaje de marcas dirigido a la representación de fórmulas matemáticas basado en XML con el objetivo de expresar notaciones matemáticas de forma que se entienda en distintas máquinas. Se suele utilizar combinado con XHTML en páginas web.

La mayoría de programas matemáticos tienen soporte de MathML pero no pasa lo mismo con los navegadores Web. Veamos el soporte que dan algunos de los navegadores más conocidos:

- *Internet Explorer (IE)*. Este explorador no admite el tipo MIME `application/xhtml+xml`, por lo que no es capaz de mostrar directamente páginas con elementos MathML, pero existen plug-in gratuitos para conseguirlo, por ejemplo *MathPlayer* de DesignScience. Actualmente (enero de 2012) se ofrecen dos versiones de *MathPlayer*: *MathPlayer 2.2*, de febrero de 2010, que funciona en Internet Explorer 8 y anteriores, y *MathPlayer 3.0*, de diciembre de 2011, que funciona en Internet Explorer 9. Antes de instalar el plug-in, cuando se intenta abrir una página con elementos MathML, Internet Explorer no muestra la página sino que muestra una ventana dando la posibilidad de guardar el archivo. Pero una vez instalado el plug-in, Internet Explorer es capaz de mostrar páginas con elementos MathML.

| Imagen MathML | Imagen de la visualización en IE SIN MathPlayer | Imagen de la visualización en IE CON MathPlayer |
|--|---|---|
| $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ | $x = - b \pm b^2 - 4 a c 2 a$ | $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ |

- FireFox. Este explorador es capaz de mostrar páginas con elementos MathML, aunque es necesario instalar ciertas fuentes para poder mostrar correctamente todos los caracteres matemáticos. Actualmente las fuentes recomendadas son las fuentes STIX (Scientific and Technical Information Exchange), unas fuentes de miles de caracteres creadas por el consorcio STI Pub, formado por varias organizaciones científicas norteamericanas y la editorial Elsevier.

Las fuentes STIX están disponibles en formato OpenType (OTF). En estos momentos, la última versión estable disponible es la versión 1.1 (de agosto de 2012) y la próxima versión 1.2 está previsto que incluya paquetes para su uso con LaTeX.

En [cdlibre.org](http://www.cdlibre.org) (http://www.cdlibre.org/consultar/catalogo/Fuentes_OTF.html) hay una sección dedicada a fuentes OTF, con información detallada sobre la última versión publicada.

| Imagen MathML | Imagen de la visualización en FireFox |
|--|--|
| $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ | $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ |

- Chrome. La versión Chrome 24, de enero de 2013 mostraba páginas con elementos MathML. Pero por motivos de seguridad en la versión Chrome 25, de febrero de 2013, deshabilitaron MathML por lo que Chrome vuelve a no ser capaz de mostrar páginas con elementos MathML.

| Imagen MathML | Imagen de la visualización en Chrome |
|--|--------------------------------------|
| $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ | $x = - b \pm b^2 - 4 a c 2 a$ |

MathType

Este producto es una versión ampliada del Editor de Ecuaciones de Word, producido por la empresa Design Science. Al instalarlo reemplaza al Editor de Ecuaciones y se agrega como una nueva entrada

en los menús de Word, permitiendo la edición de expresiones matemáticas. MathType posee una variedad de prestaciones adicionales, entre ellas tiene la opción “Exportar a MathPage”, a través de la cual genera un documento XML con las expresiones matemáticas especificadas en formato MathML.

JAWS

JAWS (*Job Access With Speech*) es un *software* lector de pantalla para ciegos o personas con visión reducida. Es un producto del *Blind and Low Vision Group* de la compañía Freedom Scientific de San Petersburgo, Florida, Estados Unidos. Su finalidad es hacer que ordenadores personales que funcionan con Microsoft Windows sean más accesibles para personas con alguna minusvalía relacionada con la visión. Para conseguir este propósito, el programa convierte el contenido de la pantalla en sonido, de manera que el usuario puede acceder o navegar por él sin necesidad de verlo.

La versión nueva de JAWS, la 14, tiene compatibilidad con MathML y con MathPlayer + Internet Explorer.

LAMBDA

LAMBDA es un editor de simbología matemática que permite leer y escribir fórmulas matemáticas. Es compatible con ordenadores con Sistema Operativo Windows y JAWS, y permite el uso de líneas braille, sintetizadores de voz, pantalla e impresoras, tanto tinta como braille. Ofrece compatibilidad con MathML.

OCR

Software de reconocimiento de texto que obtiene a partir de una imagen el texto contenido en la misma, esto es, lo transforma en cadenas de caracteres para guardarlos en un formato que se pueda utilizar en programas de edición de texto.

El sistema que se usaba hasta no hace mucho para realizar el reconocimiento de los caracteres consistía en que el OCR aislaba la imagen correspondiente a un carácter y la comparaba con una base de caracteres para determinar su correspondiente código ASCII o bien Unicode. Una vez reconocido lo transformaba y lo trasladaba al documento OCR resultante. Este sistema tenía el inconveniente de que trabajaba con un número limitado de fuentes, por lo que el resultado obtenido no siempre era el deseado. Además, en textos muy largos y con inclusión de frases en cursiva, por ejemplo, el proceso era bastante lento. En cambio los programas actuales de OCR están basados en el análisis de características de los caracteres en vez de en la coincidencia de las matrices de estos, lo que permite una mayor velocidad en el proceso y el no tener que depender de una limitada base de fuentes.

En este proyecto se usa InftyReader, un potente OCR, basado en las características de los caracteres, que está destinado a transformar imágenes de fórmulas matemáticas a MathML.

Web semántica

La Web Semántica es la web clásica extendida para dotar de más significado a los documentos Web y permitir su procesamiento y relación automáticos. Como resultado, cualquier usuario de la Web puede encontrar respuestas a sus preguntas de forma más rápida y sencilla gracias a una información mejor definida y a los vínculos que se generan entre documentos divergentes.

Al dotar a la Web de más significado y, por lo tanto, de más semántica, se pueden obtener soluciones a problemas habituales en la búsqueda de información gracias a la utilización de una infraestructura común, mediante la cual, es posible compartir, procesar y transferir información de forma sencilla. Esta Web extendida y basada en el significado, se apoya en lenguajes universales que resuelven los problemas ocasionados por una Web carente de semántica en la que, en ocasiones, el acceso a la información se convierte en una tarea difícil y frustrante.

RDF

RDF (Marco de Descripción de Recursos) es un formato general para descomponer conocimiento en piezas pequeñas, con algunas reglas acerca de la semántica o significado de esas piezas. Es un método tan simple que puede expresar cualquier hecho, y a la vez tan estructurado que permite su procesamiento por aplicaciones informáticas (ej. buscadores). RDF se puede comparar con XML ya que también se ha diseñado para ser simple y aplicable a cualquier tipo de datos. La diferencia es que RDF se ha diseñado para expresar conocimiento y no para datos, esto significa que cualquier dato que se menciona en un documento RDF tiene un significado. Puede ser una referencia a algo en el mundo como una persona o una película, o puede ser un concepto abstracto como "ser amigo de" alguien más. Con solo poner tres entidades juntas, el estándar de RDF dice cómo llegar a un hecho. El significado de la tripleta "(Dani, David, estado de ser amigos)" es que Dani y David son amigos. Al poner muchos hechos juntos, se llega a algún tipo de conocimiento.

Uno de los aspectos clave de RDF es que es muy adecuado para la publicación de información distribuida. Las aplicaciones RDF pueden juntar archivos RDF publicados por diferentes personas alrededor del mundo mediante Internet y fácilmente aprender de ellos nuevas cosas. Esto se hace de dos maneras, primero enlazando los documentos que utilicen vocabularios comunes, y segundo permitiendo que cualquier documento utilice cualquier vocabulario. Esto permite una gran flexibilidad en el momento de expresar hechos sobre una amplia gama de cosas, basándose en información de una amplia variedad de fuentes.

EARL

EARL (Lenguaje de Evaluación de informes) es un lenguaje, vocabulario o esquema RDF, que, como su propio nombre indica, permite expresar resultados de una evaluación, es decir, sirve para describir si algo cumple con determinados requisitos establecidos, y su nivel de cumplimiento. Por ejemplo, una página Web es accesible si cumple con determinadas pautas de accesibilidad establecidas en la WCAG 2.0 (Web Content Accessibility Guidelines).

El propósito de EARL es proporcionar un marco estándar para formatos de evaluación y descripción genéricos que se pueden utilizar en herramientas genéricas de evaluación o de informe. De esta

forma, se pueden crear repositorios con los resultados de dichas evaluaciones, que pueden ser consultados por los usuarios interesados en utilizar dichas herramientas.

SPARQL

SPARQL es un acrónimo del inglés (SPARQL Protocol and RDF Query Language). Se trata de un lenguaje estandarizado para la consulta de datos RDF, normalizado por el RDF Data Access Working Group (DAWG) del World Wide Web Consortium (W3C). Es una tecnología clave en el desarrollo de la Web Semántica que se constituyó como Recomendación oficial del W3C el 15 de Enero de 2008.

Al igual que sucede con SQL, es necesario distinguir entre el lenguaje de consulta y el motor para el almacenamiento y recuperación de los datos. Por este motivo, existen múltiples implementaciones de SPARQL, generalmente ligados a entornos de desarrollo y plataformas tecnológicas.

Drupal

Drupal es un CMS (Content Management System), esto es un sistema de gestión de contenidos web. Posee amplias funcionalidades y es extremadamente personalizable, desde las plantillas hasta el código fuente. El aspecto más destacable de Drupal radica en que está orientado a todo lo relacionado con comunidad (blogs, foros, etc.), fácilmente adaptado para portales de noticias, galerías de imágenes, etc.

En este proyecto, lo hemos utilizado como repositorio para almacenar el resultado de los diferentes test de páginas web con contenidos matemáticos en lenguaje EARL.

2. Objetivos

El objetivo general de este proyecto es analizar, evaluar y documentar la *potencial accesibilidad* de documentos matemáticos docentes que se pueden encontrar en libros, apuntes impresos y electrónicos, así como en la Web.

Este objetivo global se puede desglosar en los siguientes subobjetivos:

- **Instalación y pruebas con InftyReader**

Realizaremos un análisis que nos desvele las posibilidades de este software. Para ello, realizaremos la instalación y un conjunto amplio de pruebas con diferentes documentos matemáticos.

Esto es, pondremos a prueba las prestaciones de este software mediante el reconocimiento de fórmulas matemáticas muy diversas.

- **Guía docente para la creación de documentos matemáticos accesibles con la ayuda de InftyReader**

Crearemos una guía práctica, de fácil uso por parte de los docentes, tanto para el escaneo de documentos ya impresos como para la creación de documentos matemáticos para ser procesados por InftyReader.

- **Pruebas de evaluación de la potencial accesibilidad de documentos Web.**

Para realizar estas pruebas seleccionaremos diferentes recursos Web, estableceremos los criterios que definen la potencial accesibilidad de una Web matemática y finalmente documentaremos y haremos disponibles a la comunidad docente e investigadora los resultados de dichas evaluaciones. Todo ello en el marco de los estándares de la Web semántica.

3. Trabajos relacionados

En este proyecto hemos utilizado el conjunto de pruebas que realizó previamente un compañero de la Facultad de Matemáticas de la UB (Alberto Huélamo) bajo la dirección de la Dr. Mireia Ribera (<http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/34184>). En el trabajo de Alberto Huélamo se realizaron pruebas con distintas expresiones matemáticas con MathML utilizando distintos generadores de expresiones, como pueden ser LibreOffice Math o Microsoft Word + MathType. También se ha documentado como se ven las distintas expresiones en diferentes navegadores, Opera, Internet Explorer o Firefox. Después de esto se evaluó la lectura que realiza MathPlayer de las distintas expresiones donde podemos encontrar si la lectura se ha realizado correctamente o en el caso contrario lo que ha fallado o directamente si ha sido incapaz de leerla.

Gracias a éste trabajo previo hemos podido partir de una base de pruebas inicial para evaluar InftyReader y también hemos podido saber que Internet Explorer es el mejor navegador para visualizar las fórmulas hechas en MathML de manera que MathPlayer y JAWS las puedan interpretar correctamente.

Hay otro proyecto similar realizado en la Facultad Regional Buenos Aires, Argentina. Este proyecto estuvo motivado por el ingreso por primera vez de un alumno ciego a la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Facultad. Ante esta nueva situación se comenzó a buscar las tecnologías y metodologías necesarias para poder facilitar su acceso a la enseñanza.

La herramienta habitual, utilizada por los docentes de matemáticas en esa Facultad para producir materiales didácticos, venía siendo Word con el Editor de Ecuaciones. El estudiante hacía varios años que utilizaba el lector de pantalla JAWS para acceder a materiales digitales. Pero los documentos matemáticos en Word producidos por el Editor de Ecuaciones resultaban totalmente inaccesibles para esa herramienta. Esto llevó a encarar una investigación sobre las posibilidades de las diversas herramientas para manejar esta situación con el menor esfuerzo posible.

El método de trabajo diseñado fue exportar a XML los textos que incluyen expresiones matemáticas utilizando Word con MathType, con lo cual tendremos las expresiones matemáticas en formato MathML. Leyendo el usuario estos materiales con Internet Explorer con el plugin MathPlayer y el lector de pantalla Jaws 5.0.

Básicamente se realizaron los siguientes pasos:

- Perfeccionar el "diccionario" inglés-castellano ad hoc para la pronunciación de expresiones matemáticas el cual si bien está en un estado práctico funcional, aún no cubre la extensa variedad de expresiones que prevé MathPlayer para todo el campo de las matemáticas.
- Implementar varios conjuntos de herramientas alternativas que permitan organizar el ciclo de producción y uso de materiales con MathML.
- Investigar la accesibilidad de las herramientas de edición y procesamiento de modo que permitan no sólo acceder a expresiones matemáticas mediante un lector de pantalla sino que las mismas también posibiliten producir y manipular expresiones matemáticas sin el uso de la vista.

En este proyecto buscamos evaluar una herramienta que permite generar formulaciones matemáticas accesibles (expresadas en MathML) a partir de documentos matemáticos impresos o electrónicos. También crearemos una guía que ayude al profesorado en la digitalización y conversión a MathML. Como valor añadido, ya que hasta el momento no se ha propuesto por otros grupos de trabajo en accesibilidad, realizaremos una valoración de la potencial accesibilidad de diferentes páginas Web con contenido matemático, obteniendo de esta manera un repositorio con el grado de potencial accesibilidad de estas páginas. Recordamos que el concepto de potencial accesibilidad se refiere a la propiedad de un documento no accesible de convertirse en totalmente o parcialmente accesible mediante una herramienta especializada, normalmente un conversor a MathML.

4. Análisis de InftyReader

En este apartado analizaremos el potencial que tiene InftyReader para realizar la digitalización de formulaciones matemáticas.

4.1 Introducción a InftyReader

Como ya hemos explicado en apartados anteriores InftyReader es un potente OCR que nos ayuda a convertir documentos impresos con fórmulas matemáticas a archivos XHTML+MathML de esta manera podemos obtener las fórmulas sin necesidad de escribirlas manualmente en el ordenador, para que de esta manera nos ahorremos trabajo. También permite importar ficheros electrónicos (por ejemplo en formato .pdf) y convertirlos a MathML.

Cabe remarcar que InftyReader no es libre por lo que requiere una licencia para su utilización, la licencia tiene un precio de 800 USD, también se puede obtener la licencia de un año por el precio de 180 USD. Existe una versión de prueba con la que podremos utilizar el programa de forma gratuita hasta 15 días.

Podemos descargar la versión de prueba en el siguiente link:

<http://www.sciaccess.net/en/InftyReader/index.html#download>

En estos momentos la última versión de InftyReader es la 3.0 aunque aún está en fase beta.

Los requisitos necesarios para la instalación son los siguientes:

- Windows XP, Vista, o Windows7
- Sistema operativo de 32 or 64 bit
- Microsoft Internet Explorer 7 o superior

Podemos encontrar una guía de la instalación de InftyReader en el apéndice I

4.2 Toma de contacto

Como podemos ver en la *Fig. 4.2.1*, al ejecutar InftyReader tenemos varias opciones que podemos utilizar para facilitarnos o mejorar el reconocimiento de fórmulas.

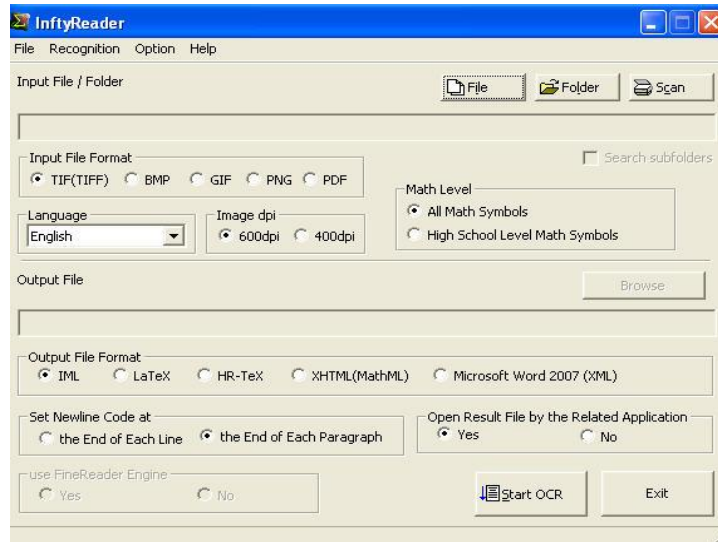


Fig. 4.2.1 - Pantalla principal de InfyReader

Una de las opciones que nos permite configurar es el fichero de origen, concretamente TIF, BMP, GIF, PNG, PDF:



Fig. 4.2.2 - Tipo de archivos aceptados

También podemos decidir el tipo de archivo de resultado que queremos obtener (IML, LaTeX, HR-TeX, XHTML(con MathML) y Microsoft Word en XML):

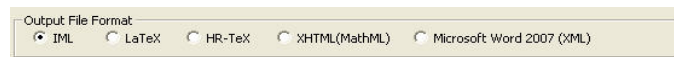


Fig. 4.2.3 - Tipo de archivos de salida

Otra de las opciones que podemos especificar es la resolución que tiene nuestra imagen y el idioma (en caso de que tengamos texto), de esta manera facilitaremos la tarea del reconocimiento de caracteres y haremos que sea más precisa.



Fig. 4.2.4 - Parámetros configuración

Nos proporciona otras opciones: seleccionar el nivel matemático de las fórmulas que queremos reconocer, como queremos estructurar el documento de resultado y si queremos abrir este documento una vez generado

4.3 Testing

Para empezar a ver el potencial que tiene InftyReader utilizaremos el banco de test con fórmulas que nos proporcionó Alberto Huélamo como hemos indicado en los trabajos relacionados, de esta manera analizaremos el comportamiento que tiene éste software según las opciones que seleccionemos y la dependencia del archivo resultante, ya que el resultado lo puede generar en diferentes tipos de archivo concretamente, en nuestro caso, generaremos archivos XHTML+MathML y LaTeX. Para realizar estas pruebas hemos utilizado un escáner con la siguiente configuración:

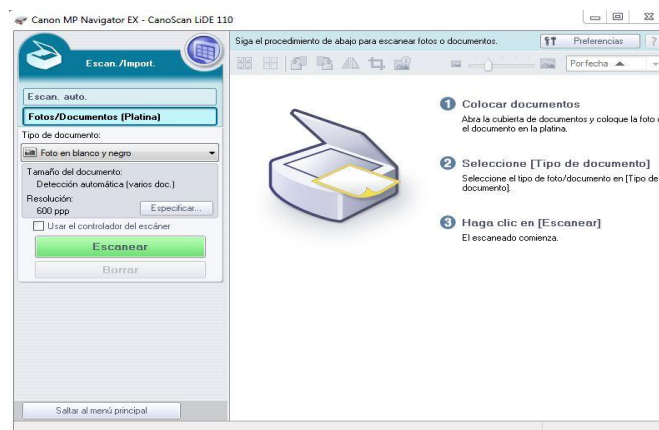


Fig. 4.3.1 - Pantalla configuración del escáner

Con esta configuración del escaneo obtenemos un resultado similar a la siguiente imagen:

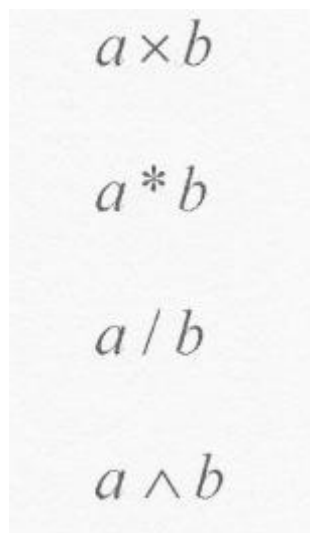


Fig. 4.3.2 - Resultado del escaneo

Una vez escaneadas las imágenes las seleccionaremos en el InftyReader para realizar la conversión.

Hemos utilizado las siguientes configuraciones de InftyReader para valorar el resultado que obtenemos en cada una de ellas y de esta manera ver cuál de ellas nos da mejor resultado:

Test1 (Con las opciones "All Math Symbols" y "Use FindReader" activadas):

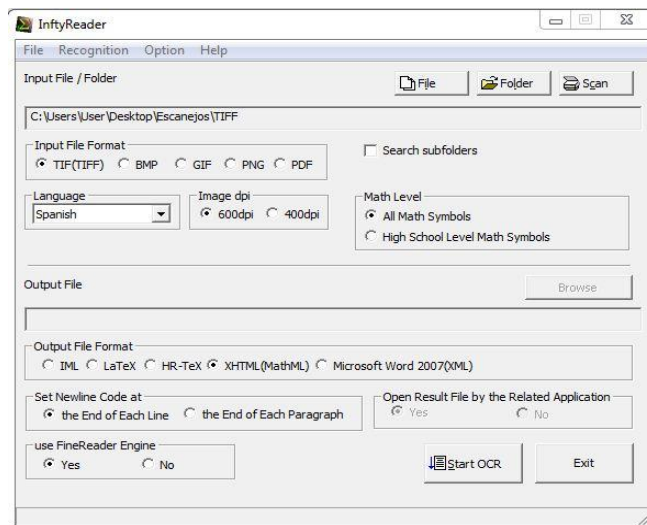


Fig. 4.3.3 - Configuración de InftyReader para el test 1

Test 2(Con las opciones "High School Level Math Symbols" y "Use FindReader" activadas):

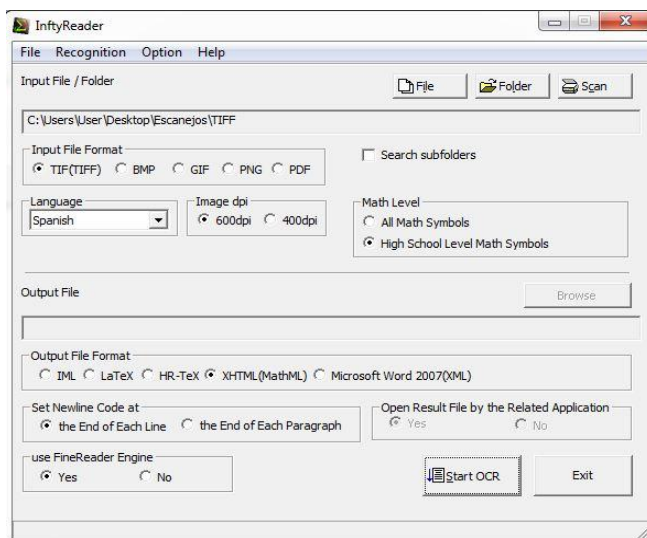


Fig. 4.3.4 - Configuración de InftyReader para el test 2

Test 3 (Con la opción "All Math Symbols" activada y "Use FindReader" desactivada):

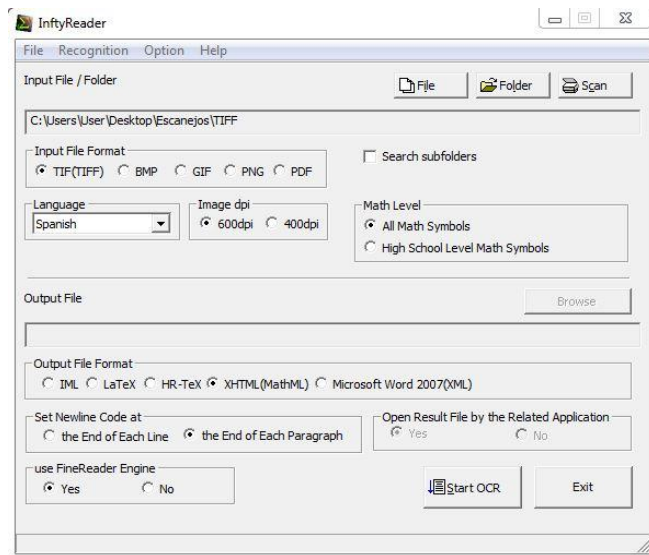


Fig. 4.3.5 - Configuración de InftyReader para el test 3

Test 4 (Con la opción "High School Level Math Symbols" activada y "Use FindReader" desactivada):

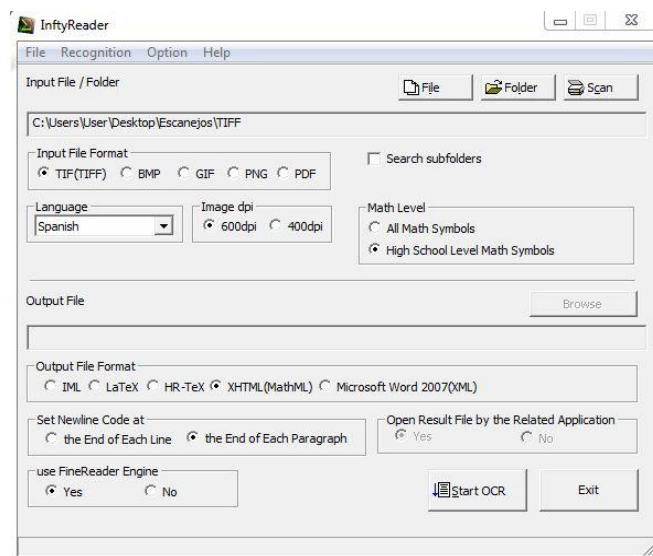


Fig. 4.3.6 - Configuración de InftyReader para el test 4

Como podemos ver en las imágenes anteriores hemos realizado los diferentes tests variando los valores de "Math Level" y "Set Newline code at" con las diferentes posibilidades que tenemos.

El resultado de las pruebas realizadas ha sido poco satisfactorio, InftyReader ha convertido correctamente a MathML entorno a un 40% de las fórmulas contenidas en el banco de pruebas. También hemos podido observar que las diferentes opciones no modifican los resultados obtenidos en nuestros ficheros XHTML.

Después de realizar estas pruebas hemos cambiado el archivo resultante, generando en este caso un archivo LaTeX, como podemos ver en la Fig 4.3.7 InftyReader nos permite configurar algunas opciones para dar formato a nuestro documento:

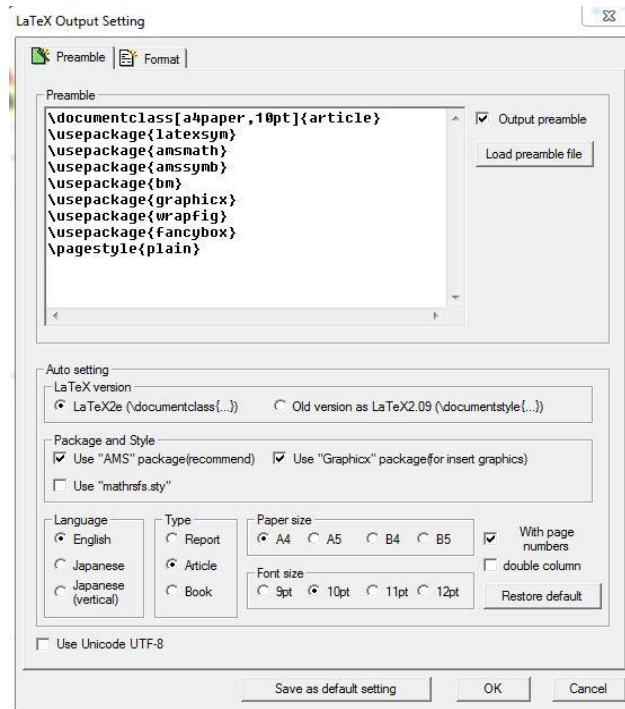


Fig. 4.3.7 - Configuración de InftyReader para la generación de LaTeX

Hemos podido apreciar que la modificación de estos valores no afecta al reconocimiento de las fórmulas.

Después de realizar las mismas pruebas anteriores, esta vez obteniendo como resultado un archivo LaTeX, hemos podido apreciar que los resultados son los mismos (40% de fórmulas convertidas correctamente).

Viendo estos resultados, podemos concluir que los resultados no se ven afectados por el tipo de archivo que queremos obtener, así que lo realmente importante es el archivo de origen donde tenemos nuestras fórmulas escaneadas.

4.4 Análisis de los resultados

Como hemos podido apreciar, los resultados obtenidos en el testeo anterior no han sido los esperados, en esta ocasión cambiaremos la fuente de nuestras fórmulas de origen, ya que dependiendo de la forma de las diferentes variables InftyReader puede reconocer mejor o peor las distintas fórmulas, así que hemos cambiado la fuente de nuestras fórmulas al tipo de fuente "Arial" sin cursiva:

$$a - b$$
$$a \cdot b$$
$$a \times b$$
$$a * b$$
$$a / b$$
$$a \wedge b$$

Fig. 4.4.1 - Fórmulas matemáticas en Arial

Con las fórmulas escaneadas con este tipo de fuente las hemos pasado por el InftyReader y como ya intuíamos hemos obtenido un resultado diferente. Esta vez la conversión ha mejorado pero aun sigue dando algunos problemas. El porcentaje de conversiones exitosas es de un 60%, un porcentaje más elevado que el test anterior, pero hemos de tener en cuenta que son fórmulas de nivel muy básico.

Analizando el resultado de estos tests concluimos que realmente afecta la forma y el tamaño que tienen nuestras fórmulas, vista la mejora en la tasa de conversión (de un 40% a un 60%) hemos optado por hacer aumentar el tamaño de la fuente, para ver si le era más fácil a InftyReader reconocer los caracteres. Los resultados obtenidos han sido muy similares, con esto podemos de nuevo concluir que el tamaño no afecta a los resultados de la conversión.

Cabe destacar que en todos los tests anteriores uno de los errores más frecuentes que hemos podido observar es la mala interpretación de una de las fórmulas, concretamente la siguiente:

$$a - b$$

Fig. 4.4.2 - Expresión problemática

Al realizar la conversión, InftyReader lo interpreta como texto así que no lo convierte a MathML. Esto puede ser un error grave, ya que estamos hablando de una operación básica en cualquier fórmula matemática.

4.5 Búsqueda de soluciones

En los anteriores tests hemos podido apreciar que lo que importa realmente para convertir nuestras fórmulas es la fuente que utilizamos y el uso de la cursiva, viendo esto hemos realizado diferentes pruebas con diferentes tipos de fuente y variando el uso de la cursiva, a continuación podemos ver alguna de las pruebas realizadas.

| | | |
|--------------|--------------|--------------|
| $a - b$ | $a - b$ | $a - b$ |
| $a \cdot b$ | $a \cdot b$ | $a \cdot b$ |
| $a \times b$ | $a \times b$ | $a \times b$ |
| $a * b$ | $a * b$ | $a * b$ |
| a / b | a / b | a / b |
| $a \wedge b$ | $a \wedge b$ | $a \wedge b$ |

Fig. 4.5.1 - Fórmulas con distintos tipos de letra

La tasa de resultados correctos probando con las diferentes fuentes oscila entre un 40% y 75%, así que seguimos teniendo algunos errores que debemos descubrir y corregir.

Aunque muchas fórmulas que hemos obtenido en los resultados se visualizan de forma incorrecta (parece que ha fallado la conversión), hemos decidido comprobar si el MathML es o no válido, en la web W3Schools (<http://validator.w3.org/>). El resultado ha sido que el MathML generado por InftyReader es 100% válido.

4.6 Recomendaciones

Después de realizar los tests descritos en el apartado anterior, que como hemos visto nos han dado malos resultados, consideramos inviable que un profesor de matemáticas pueda usar esta herramienta para obtener como máximo un 60% de las fórmulas convertidas correctamente a MathML. Decidimos entonces contactar con uno de los responsables de la creación de InftyReader (Katsuhito Yamaguchi), describirles el problema que nos hemos encontrado y preguntarles por una posible solución. En su respuesta nos realizan una serie de recomendaciones que describimos a continuación.

4.6.1 Recomendación 1:

Nos recomiendan que las imágenes se han de escanear en blanco y negro, no en escala de grises.. Como podemos ver en las propiedades de las imágenes escaneadas no las crea completamente en blanco y negro:

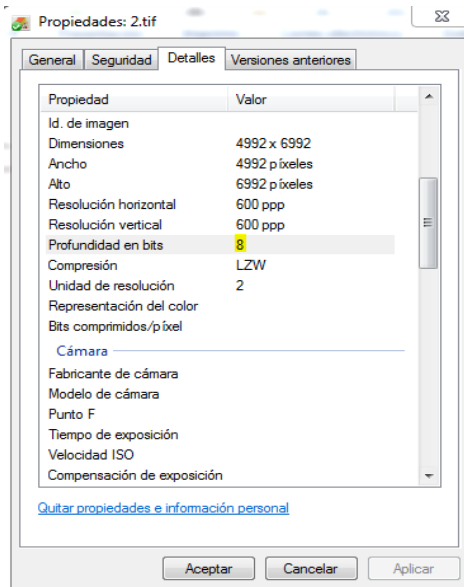


Fig. 4.6.1.1 - Propiedades de la imagen

Podemos observar que el escáner nos crea una imagen con una gradación de 8 grises. Esto puede que no suceda en todos los escáneres.

Para solucionar este problema hemos utilizado un programa que nos convertirá las imágenes completamente en dos colores como podemos ver en la siguiente imagen:

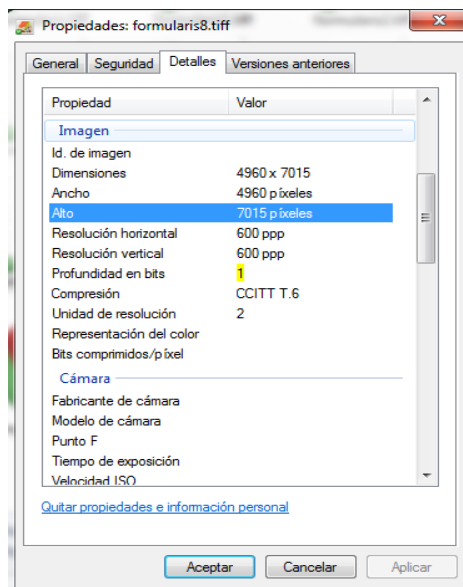


Fig. 4.6.1.2 - Propiedades de la imagen

Gracias a esto hemos solucionado uno de los problemas que pueden afectar a la conversión de nuestras fórmulas.

Después de realizar varios tests con las nuevas fórmulas hemos podido observar una mejora de entre un 5% - 8% en la conversión de estas.

4.6.2 Recomendación 2

La diferencia más grande que hemos podido observar en la conversión de algunas fórmulas ha sido cambiando el tipo de fuente en las que están escritas estas. Por esta razón le hemos enviado algunos de nuestros resultados al equipo encargado de la creación de InftyReader. En su respuesta nos recomiendan usar documentos que usen el tipo de fuente *MathItalic*, dicen que InftyReader asume que las expresiones están escritas en este tipo de fuente.

Hemos investigado donde encontrar este tipo de fuente y durante esta investigación hemos dado con una norma ISO que define como se han de escribir expresiones matemáticas. Concretamente esta norma es la ISO 80000-2:2009 y la podemos encontrar en el siguiente link:

http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=31887

Mencionamos aquí las más importantes, que hemos usado durante la evaluación de la potencial accesibilidad de páginas Web matemáticas, ver sección 6.1.1):

- Las variables tales como x , y , etc, y los números tales como y en $\sum x_i$ se expresan en letra cursiva.
- Los parámetros, tales como a , b , etc, que pueden ser considerados como constante en un contexto particular, están expresados en cursiva. Lo mismo se aplica a las funciones en general, por ejemplo, f , g .
- Una función definida explícitamente no dependiendo del contexto es expresada en fuente Roman.
- Los valores de las constantes matemáticas que nunca cambian son expresadas en Roman.
- Los operadores también se expresan en Roman.
- Números expresados en forma de dígitos se imprimen siempre en Roman.
- Las matrices se escriben normalmente con negrita cursiva con letras mayúsculas y sus elementos con letras minúsculas en cursiva fina

Si aplicamos estas reglas a nuestros documentos de test podemos notar una gran mejoría al transformarlo con InftyReader, hemos pasado a obtener unos porcentajes de alrededor de 90%-100% de fórmulas transformadas correctamente, eso sí, fórmulas limpias, listadas en una hoja y sin ningún elemento (texto, imágenes, tablas, etc..) que pueda interferir en la conversión.

4.7 Base de datos de test

Para almacenar toda la información de las pruebas realizadas hemos creado una base de datos en MySQL, donde podemos tener almacenado todo el contenido y los detalles de dichas pruebas.

4.7.1 Tablas

La base de datos consta de 3 tablas:

- **TestType:** Tabla que utilizamos para guardar el tipo de test que hemos realizado, en nuestro caso hemos todos los tests son del tipo "OCRTest"
- **Test:** En esta tabla guardaremos los resultados del test realizado donde podemos guardar comentarios del test, la fecha de realización y si es correcto o no. También podemos guardar las imágenes de origen y resultado así como su correspondiente MathML.

- **Configuration:** Tabla para guardar la configuración que hemos utilizado para realizar el test, es una tabla del tipo key-value, así que podemos guardar todas las configuraciones que creamos necesaria almacenar. Como por ejemplo el tipo de letra utilizado o la calidad del escaneo:
 - Key="Fuente" Value="Arial"
 - Key="Calidad escaneo" Value="600ppp"

4.7.2 Diagrama

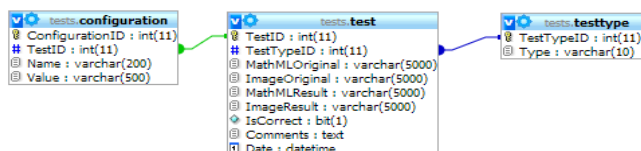


Fig. 4.7.2.1 - Diagrama de la base de datos

Podemos encontrar el script de creación en la carpeta "Base de datos" adjunta a este documento.

4.8 Sistema de visualización de los tests

Para poder visualizar los resultados de forma cómoda y sencilla hemos creado una mini aplicación de escritorio que se conecta a nuestra base de datos.

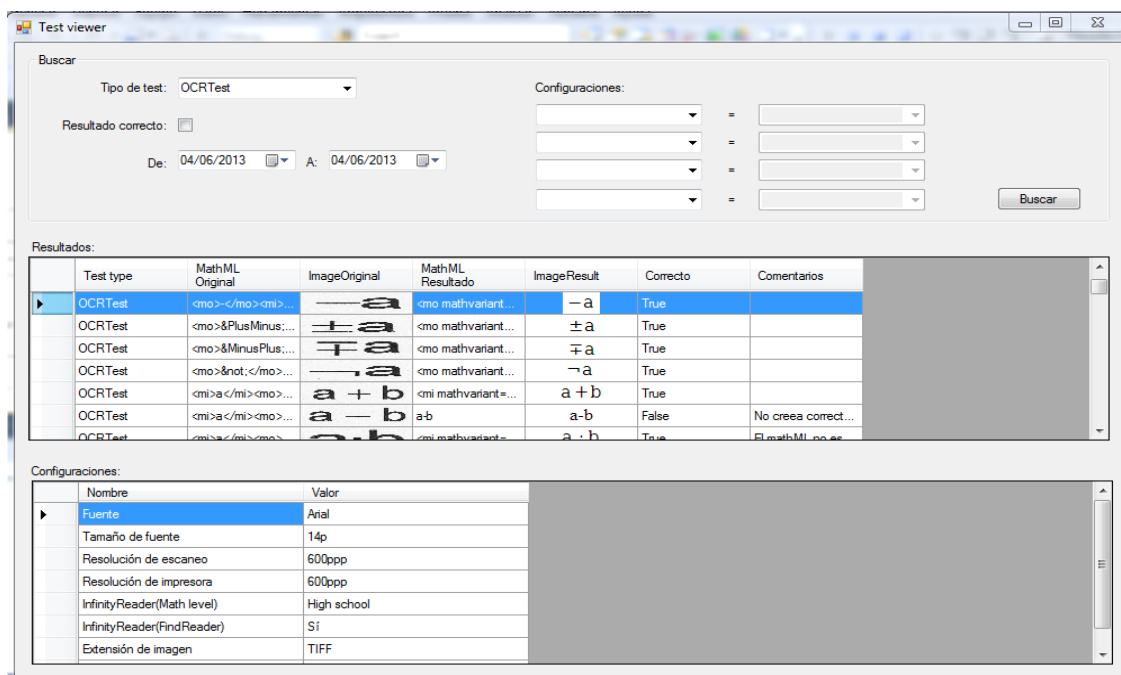


Fig. 4.8.1 - Sistema de visualización

Como podemos ver, con esta aplicación podemos filtrar los resultados, por tipo de test, resultado correcto, fechas y las distintas configuraciones:

Buscar

Tipo de test:

Configuraciones:

Resultado correcto:

De: A:

=

=

=

=

Fig. 4.8.2 - Buscador del sistema de visualización

Justo debajo de este panel podemos ver los resultados de la búsqueda, en caso de no filtrar nos aparecerán todos los tests realizados.

En el panel inferior podemos ver las configuraciones del test seleccionado en la tabla superior.

Resultados:

| | Test type | MathML Original | ImageOriginal | MathML Resultado | ImageResult | Correcto | Comentarios |
|---|-----------|-----------------------------|---------------|---------------------|-------------|----------|-----------------|
| ▶ | OCRTest | <mo>+</mo><mi>... | | <mi mathvariant=... | | True | |
| | OCRTest | <mo>-</mo><mi>... | | <mi mathvariant=... | | True | |
| | OCRTest | <mo>±... | | <mi mathvariant=... | | True | |
| | OCRTest | <mo>∓... | | <mi mathvariant=... | | True | |
| | OCRTest | <mo>¬</mo><mi>... | | <mi mathvariant=... | | True | |
| | OCRTest | <mi>a</mi><mi>b</mi><mo>... | | <mi mathvariant=... | | True | |
| | OCRTest | <mi>a</mi><mi>b</mi><mo>... | | <mi mathvariant=... | | False | No crea correct |

Configuraciones:

| | Nombre | Valor |
|---|----------------------------|-------------|
| ▶ | Fuente | Arial |
| | Tamaño de fuente | 14p |
| | Resolución de escaneo | 600ppp |
| | Resolución de impresora | 600ppp |
| | InfinityReader(Math level) | High school |
| | InfinityReader(FindReader) | Si |
| | Extensión de imagen | TIFF |

Fig. 4.8.3 - Muestra de resultados del sistema de visualización

Gracias a este sistema de visualización, nos ha sido fácil detectar y revisar las fórmulas que no se han convertido correctamente y poder ver las configuraciones que se han aplicado en esta.

Podemos encontrar el código fuente en la carpeta " Sistema de visualización" adjunta a este documento.

5. Guía docente

En este apartado explicaremos cómo generar fórmulas matemáticas de manera accesible y cómo podemos digitalizarlas mediante InftyReader.

5.1 Digitalización de un documento accesible

Para la digitalización de un documento matemático de forma correcta debemos asegurarnos de que este documento cumple dos requisitos:

- La fuente de nuestras expresiones matemáticas sigue la norma ISO 80000-2:2009
- El documento es “limpio” sin imágenes que no tengan relación ni tablas y con las fórmulas bien definidas.

Si nuestro documento cumple con estas dos condiciones tenemos muchas posibilidades de que la digitalización sea totalmente correcta, en el caso de no cumplir alguna de las sugerencias anteriores es posible que no obtengamos el resultado esperado.

Una vez tenemos el documento impreso lo escanearemos configurando el escáner para que la imagen resultado tenga una resolución de 600ppp y esté completamente en blanco y negro. También debemos especificar el tipo de imagen de salida para que sea de los reconocidos por InftyReader (TIFF, PNG, GIF, BMP o PDF).

Una vez escaneado el documento, lo abriremos con InftyReader y obtendremos un archivo XHTML+MathML, este archivo puede ser publicado en la Web o ser leído en cualquier ordenador que tenga instalado Internet Explorer + MathPlayer o Firefox. Gracias a JAWS que nos leerá los comandos MathML tendremos un documento accesible para personas con discapacidad visual aguda.

5.2 Creación de documentos matemáticos accesibles

Para crear una fórmula matemática accesible debemos utilizar algún programa que nos ayude a generar esta fórmula siguiendo la normativa ISO 80000-2:2009 que estipula las reglas de cómo crear una fórmula matemática. En nuestro caso utilizaremos “TeXWorks” que se basa en LaTeX para la generación de documentos.

Para utilizarlo iremos a su página web (<http://www.tug.org/texworks/>) y descargaremos la última versión.

Una vez descargado ejecutamos el archivo y nos aparecerá una ventana similar a la *Fig. 5.2.2*



Fig. 5.2.1 - Icono de descarga de TeXworks

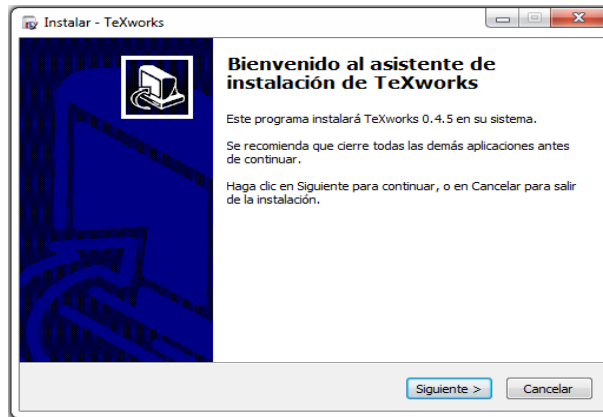


Fig. 5.2.2 - Pantalla inicio de instalación de TeXworks

Hacemos clic en siguiente y tendremos que aceptar el acuerdo de la licencia como podemos ver en la Fig. 5.2.3

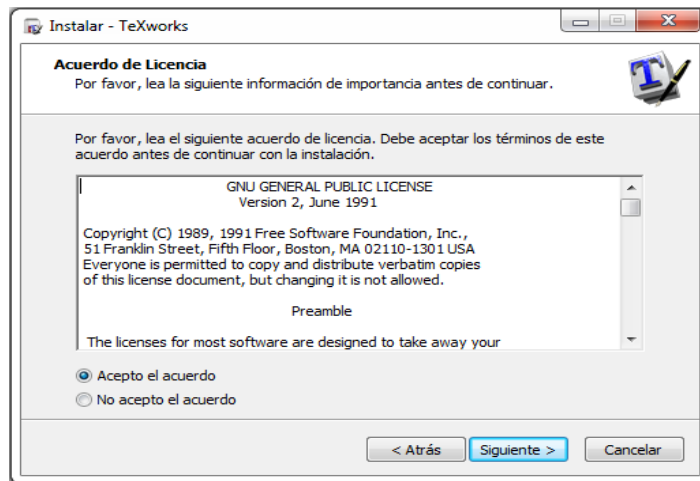


Fig. 5.2.3 - Pantalla de licencia de instalación de TeXworks

Una vez aceptado el acuerdo debemos indicar dónde queremos instalar el programa:

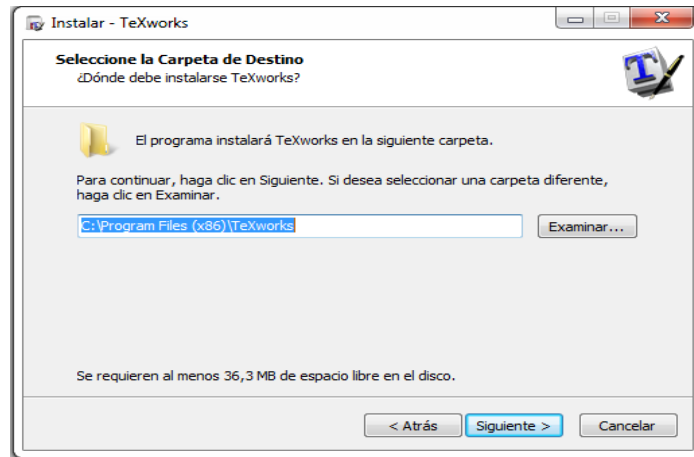


Fig. 5.2.4 - Pantalla selección destino de instalación de TeXworks

En la siguiente ventana nos aparecerá las extensiones que queremos que reconozca el programa, dejaremos la que vienen por defecto y haremos clic a siguiente.

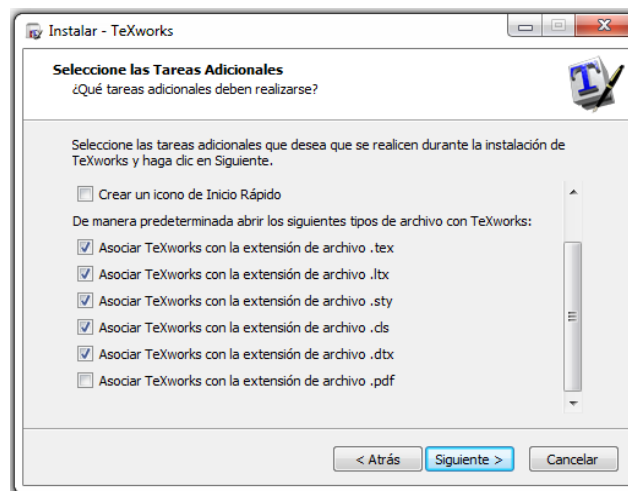


Fig. 5.2.5 - Pantalla propiedades en la instalación de TeXworks

Por último podemos ver un resumen de las configuraciones de la instalación que hemos indicado en los pasos anteriores. Si todo está correcto hacemos clic a "Instalar".

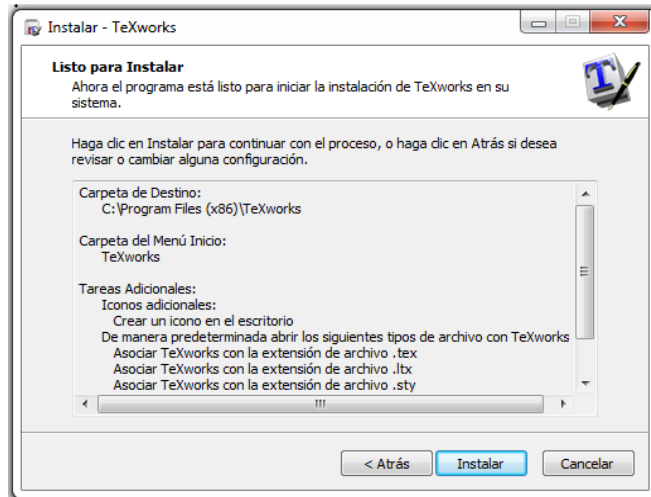


Fig. 5.2.6 - Pantalla de resumen en la instalación de TeXworks

Una vez finalizada la instalación ejecutamos el programa y nos aparecerá la siguiente ventana:

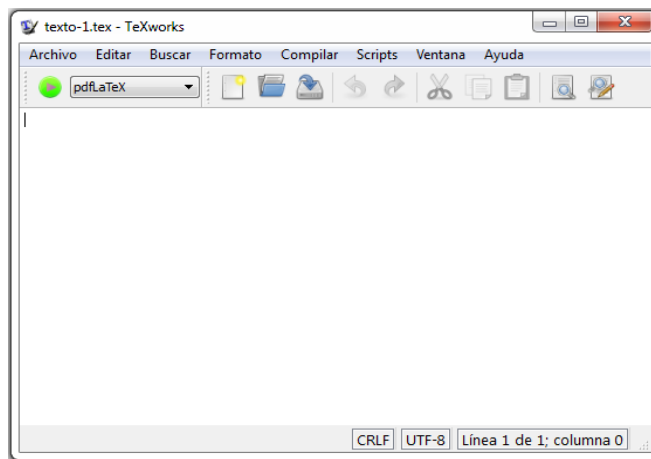


Fig. 5.2.7 - Pantalla principal de TeXworks

Ahora ya podemos empezar a generar nuestro documento (prueba.tex), en primer lugar agregaremos las librerías necesarias para escribir documentos matemáticos, añadiremos las siguientes líneas al principio del documento:

```

\documentclass[a4paper,10pt]{article}
\usepackage{latexsym}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{amssymb}
\usepackage{bm}
\usepackage{graphicx}
\usepackage{wrapfig}
\usepackage{fancybox}
\usepackage[latin1]{inputenc} %tildes directas

```

Para comprobar que funciona todo correctamente seleccionamos compilar, que se encuentra en la parte superior izquierda.



Fig. 5.2.8 - Icono de compilación

En este momento puede que nos aparezca el siguiente error:

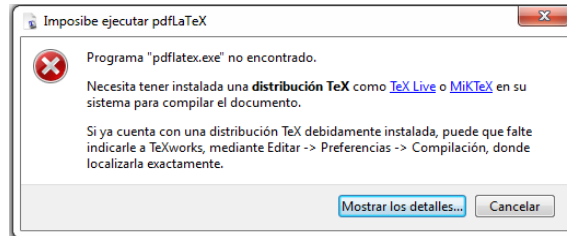


Fig. 5.2.9 - Error por falta de compilador

Esto quiere decir que nos falta el compilador de LaTeX. Para solucionar este error haremos clic a el texto donde pone MiKTeX, al hacer clic nos redigirá a una nueva página donde podremos descargar el compilador.

Una vez en la página podemos encontrar el enlace de descarga:

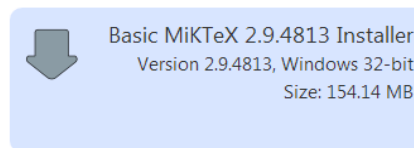


Fig. 5.2.10 - Icono de descarga de MiKTeX

Hacemos clic en el enlace anterior y empezará a descargarse el compilador.

Al finalizar la descarga procedemos a la instalación ejecutando el archivo descargado. Al ejecutar nos mostrará el proceso de instalación, donde aceptaremos las condiciones y indicaremos donde queremos instalar el programa.

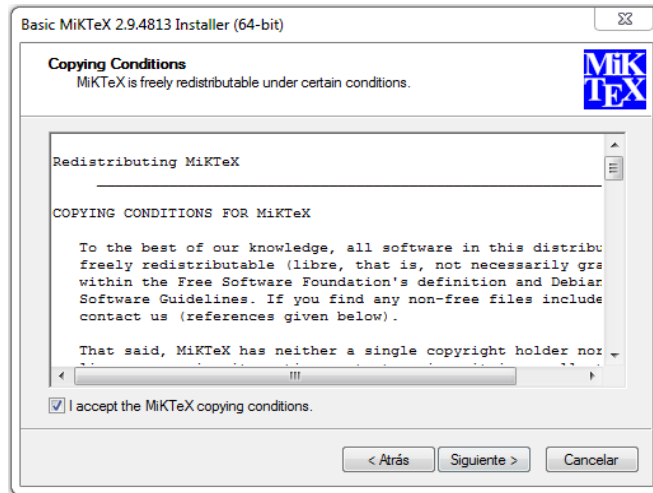


Fig. 5.2.11 - Pantalla de inicio en la instalación de MiKTeX

También configuraremos los siguientes parámetros como vemos en la imagen:

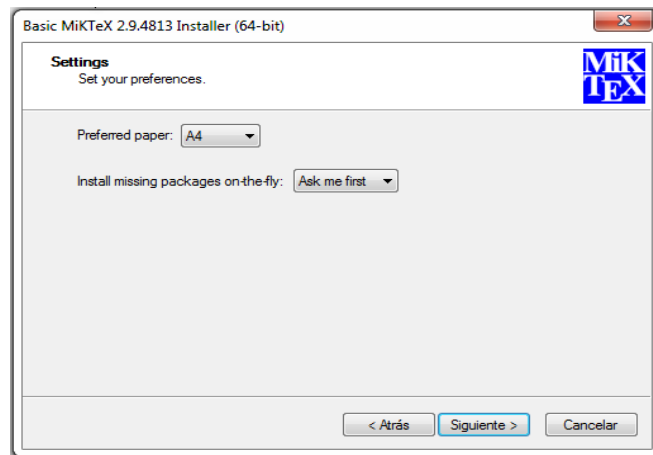


Fig. 5.2.12 - Pantalla de configuración en la instalación de MiKTeX

Una vez configuramos procedemos a la instalación. Al finalizar esta volveremos a ejecutar el programa TeXWorks y volveremos a hacer clic en el botón de compilar.

Esta vez nos aparece la siguiente ventana:

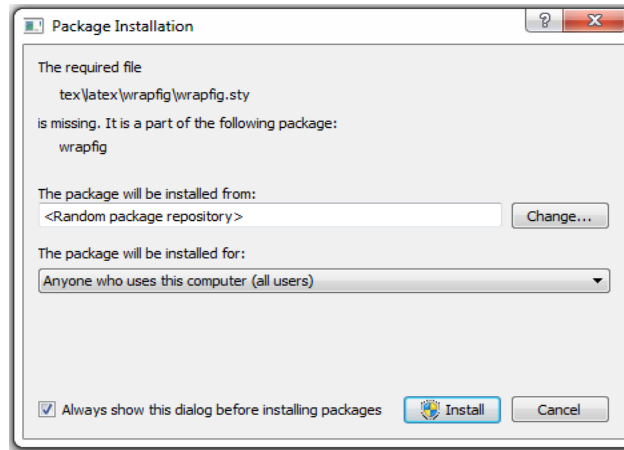


Fig. 5.2.13 - Pantalla de instalación de librerías

Esto es a causa de que nos faltan librerías por instalar, haremos clic a “Install” y esperaremos a que finalice este proceso. Puede que nos aparezca varias veces una ventana similar, depende de las librerías que no tengamos instaladas, en todos los casos haremos clic a “Install”.

Si ha finalizado correctamente quiere decir que ya lo tenemos todo listo para generar el documento. Haremos la siguiente prueba para confirmar que genera los documentos perfectamente.

Crearemos un nuevo documento con el siguiente texto:

```
\documentclass[a4paper,10pt]{article}
\usepackage{latexsym}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{amssymb}
\usepackage{bm}
\usepackage{graphicx}
\usepackage{wrapfig}
\usepackage{fancybox}
\usepackage[latin1]{inputenc} %tildes directas
\pagestyle{plain}
\title{Test}
\begin{document}
Test documento
\end{document}
```

Volveremos a hacer clic a el botón de compilar, esta vez nos aparecerá una ventana con el texto “Test documento” como podemos ver en la Fig 5.2.14

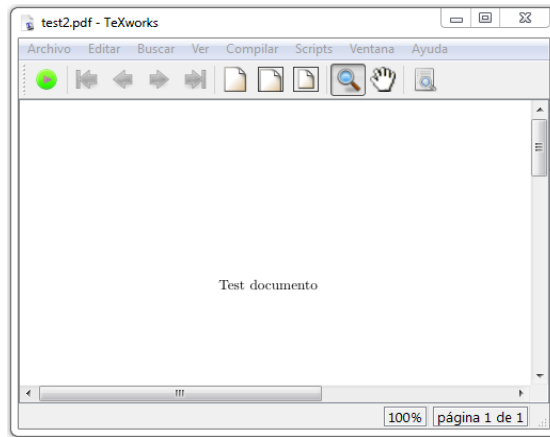


Fig. 5.2.14 - Documento resultante

Esto quiere decir que ya tenemos el documento en PDF justo donde hemos guardado nuestro archivo de LaTeX. Con todo esto ya estamos preparados para generar nuestros documentos matemáticos utilizando TeXWorks.

Procedamos ahora a ver algunos ejemplos de cómo crear una expresión matemática mediante LaTeX:

```
\begin{equation}
\pm a \nonumber
\end{equation}
```

Fig. 5.2.15 - Ejemplo expresión matemática en LaTeX

- `\begin{equation}` y `\end{equation}` nos servirán para saber dónde empieza y dónde acaba la expresión.
- `\pm` nos dibujará los símbolos +- (PlusMinus) y "a" será una variable
- En el caso de no poner `\nonumber` numerará las expresiones matemáticas que tenemos en nuestro documento

El resultado de nuestro código será el siguiente:

$$\pm a$$

Fig. 5.2.16 - Resultado del ejemplo

En el caso de que queramos escribir símbolos matemáticos que ya tenemos en nuestro teclado podemos añadirlos de manera simple, sin necesidad de los comandos para símbolos.

Por ejemplo queremos obtener la expresión "a+b" el código en LaTeX será el siguiente:

```
\begin{equation}
a+b\nonumber
\end{equation}
```

Fig. 5.2.17 - Ejemplo de expresión matemática

y el resultado:

$$a + b$$

Fig. 5.2.18 - Resultado del ejemplo

Veamos ahora como podemos generar una fórmula muy conocida, la ecuación de segundo grado

```
\begin{equation}
x=\frac{-b\pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a} \nonumber
\end{equation}
```

Fig. 5.2.19 - Ejemplo de expresión matemática

- `\frac` nos servirá para especificar la división, los primeros `{}` englobaran la parte superior de la división, es decir, el dividendo y en los segundos `{}` tendremos el divisor
- `\pm` nos dibujara el +- en horizontal, como hemos visto en el apartado anterior
- `\sqrt` nos servirá para dibujar la raíz, todo los elementos que aparezcan en los `{}` de la raíz pertenecerán a esta.

El resultado es el siguiente:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Fig. 5.2.20 - Resultado del ejemplo

Aquí tenemos algunos símbolos matemáticos que nos pueden servir de ayuda para generar nuestro documento:

| código | símbolo | código | símbolo | código | símbolo | código | símbolo |
|-------------------------|---------------|--------------------------|---------------|--------------------------|---------------|------------------------------|-------------------|
| <code>\digamma</code> | \mathcal{F} | <code>\varepsilon</code> | ε | <code>\kappa</code> | \varkappa | <code>\varphi</code> | φ |
| <code>\varpi</code> | ϖ | <code>\varrho</code> | ϱ | <code>\varsigma</code> | ς | <code>\vartheta</code> | ϑ |
| <code>\aleph</code> | \aleph | <code>\beth</code> | \beth | <code>\daleth</code> | \daleth | <code>\complement</code> | \complement |
| <code>\ell</code> | ℓ | <code>\eth</code> | \eth | <code>\hslash</code> | \hslash | <code>\mho</code> | \mho |
| <code>\partial</code> | ∂ | <code>\wp</code> | \wp | <code>\infty</code> | ∞ | <code>\angle</code> | \angle |
| <code>\Finv</code> | \Finv | <code>\Game</code> | \Game | <code>\Im</code> | \Im | <code>\Re</code> | \Re |
| <code>\exists</code> | \exists | <code>\forall</code> | \forall | <code>\in</code> | \in | <code>\ni</code> | \ni |
| <code>\approx</code> | \approx | <code>\neq</code> | \neq | <code>\leq</code> | \leq | <code>\geq</code> | \geq |
| <code>\leftarrow</code> | \leftarrow | <code>\rightarrow</code> | \rightarrow | <code>\langle</code> | \langle | <code>\rangle</code> | \rangle |
| <code>\nabla</code> | ∇ | <code>\mathbb{A}</code> | \mathbb{A} | <code>\mathcal{A}</code> | \mathcal{A} | <code>\mathbf{A}</code> | \mathbf{A} |
| <code>\times</code> | \times | <code>\emptyset</code> | \emptyset | <code>\Rightarrow</code> | \Rightarrow | <code>\hookrightarrow</code> | \hookrightarrow |
| <code>\cong</code> | \cong | <code>\{</code> | $\{$ | <code>\}</code> | $\}$ | <code>\subset</code> | \subset |
| <code>\prod</code> | \prod | <code>\coprod</code> | \coprod | <code>\bigcup</code> | \bigcup | <code>\bigcap</code> | \bigcap |

Fig. 5.2.21 - Símbolos matemáticos para LaTeX

Gracias a LaTeX nuestras fórmulas seguirán la norma ISO estipulada para generar fórmulas matemáticas.

También hemos de tener en cuenta que nuestro documento ha de ser lo más "limpio" posible, es decir, se deben evitar las tablas y evitar imágenes que puedan dificultar el reconocimiento de las fórmulas.

Veamos algunos ejemplos:

Formulas:

1) Equality of complex numbers

$$a + bi = c + di \text{ if and only if } a = c \text{ and } b = d$$

2) Addition of complex numbers

$$(a + bi) + (c + di) = (a + c) + (b + d)i$$

3) Subtraction of complex numbers

$$(a + bi) - (c + di) = (a - c) + (b - d)i$$

4) Multiplication of complex numbers

$$(a + bi)(c + di) = (ac - bd) + (ad + bc)i$$

5) Division of complex numbers

✓
$$\frac{a + bi}{c + di} = \frac{a + bi}{c + di} \cdot \frac{c - di}{c - di} = \frac{ac + bd}{c^2 + d^2} + \left(\frac{bc - ad}{c^2 + d^2} \right) i$$

6) Polar form of complex numbers

✓
$$x + iy = r(\cos \theta + i \sin \theta) \quad r - \text{modulus, } \theta - \text{amplitude}$$

7) Multiplication and division of complex numbers in polar form

✓
$$[r_1(\cos \theta_1 + i \sin \theta_1)] \cdot [r_2(\cos \theta_2 + i \sin \theta_2)] = r_1 r_2 [\cos(\theta_1 + \theta_2) + i \sin(\theta_1 + \theta_2)]$$

✓
$$\frac{r_1(\cos \theta_1 + i \sin \theta_1)}{r_2(\cos \theta_2 + i \sin \theta_2)} = \frac{r_1}{r_2} [\cos(\theta_1 - \theta_2) + i \sin(\theta_1 - \theta_2)]$$

Fig. 5.2.22 - Ejemplo de documento matemático

Este documento sería un mal ejemplo para tratar de digitalizarlo, ya que las imágenes (los 4 iconos que hay a la izquierda de las 4 últimas fórmulas) y los números de cada apartado dificultan la conversión y posiblemente no obtengamos un resultado correcto.

Otro ejemplo:

be the pole divisor of f and g_{k+1} on M_σ respectively. Let $\bar{\delta}_0, \bar{\delta}_1, \dots, \bar{\delta}_k$ be the order of the pole of g_{k+1} on $E_{j_0}(=E_0), E_{j_1}(=E_1), \dots, E_{j_k}$. We have $\bar{\delta}_0 = \bar{\nu}_{j_0}, \bar{\delta}_1 = \bar{\nu}_{j_1}, \dots, \bar{\delta}_k = \bar{\nu}_{j_k}$. The coefficients $\nu_i, \bar{\nu}_i$ ($i = 0, 1, \dots, \sigma$) are the solutions of the following equations:

$$\sum_{j=0}^{\sigma} (E_i^{(\sigma)} \cdot E_j^{(\sigma)}) \nu_j = \begin{cases} 0 & (i \neq \sigma) \\ d_{k+1} & (i = \sigma), \end{cases}$$

$$\sum_{j=0}^{\sigma} (E_i^{(\sigma)} \cdot E_j^{(\sigma)}) \bar{\nu}_j = \begin{cases} 0 & (i \neq \sigma) \\ 1 & (i = \sigma). \end{cases}$$

Hence, by Lemma 4, we have $\nu_i = d_{k+1} \bar{\nu}_i$ for all $i = 0, 1, \dots, \sigma$. In particular,

$$\delta_i = \bar{\delta}_i \cdot d_{k+1}, \quad (i = 0, 1, \dots, k).$$

Therefore, in order to prove (2), it is sufficient to prove

$$(3) \quad q_k \bar{\delta}_k \in \mathbb{N} \bar{\delta}_0 + \mathbb{N} \bar{\delta}_1 + \dots + \mathbb{N} \bar{\delta}_{k-1}.$$

Fig. 5.2.23 - Ejemplo de documento matemático

Este sería un buen ejemplo para la digitalización, podemos observar que las fórmulas están bien separadas y sin ningún tipo de imagen o tabla que pueda confundir a nuestro OCR.

6. Evaluación de sitios Web matemáticos

Para poder evaluar la potencial accesibilidad, esto es para evaluar la capacidad que tiene una página Web no accesible de ser convertida a MathML hemos: i) usado InftyReader como conversor a MathML, ii) propuesto diferentes criterios de evaluación y categorizado los resultados, iii) creado un documento que sigue las recomendaciones de la Web semántica para describir los resultados y iv) creado un repositorio en Drupal con dichos resultados.

Este repositorio estará online gracias a la web de <http://bd.ub.edu/adaptabit> y se podrá consultar con facilidad.

Para crear este repositorio hemos utilizado EARL (Evaluation and report language) con el que podemos expresar la evaluación accesible de distintas páginas web siguiendo unos criterios básicos.

6.1 Estructura del informe

Cada informe realizado con EARL declara una afirmación (assertion) sobre los resultados de realizar una prueba, esta afirmación está compuesta por distintas propiedades básicas:

- **Subject:** Aquello que está siendo probado contra un cierto requisito. En nuestro caso el subject es la página web.
- **Test Case:** Es el caso de prueba que debe superar el sujeto. La prueba realizada, el criterio o regla. En nuestro caso proponemos distintos criterios que se describirán más adelante.
- **Result:** El resultado de la prueba, si el sujeto pasa o falla el caso de prueba o hay otros resultados.
- **Asserted by:** Indica quien hace la declaración o afirma el resultado. Inicialmente la evaluación es realizada por la herramienta (Tool), pero si se modifica manualmente la validez se asigna a la persona evaluadora (Person).
- **Mode:** Indica cómo se ha llegado al resultado. Inicialmente el modo es automático, ya que son resultados obtenidos por la herramienta. Cuando se modifica la validez de un problema de accesibilidad por una persona, el modo se cambia a manual.

También podemos añadir más información como:

- **Software:** El software que hemos utilizado en la evaluación
- **Group:** Nos sirve para agrupar la persona y el software que han realizado la evaluación.

6.1.1 Criterios de evaluación (Test case)

Como hasta la fecha no hay ningún trabajo que evalúe la *potencial accesibilidad* de documentos matemáticos, hemos definido varios criterios de evaluación con los cuales indicaremos si se ha superado el test. Los criterios, asociados al funcionamiento de InftyReader y al estándar ISO de escritura de formulaciones matemáticas, son:

- C1-INFTYREADER: El tipo de letra (font-family) debe ser de la familia Romana o Serif, NO sans-serif, decorada u otras.
- C2-INFTYREADER: La resolución de la imagen debe ser de 600 dpi
- C3-INFTYREADER: La imagen ha de ser en blanco y negro, no en escala de grises

- C1-ISO: Las variables tales como x , y , etc, y los números tales como i en $\sum_{i=0}^k xi$ se expresan en letra cursiva.
- C2-ISO: Los parámetros, tales como a , b , etc, que pueden ser considerados como constante en un contexto particular, están expresados en cursiva. Lo mismo se aplica a las funciones en general, por ejemplo, f , g .
- C3-ISO: Una función definida explícitamente no dependiendo del contexto es expresada en fuente Roman, por ejemplo \sin , \exp , \ln .
- C4-ISO: Los valores de las constantes matemáticas que nunca cambian son expresadas en Roman.
- C5-ISO: Los operadores se expresan en Roman.
- C6-ISO: Números expresados en forma de dígitos se imprimen siempre en Roman.
- C7-ISO: Las matrices se escriben normalmente con negrita cursiva con letras mayúsculas y sus elementos con letras minúsculas en cursiva fina

6.1.2 Resultados

Hemos definido distintos resultados para cada uno de los criterios dependiendo de la cantidad de fórmulas que se han digitalizado correctamente.

Cuando la conversión no ha funcionado correctamente:

- Conversión fallida [0%-20%] : Este documento tiene potencial accesibilidad muy baja
- Conversión fallida [20%-40%]: Este documento tiene potencial accesibilidad baja.
- Conversión realizada [40%-60%]: Este documento tiene potencial accesibilidad media

Cuando se ha realizado la conversión correctamente:

- Conversión exitosa [60%-80%]: Este documento tiene potencial accesibilidad alta.
- Conversión exitosa [80%-100%]: Este documento tiene potencial accesibilidad máxima.

Hemos realizado varios informes de diferentes páginas web con contenido matemático y este ha sido el resultado:

| Página | Resultado |
|---|--------------------------------|
| http://www.math.com/tables/integrals/tableof.htm | Conversión fallida [0%-20%] |
| http://www.mathportal.org/formulas/algebra/complex.php | Conversión fallida [0%-20%] |
| http://www.sosmath.com/diffeq/first/homogeneous/homogeneo-us.html | Conversión realizada [40%-60%] |
| http://www.aaamath.com/equ-divequ2.htm | Conversión fallida [0%-20%] |

Podemos encontrar estos informes en la carpeta "EARL Reports" adjunta a este documento.

6.1.3 Ejemplo de informe EARL

Veamos un ejemplo de informe para entender mejor como está estructurado.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
```



```

<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:earl="http://www.w3.org/ns/earl#"
  xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/spec/"
  xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/"
  xmlns:cnt="http://www.w3.org/2007/content#"
  xml:base="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/#">

  <!-- Assertions: el conjunto de la evaluación, es la parte más
importante ya que definimos el criterio utilizado y su resultado -->

  <earl:Assertion
rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/assertion/assertion-1">
<earl:assertedBy
rdf:resource="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/group/dani-lopez-con-
inftyreader" />
<!-- Criterio -->
<earl:test rdf:resource="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C1-
InftyReader" />
<earl:mode rdf:resource="http://www.w3.org/ns/earl#manual"/>
<earl:subject
rdf:resource="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/contentastext/table-
integrals" />

<!-- Resultado -->
<earl:result
rdf:resource="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testresult/Conversi%C3%B
3n-fallida-0-20" />
  </earl:Assertion>

  <!-- Assertors group-->
  <foaf:Group rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/group/dani-
lopez-con-inftyreader">
    <dct:title xml:lang="es">Dani López utilizando
InftyReader</dct:title>
    <earl:mainAssertor
rdf:resource="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/person/dani-lopez"/>
    <foaf:member
rdf:resource="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/software/inftyreader"/>
  </foaf:Group>

  <!-- Person: La persona que ha realizado el test -->
  <foaf:Person rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/person/dani-
lopez">
    <foaf:name>Dani López</foaf:name>
    <foaf:mbox
rdf:resource="mailto:dani.lopez.hidalgo@gmail.com"/>
  </foaf:Person>

  <!-- Software: El software utilizado -->
  <earl:Software
rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/software/inftyreader">
    <doap:name xml:lang="en">InftyReader</doap:name>

```

```
    <doap:description xml:lang="en">InftyReader is an Optical
Character Recognition (OCR) application that recognizes and
translates scientific documents (including math symbols) into LaTeX,
MathML and XHTML.</doap:description> <!-- La llengua ha de ser la
pròpia del valor de l'atribut. -->
```

```
    <doap:homepage
rdf:resource="http://www.inftyreader.org"/>
    <doap:created>...</doap:created>
    <doap:release>1.0.c</doap:release>
</earl:Software>
```

```
<!-- Test criterion: En este apartado especificamos todos los
criterios que se pueden tener en cuenta para realizar una evaluación
-->
```

```
    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C1-InftyReader">
    < dct:title xml:lang="en">C1-InftyReader</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">The type-face (font-
family) must be Roman, NO sans-serif.</dct:description>
    </earl:TestCase>
```

```
    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C2-InftyReader">
    < dct:title xml:lang="en">C2-InftyReader</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Image resolution must be
600 dpi.</dct:description>
    </earl:TestCase>
```

```
    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C3-InftyReader">
    < dct:title xml:lang="en">C3-InftyReader</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Image must be pure black
and white, no grayscale.</dct:description>
    </earl:TestCase>
```

```
    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C1-ISO">
    < dct:title xml:lang="en">C1-ISO</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Variables such as  $x$ ,  $y$ ,
etc., and running numbers, such as  $i$  in  $\sum_i x_i$  are printed in italic
(sloping) type.</dct:description>
    </earl:TestCase>
```

```
    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C2-ISO">
    < dct:title xml:lang="en">C2-ISO</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Parameters, such as  $a$ ,  $b$ ,
etc., which may be considered as constant in a particular context,
are printed in italic (sloping) type. The same applies to functions
in general, e.g.  $f$ ,  $g$ ..</dct:description>
    </earl:TestCase>
```

```

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C3-ISO">
    < dct:title xml:lang="en">C3-ISO</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">An explicitly defined
function not depending on the context is, however, printed in Roman
(upright) type, e.g. sin, exp, ln.</dct:description>
    </earl:TestCase>

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C4-ISO">
    < dct:title xml:lang="en">C4-ISO</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Mathematical constants,
the values of which never change, are printed in Roman (upright)
type, e.g. e = 2,718 218 8...;  $\pi$  = 3,141 592...;  $i^2$  =
-1.</dct:description>
    </earl:TestCase>

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C5-ISO">
    < dct:title xml:lang="en">C5-ISO</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Well-defined operators are
also printed in Roman (upright style, e.g. div,  $\delta$  in  $\delta x$  and each d
in  $df/dx$ .</dct:description>
    </earl:TestCase>

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C6-ISO">
    < dct:title xml:lang="en">C6-ISO</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Numbers expressed in the
form of digits are always printed in Roman (upright) style, e.g. 351
204; 1,32; 7/8.</dct:description>
    </earl:TestCase>

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C7-ISO">
    < dct:title xml:lang="en">C7-ISO</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Matrices are usually
written with boldface italic capital letters and their elements with
thin italic lower case letters, but other typefaces may also be
used.</dct:description>
    </earl:TestCase>

    <!-- Test Results: Aquí tenemos todos los posibles resultados
especificados-->
    <earl:TestResult
rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testresult/Conversi%C3%B3n-
fallida-0-20">
    < earl:outcome
rdf:resource="http://www.w3.org/ns/earl#failed"/>
    < dct:title xml:lang="es">Conversión fallida [0%-
20%]</dct:title>
    < dct:description rdf:parseType="Literal">

```

```

        <div xml:lang="es"
xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
            <p>Este documento tiene potencial accesibilidad
muy baja.</p>
        </div>
    </dct:description>
</earl:TestResult>

    <earl:TestResult
rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testresult/Conversi%C3%B3n-
fallida-20-40">
        <earl:outcome
rdf:resource="http://www.w3.org/ns/earl#failed"/>
        <dct:title xml:lang="es">Conversión fallida [20%-
40%]</dct:title>
        <dct:description rdf:parseType="Literal">
            <div xml:lang="es"
xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
                <p>Este documento tiene potencial accesibilidad
baja.</p>
            </div>
        </dct:description>
    </earl:TestResult>

    <earl:TestResult
rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testresult/Conversi%C3%B3n-
realizada-40-60">
        <earl:outcome
rdf:resource="http://www.w3.org/ns/earl#failed"/>
        <dct:title xml:lang="es">Conversión realizada [40%-
60%]</dct:title>
        <dct:description rdf:parseType="Literal">
            <div xml:lang="es"
xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
                <p> Este documento tiene potencial
accesibilidad media</p>
            </div>
        </dct:description>
    </earl:TestResult>

    <earl:TestResult
rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testresult/Conversi%C3%B3n-
exitosa-60-80">
        <earl:outcome
rdf:resource="http://www.w3.org/ns/earl#passed"/>
        <dct:title xml:lang="es">Conversión exitosa [60%-
80%]</dct:title>
        <dct:description rdf:parseType="Literal">
            <div xml:lang="es"
xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
                <p>Este documento tiene potencial accesibilidad
alta.</p>
            </div>

```

```

        </dct:description>
    </earl:TestResult>

    <earl:TestResult
rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testresult/Conversi%C3%B3n-
exitosa-80-100">
        <earl:outcome
rdf:resource="http://www.w3.org/ns/earl#passed"/>
        <dct:title xml:lang="es">Conversión exitosa [80%-
100%]</dct:title>
        <dct:description rdf:parseType="Literal">
            <div xml:lang="es"
xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
                <p>Este documento tiene potencial accesibilidad
máxima.</p>
            </div>
        </dct:description>
    </earl:TestResult>

    <!-- Test Subject: Aquí tenemos el sujeto sometido a test, en
nuestro caso una página web. También podemos ver el resultado en
XHTML de la digitalización -->
    <cnt:ContentAsText
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/contentastext/table-
integrals">
        <dct:title xml:lang="en">Table of Integrals</dct:title>
        <dct:date
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#date">2013-05-
04</dct:date>
        <dct:isVersionOf
rdf:resource="http://www.math.com/tables/integrals/tableof.htm" />
        <cnt:characterEncoding>UTF-8</cnt:characterEncoding>
        <cnt:chars>

...
        </cnt:chars>
    </cnt:ContentAsText>

</rdf:RDF>

```

Podemos encontrar el ejemplo completo del informe en el apéndice 2.

Como podemos ver definido en el assertion del anterior informe nuestro criterio de evaluación ha sido:

```
<earl:test rdf:resource="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C1-
InfntyReader" />
```

Que corresponde con el criterio ya definido:

- C1-INFYTYREADER: El tipo de letra (font-family) debe ser de la familia Romana o Serif, NO sans-serif, decorada u otras.

También podemos encontrar en el assertion el resultado de esta evaluación:

```
<earl:result
rdf:resource="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testresult/Conversi%C3%B3n-fallida-0-20" />
```

Que corresponde con el resultado previamente definido:

- Conversión fallida [0%-20%] : Este documento tiene potencial accesibilidad muy baja.

6.2 Repositorio Drupal

Los informe EARL son datos distribuidos por lo que necesitamos un repositorio online donde almacenarlos y así tenerlos disponibles para la comunidad de profesores o investigadores que necesiten consultarlos. Nosotros hemos utilizado Drupal. En concreto tenemos todos los informes en la web de adaptabit de la UB (<http://bd.ub.edu/adaptabit>).

| <input type="checkbox"/> | TÍTOL | TIPUS | AUTOR | ESTAT | ACTUALITZAT | LLENGUA | OPERACIONS |
|--------------------------|-------------------------------|-----------|-------|----------|--------------------|------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | C1-InfyReader | Test case | dani | publicat | 05/26/2013 - 12:43 | Neutre lingüísticament | edita suprimeix |
| <input type="checkbox"/> | C2-InfyReader | Test case | dani | publicat | 05/26/2013 - 12:43 | Neutre lingüísticament | edita suprimeix |
| <input type="checkbox"/> | C3-InfyReader | Test case | dani | publicat | 05/26/2013 - 12:43 | Neutre lingüísticament | edita suprimeix |
| <input type="checkbox"/> | C1-ISO | Test case | dani | publicat | 05/26/2013 - 12:43 | Neutre lingüísticament | edita suprimeix |
| <input type="checkbox"/> | C2-ISO | Test case | dani | publicat | 05/26/2013 - 12:42 | Neutre lingüísticament | edita suprimeix |

Fig. 6.2.1 Ejemplo del contenido en Drupal

6.2.1 Módulos utilizados

Drupal dispone de varios módulos para ayudarnos a la creación de contenido para la Web semántica y así brindar la posibilidad de realizar consultas a un repositorio basado en RDF:

- SPARQL: <http://drupal.org/project/sparql>
- SPARQL Views http://drupal.org/project/sparql_views
- Chaos tool suite (ctools) <http://drupal.org/project/ctools>
- Entity API: <https://drupal.org/project/entity>
- RDFx: <https://drupal.org/project/rdfx>

6.2.2 Crear los diferentes tipos de contenido

Se han creado tantos tipos de contenidos como clases del esquema de EARL (descritos en la sección 6.1) son necesarias para la descripción de informes de evaluación.

- Assertion
- Content As Text
- Group
- Person
- Software
- Test case
- Test result

Para añadir el tipo de contenido nuevo tenemos que ser administradores de la web, en este caso vamos a la opción "Estructura" del menú superior como vemos en la Fig. 6.2.2.1.



Fig 6.2.2.1 - Web con Drupal de adaptabit

Nos aparecerá un panel en el que tendremos distintas opciones, haremos clic en la opción que dice "Tipo de contenido"

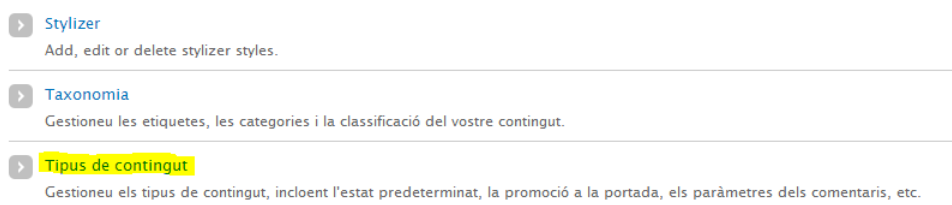


Fig 6.2.2.2 - Opciones de estructuras en Drupal

Veremos todos tipos de contenido que tenemos ahora mismo en la web, haremos clic en la opción de la parte superior de añadir un nuevo tipo de contenido.



Fig 6.2.2.3 - Opciones de tipos de contenido

Aparecerá un formulario donde nos indica el nombre que le queremos dar al nuevo contenido. Por ejemplo "Assertion" en nuestro caso.

Fig 6.2.2.4 - Añadir nuevo tipo de contenido

En el proceso de definición de los tipos de contenidos, aceptamos todas las opciones por defecto en los casos de las siguientes secciones: “Opcions de publicació”; “Parametros de visualització”; “Parámetros de los comentarios”;

No ha sido necesario configurar la sección “Microdata settings”.

En cada tipo de contenido también configuraremos su propiedad RDF en la pestaña que podemos ver en la parte inferior que pone "RDF Setting", como podemos ver en el ejemplo de la Fig 7.2.2.5

Fig 6.2.2.6 - Ejemplo de tipo de contenido

Seguidamente haremos clic en "Guardar y añadir nuevos campos", veremos que nos aparece un formulario donde podemos añadir nuevos campos para nuestro tipo de contenido, añadiremos los que necesitamos para cada uno de los contenidos.

| ETIQUETA | PES | PARE | NOM-MÀQUINA | TIPUS DE CAMP | GINY | OPERACIONS |
|-------------------------|-----|---------|--------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
| Title | -5 | - Cap - | title | Element del mòdul Node | | |
| Paràmetres del camí URL | 30 | - Cap - | path | Path module form elements | | |
| Body | 31 | - Cap - | body | Text llarg i resum | Àrea de text amb un resum | edita supprimeix |
| Assertion ID | 32 | - Cap - | field_assertion_id | Enllaç | Enllaç | edita supprimeix |
| Asserted by | 33 | - Cap - | field_asserted_by | Enllaç | Enllaç | edita supprimeix |
| Test | 34 | - Cap - | field_test | Enllaç | Enllaç | edita supprimeix |
| Mode | 35 | - Cap - | field_mode | Enllaç | Enllaç | edita supprimeix |
| Subject | 36 | - Cap - | field_subject | Enllaç | Enllaç | edita supprimeix |
| Result | 37 | - Cap - | field_result | Enllaç | Enllaç | edita supprimeix |

Fig 6.2.2.6 - Ejemplo de tipo de contenido

6.2.3 Añadir datos en el repositorio

Con el tipo de contenido ya creado en nuestro sitio web procedemos a añadir contenido a nuestro repositorio. Para realizar esta tarea haremos clic en la opción "Contenido" del menú superior.



Fig 6.2.3.1 - Menú de administrador Drupal

Nos aparecerá un menú con todos los contenidos ya existentes en la web, haremos clic en la opción de "Añadir contenido" como podemos ver en la Fig 7.2.3.2



Fig 6.2.3.2 - Opciones de contenido

Seleccionaremos el tipo de contenido que queremos añadir (de los creados anteriormente, por ejemplo "Test case") y rellenaremos los campos necesarios para nuestro nuevo contenido. Hacemos clic en guardar una vez introducido todos los campos y podemos ver que ya tenemos un nuevo contenido

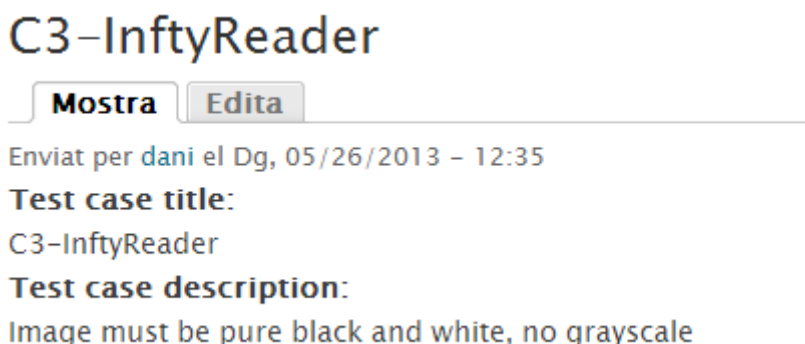


Fig 6.2.3.3 - Nuevo contenido del tipo "Test Case"

En el caso de un nuevo Assertion (Evaluación de una nueva web de contenido matemático) el contenido de la mayoría de los campos hará referencia a la URL de los nuevos tipos de contenido que hemos creado, como podemos observar en la Fig 7.2.3.4

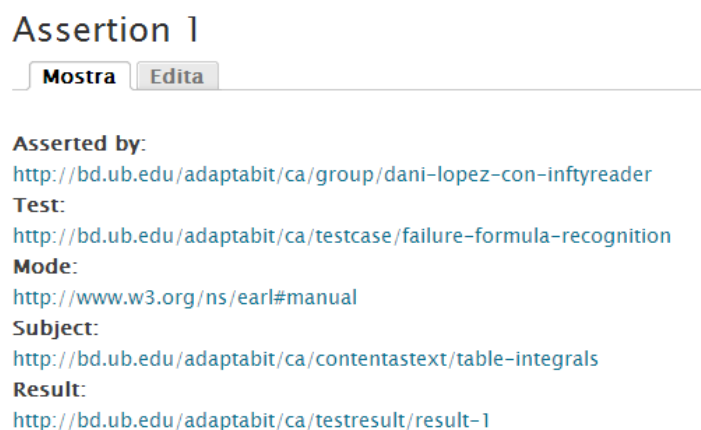


Fig 6.2.3.4 - Ejemplo del tipo de contenido "Assertion"

6.2.4 Consultas con SPARQL

Gracias a SPARQL podemos consultar todo el contenido añadido de una manera fácil y sencilla, instalando el modulo de Drupal para SPARQL nos aparecerá una nueva opción donde podemos hacer nuestras consultas, sin necesidad de ser administrador. Podemos encontrar esta nueva opción en el menú de navegación de la parte izquierda de la página web.



Fig 6.2.4.1 - Menú de navegació Drupal

En concreto la que podemos ver con el nombre de SPARQL endpoint, si hacemos clic nos redireccionará a la página donde podemos realizar las consultas.

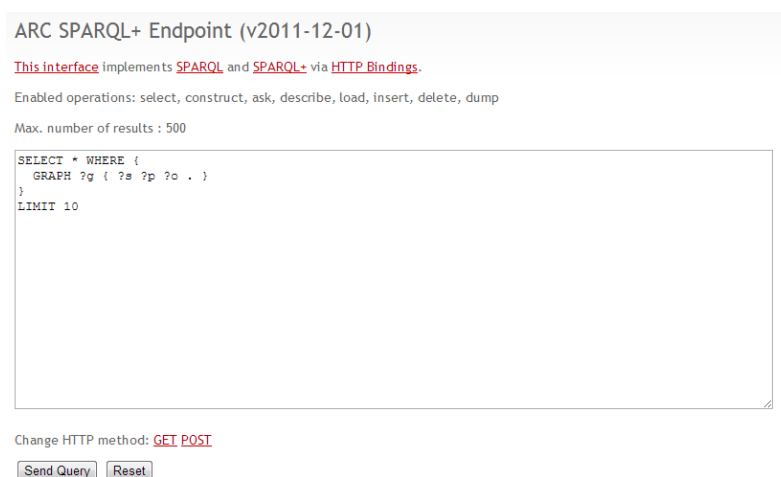


Fig 6.2.4.2 - Endpoint para realizar consultas SPARQL en Drupal

Escribiremos nuestra consulta con SPARQL y haremos clic en el botón "Send query" , si la consulta es correcta nos generara un archivo de resultado en formato XML donde podremos ver los resultados de la query.

Veamos un ejemplo de query:

```
PREFIX foaf:      <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
SELECT ?name
WHERE {
?x foaf:name ?name .
}
```

Con esta consulta podemos obtener el nombre de los creadores de informes, el resultado es el siguiente:

```
<?xml version="1.0"?>
<sparql xmlns="http://www.w3.org/2005/sparql-results#">
  <head>
    <!-- query time: 0.0345 sec -->
    <variable name="name"/>
  </head>
  <results>
    <result>
      <binding name="name">
        <literal datatype="xsd:string">Dani López</literal>
      </binding>
    </result>
    <result>
      <binding name="name">
        <literal datatype="xsd:string">Miquel Centelles
Velilla</literal>
      </binding>
    </result>
  </results>
</sparql>
```

Podemos encontrar más ejemplos de consultas y sus resultados en la carpeta " SPARQL Querys" adjunta a este documento.

7. Conclusiones y trabajo futuro

Las conclusiones que hemos podido extraer de este proyecto son varias, empezando por la necesidad de la existencia de una guía docente para la creación de documentos matemáticos accesibles y la digitalización de estos ya que no hemos podido encontrar ninguna fuente donde se explicaran los pasos para realizar estos procesos. Por lo tanto creemos que puede ser de gran ayuda tanto a personal docente como a cualquier persona que desee generar documentos matemáticos accesibles.

Partimos del hecho de que la gran mayoría de las páginas Web matemáticas no son accesibles pero como resultado de este proyecto podemos afirmar que tampoco son fácilmente convertibles a accesibles, esto es que su *potencial accesibilidad* es muy baja y en algunos casos nula.

Gracias a un repositorio del tipo que hemos creado en este proyecto podríamos saber donde tenemos que ir a buscar si deseamos obtener documentos Web matemáticos plenamente accesibles. Cabe destacar que la contribución del proyecto, en lo relativo al repositorio DRUPAL, no es el número de evaluaciones realizadas, que han sido muy pocas, sino la creación de la estructura de un informe EARL que a partir de ahora cualquier investigador puede usar para documentar evaluaciones y cualquier docente puede consultar para informarse sobre la potencial accesibilidad de determinadas Webs matemáticas.

Como conclusión, generar un documento accesible no nos conlleva mucho más esfuerzo que generar un documento que no lo sea, siguiendo las recomendaciones que hemos descrito en la guía docente. Por lo tanto, es altamente recomendable generar un documento accesible ya que se beneficiará todo el mundo, no solo las personas discapacitadas. Los documentos convertidos “correctamente” a mathML serán mucho más flexibles (capaces de cambiar algunas de sus propiedades) y por tanto más accesibles.

Pensamos que la ampliación de nuestro repositorio sería una buena idea como trabajo futuro ya que si el repositorio alcanza una medida significativa tendremos un lugar de referencia para encontrar sitios webs con contenido matemático potencialmente accesible, lo que facilitará la tarea a muchos profesores que requieran de documentos de este tipo.

Otra ampliación posible puede ser la generación de una interface gráfica para las consultas resultantes de SPARQL ya que la generación de la consulta y su resultado actual son bastante complejos para una persona que no tenga experiencia en este tipo de aplicación, así que si proporcionamos una interface más amigable cualquier persona podría generar su consulta y de esta manera encontrar los resultados esperados. Ya que con la interface actual el resultado de la consulta que se genera es un archivo en formato XML. Lo ideal en este caso es poder ver el resultado directamente en la página web.

8. Referencias

- Design Science (2003), A Gentle Introduction to MathML (tutorial), <http://www.dessci.com/en/support/tutorials/mathml/default.htm>
- Kohlhase, Michael (2003), MathML - Presenting and Capturing Mathematics for the Web <http://www.cs.cmu.edu/~kohlhase/talks/mathml-tutorial>
- W3C (2003a), Mathematical Markup Language (MathML) Version 2.0 (Second Edition), W3C Recommendation, 21 October 2003 <http://www.w3.org/TR/MathML2/>
- W3C (2003b), Putting mathematics on the Web with MathML <http://www.w3.org/Math/XSL/>
- W3C (2004), Math Home <http://www.w3.org/Math/>
- W3C (2011), EARL <http://www.w3.org/TR/2011/WD-EARL10-Schema-20110510/>
- W3C, RDF <http://www.w3.org/RDF/>
- LaTeX tutorial <http://www.maths.tcd.ie/~dwilkins/LaTeXPrimer/>
- Drupal 7 and RDF <http://files.openspring.net/2010/10/drupal7-rdf-mit-lod-ventures-oct-2010.pdf>
- InftyReader <http://www.inftyreader.org/>
- TeXWorks <http://www.tug.org/texworks/>
- MiKTeX <http://miktex.org/download>
- MathPlayer <http://www.dessci.com/en/products/mathplayer/>
- Microsoft Word, versión 2007 <http://office.microsoft.com/es-es/>
- JAWS, versión 5.00.846, Freedom Scientific <http://www.freedomscientific.com>
- MathType, versión 5.2, Design Science <http://www.dessci.com/en/products/mathtype/trial.asp>
- Drupal, version 7.22 <https://drupal.org/>
- OpenOffice, version 3.4.1 <http://www.openoffice.org/es/descargar/>
- Visual Studio, version 2010 <http://www.microsoft.com/visualstudio>
- MySQL <http://www.mysql.com>
- Drupal 7: Creating Content Types http://www.youtube.com/watch?v=JsuMnG_5Yko
- Adding and editing content in Drupal 7 <http://www.youtube.com/watch?v=D93yOJrMopw>
- Drupal7 Semantizer: How "RDF Extensions" (RDFx) work http://www.youtube.com/watch?v=qbU2j_3ltGA
- Lamda <http://cidat.once.es/home.cfm>

Apéndice I : Instalación de InftyReader 2.9.6

Para instalar InftyReader debemos saber que necesitamos la licencia para poder realizar correctamente la instalación, estas licencias las podemos obtener en la página oficial de InftyReader (www.inftyreader.org).

Una vez tengamos las licencias necesarias procedemos a su instalación descargando el archivo de la página oficial según la licencia que hemos obtenido. Cuando hayamos descargado y descomprimido el archivo veremos la siguiente estructura de ficheros

| | | |
|--------------------------------|------------------|---------------------|
| fonts | 21/05/2013 17:43 | Carpeta de archivos |
| AboutInftyReaderE.txt | 28/02/2013 16:10 | Documento de tex... |
| HowToUse.txt | 01/03/2013 10:45 | Documento de tex... |
| InftyReaderE30Beta2_Setup.exe | 30/04/2013 23:30 | Aplicación |
| IntroductionToInftyReader.html | 15/07/2011 9:23 | Chrome HTML Do... |
| OcrParameter.dat | 17/11/2012 20:31 | Archivo DAT |
| readme.txt | 24/02/2013 15:21 | Documento de tex... |
| WhatsNew.txt | 01/03/2013 10:58 | Documento de tex... |

Fig A.1 - Fichero descomprimidos después de la descarga

Ejecutamos el archivo con extensión “.exe” y con esto empezará la instalación del programa. Nos aparecerá la ventana que podemos ver en la Fig A.1.1

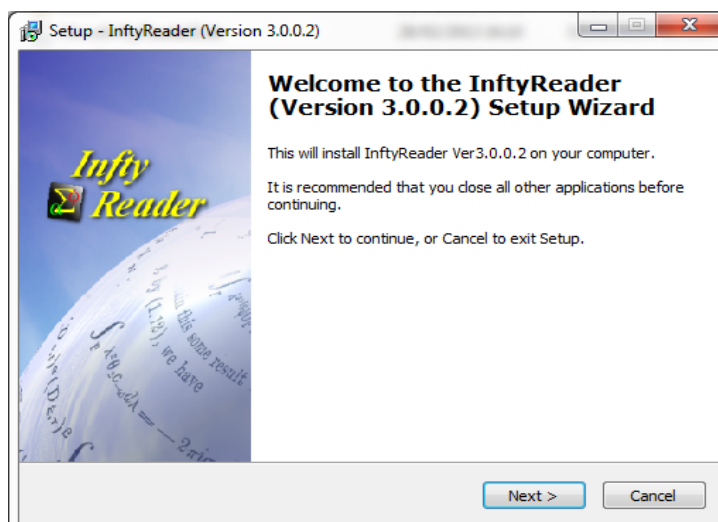


Fig A.1.1 - Pantalla de inicio de instalación de InftyReader

Seleccionamos siguiente y nos mostrará las condiciones de uso las cuales tendremos que aceptar, como podemos ver en la Fig. A.1.2

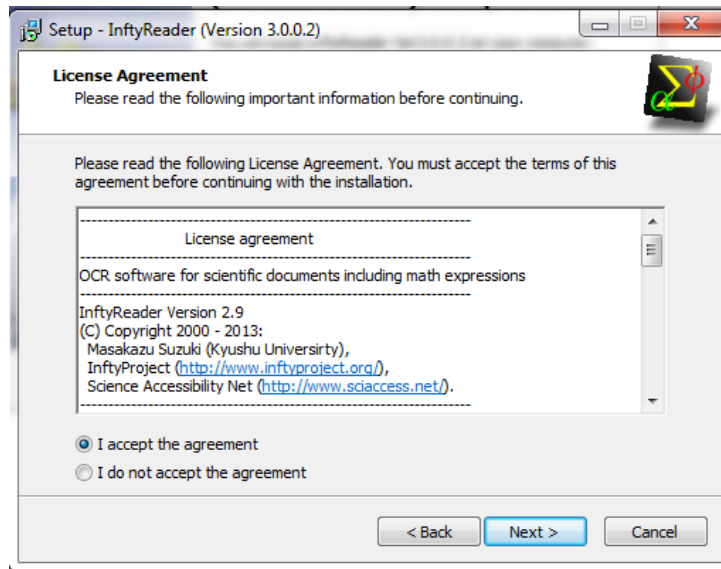


Fig. A.1.2 - Pantalla de las condiciones en la instalación de InftyReader

Una vez aceptadas las condiciones seleccionamos siguiente, esta vez nos pedirá la carpeta donde instalaremos el programa (por defecto: "C:\Program Files (x86)\sAccessNet\InftyReader")

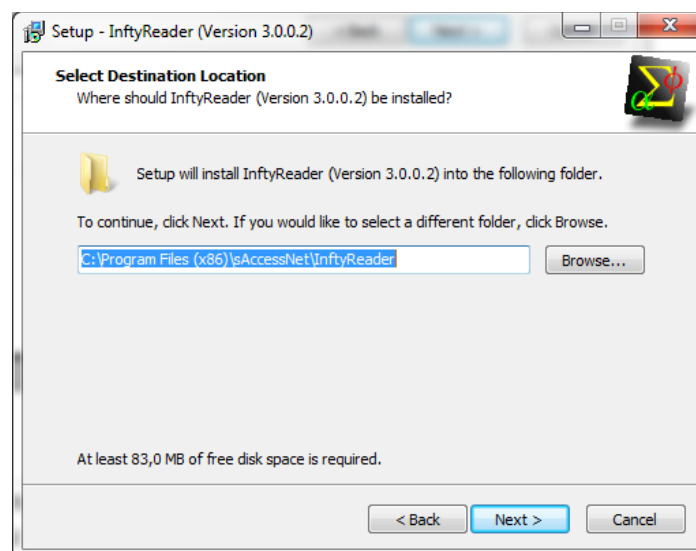


Fig. A.1.3 - Pantalla del destino de la instalación de InftyReader

En último lugar podemos seleccionar si queremos crear un acceso directo al escritorio.

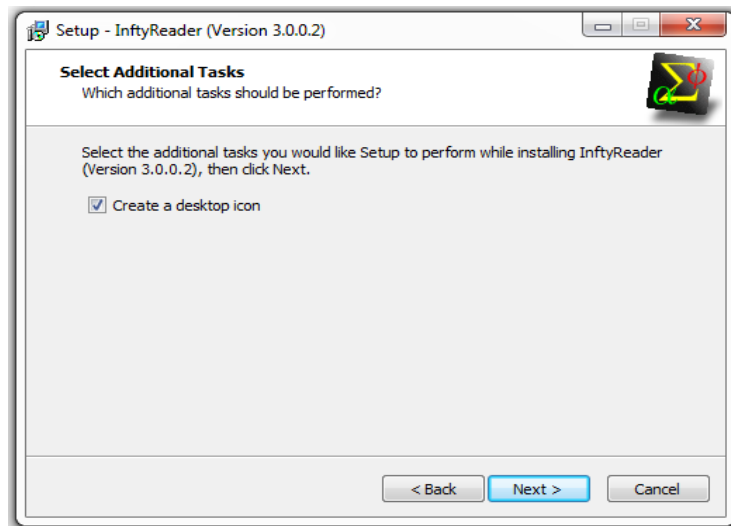


Fig. A.1.4 - Pantalla para creación acceso directo de InftyReader

Al finalizar la instalación, si todo ha ido correctamente, nos aparecerá la misma ventana que vemos en la Fig. A.1.5

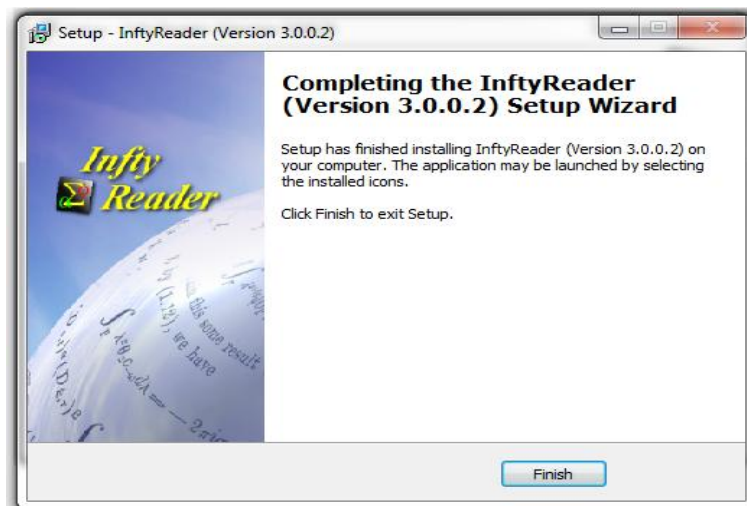


Fig. A.1.5 - Finalización de la instalación de InftyReader

Donde haremos clic a finalizar y con todo esto ya tenemos InftyReader instalado en nuestro ordenador.

En último lugar , al ejecutar el programa ya instalado nos aparecerá la siguiente ventana, donde podremos registrar nuestro programa con la “key” que nos han proporcionado o por otro lado ejecutarlo como versión de prueba.



Fig. A.1.6 - Pantalla registro InftyReader

En el caso de registrar el programa nos aparecerá la siguiente ventana, donde introduciremos nuestra clave de licencia.

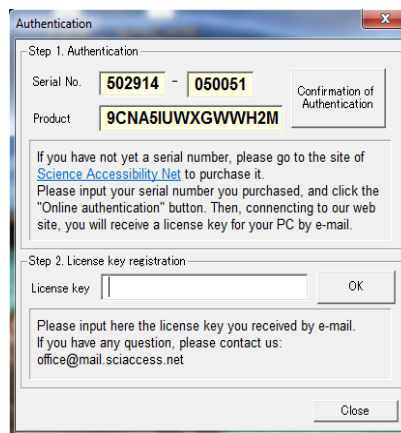


Fig. A.1.6 - Pantalla de registro de licencia

Realizada la instalación ya podemos proceder a su utilización.

Apéndice 2: Informe EARL completo

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>

<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:earl="http://www.w3.org/ns/earl#"
  xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/spec/"
  xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/"
  xmlns:cnt="http://www.w3.org/2007/content#"
  xml:base="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/#">

  <!-- Assertions: el conjunto de la evaluacion, es la parte más
importante ya que definimos el criterio utilizado y su resultado -->
  <earl:Assertion
rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/assertion/assertion-1">
<earl:assertedBy
rdf=resource="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/group/dani-lopez-con-
inftyreader" />
<!--Criterio-->
<earl:test rdf:resource="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C1-
InftyReader" />
<earl:mode rdf:resource="http://www.w3.org/ns/earl#manual"/>
<earl:subject
rdf:resource="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/contentastext/table-
integrals" />
<!-- Resultado -->
<earl:result
rdf:resource="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testresult/Conversi%C3%B
3n-fallida-0-20" />
  </earl:Assertion>

  <!-- Assertors group-->
  <foaf:Group rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/group/dani-
lopez-con-inftyreader">
    <dct:title xml:lang="es">Dani López utilizando
InftyReader</dct:title>
    <earl:mainAssertor
rdf:resource="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/person/dani-lopez"/>
    <foaf:member
rdf:resource="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/software/inftyreader"/>
  </foaf:Group>

  <!-- Person: La persona que ha realizado el test -->
  <foaf:Person rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/person/dani-
lopez">
    <foaf:name>Dani López</foaf:name>
    <foaf:mbox
rdf:resource="mailto:dani.lopez.hidalgo@gmail.com"/>
  </foaf:Person>

  <!-- Software: El software utilizado -->
```

```

    <earl:Software
rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/software/inftyreader">
    <doap:name xml:lang="en">InftyReader</doap:name>
    <doap:description xml:lang="en">InftyReader is an Optical
Character Recognition (OCR) application that recognizes and
translates scientific documents (including math symbols) into LaTeX,
MathML and XHTML.</doap:description> <!-- La llengua ha de ser la
pròpia del valor de l'atribut. -->
    <doap:homepage
rdf:resource="http://www.inftyreader.org"/>
    <doap:created>...</doap:created>
    <doap:release>1.0.c</doap:release>
    </earl:Software>

```

```

    <!-- Test criterion: En este apartado especificamos todos los
criterios que se pueden tener en cuenta para realizar una evaluación
-->

```

```

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C1-InftyReader">
    < dct:title xml:lang="en">C1-InftyReader</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">The type-face (font-
family) must be Roman, NO sans-serif.</dct:description>
    </earl:TestCase>

```

```

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C2-InftyReader">
    < dct:title xml:lang="en">C2-InftyReader</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Image resolution must be
600 dpi.</dct:description>
    </earl:TestCase>

```

```

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C3-InftyReader">
    < dct:title xml:lang="en">C3-InftyReader</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Image must be pure black
and white, no grayscale.</dct:description>
    </earl:TestCase>

```

```

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C1-ISO">
    < dct:title xml:lang="en">C1-ISO</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Variables such as x, y,
etc., and running numbers, such as i in  $\Sigma_i x_i$  are printed in italic
(sloping) type.</dct:description>
    </earl:TestCase>

```

```

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C2-ISO">
    < dct:title xml:lang="en">C2-ISO</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Parameters, such as a, b,
etc., which may be considered as constant in a particular context,
are printed in italic (sloping) type. The same applies to functions
in general, e.g. f, g.</dct:description>

```

```

    </earl:TestCase>

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C3-ISO">
    < dct:title xml:lang="en">C3-ISO</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">An explicitly defined
function not depending on the context is, however, printed in Roman
(upright) type, e.g. sin, exp, ln.</dct:description>
    </earl:TestCase>

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C4-ISO">
    < dct:title xml:lang="en">C4-ISO</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Mathematical constants,
the values of which never change, are printed in Roman (upright)
type, e.g. e = 2,718 218 8...;  $\pi$  = 3,141 592...;  $i^2 =$ 
-1.</dct:description>
    </earl:TestCase>

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C5-ISO">
    < dct:title xml:lang="en">C5-ISO</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Well-defined operators are
also printed in Roman (upright style, e.g. div,  $\delta$  in  $\delta x$  and each d
in  $df/dx$ .</dct:description>
    </earl:TestCase>

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C6-ISO">
    < dct:title xml:lang="en">C6-ISO</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Numbers expressed in the
form of digits are always printed in Roman (upright) style, e.g. 351
204; 1,32; 7/8.</dct:description>
    </earl:TestCase>

    <earl:TestCase
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testcase/C7-ISO">
    < dct:title xml:lang="en">C7-ISO</dct:title>
    < dct:description xml:lang="en">Matrices are usually
written with boldface italic capital letters and their elements with
thin italic lower case letters, but other typefaces may also be
used.</dct:description>
    </earl:TestCase>

    <!-- Test Results: Aquí tenemos todos los posibles resultados
especificados-->
    <earl:TestResult
rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testresult/Conversi%C3%B3n-
fallida-0-20">
    < earl:outcome
rdf:resource="http://www.w3.org/ns/earl#failed"/>

```

```

    < dct:title xml:lang="es">Conversión fallida [0%-
20%]</dct:title>
    < dct:description rdf:parseType="Literal">
      < div xml:lang="es"
xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
        < p>Este documento tiene potencial accesibilidad
muy baja.</p>
      </div>
    </dct:description>
  </earl:TestResult>

```

```

    < earl:TestResult
rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testresult/Conversi%C3%B3n-
fallida-20-40">
      < earl:outcome
rdf:resource="http://www.w3.org/ns/earl#failed"/>
      < dct:title xml:lang="es">Conversión fallida [20%-
40%]</dct:title>
      < dct:description rdf:parseType="Literal">
        < div xml:lang="es"
xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
          < p>Este documento tiene potencial accesibilidad
baja.</p>
        </div>
      </dct:description>
    </earl:TestResult>

```

```

    < earl:TestResult
rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testresult/Conversi%C3%B3n-
realizada-40-60">
      < earl:outcome
rdf:resource="http://www.w3.org/ns/earl#failed"/>
      < dct:title xml:lang="es">Conversión realizada [40%-
60%]</dct:title>
      < dct:description rdf:parseType="Literal">
        < div xml:lang="es"
xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
          < p> Este documento tiene potencial
accesibilidad media</p>
        </div>
      </dct:description>
    </earl:TestResult>

```

```

    < earl:TestResult
rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testresult/Conversi%C3%B3n-
exitosa-60-80">
      < earl:outcome
rdf:resource="http://www.w3.org/ns/earl#passed"/>
      < dct:title xml:lang="es">Conversión exitosa [60%-
80%]</dct:title>
      < dct:description rdf:parseType="Literal">
        < div xml:lang="es"
xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">

```

```

        <p>Este documento tiene potencial accesibilidad
alta.</p>
        </div>
    </dct:description>
</earl:TestResult>

    <earl:TestResult
rdf:ID="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/testresult/Conversi%C3%B3n-
exitosa-80-100">
        <earl:outcome
rdf:resource="http://www.w3.org/ns/earl#passed"/>
        <dct:title xml:lang="es">Conversión exitosa [80%-
100%]</dct:title>
        <dct:description rdf:parseType="Literal">
            <div xml:lang="es"
xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
                <p>Este documento tiene potencial accesibilidad
máxima.</p>
            </div>
        </dct:description>
    </earl:TestResult>

    <!-- Test Subject: Aquí tenemos el sujeto sometido a test, en
nuestro caso una página web. También podemos ver el resultado en
XHTML de la digitalización -->
    <cnt:ContentAsText
rdf:about="http://bd.ub.edu/adaptabit/ca/contentastext/table-
integrals">
        <dct:title xml:lang="en">Table of Integrals</dct:title>
        <dct:date
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#date">2013-05-
04</dct:date>
        <dct:isVersionOf
rdf:resource="http://www.math.com/tables/integrals/tableof.htm" />
        <cnt:characterEncoding>UTF-8</cnt:characterEncoding>
        <cnt:chars>
            <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
            <!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.1 plus
MathML 2.0//EN" "http://www.w3.org/Math/DTD/MathML2/xhtml-math11-
f.dtd" [
                <!ENTITY mathml
"http://www.w3.org/1998/Math/MathML">
            ]>
            <html
xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"><head><title>No
Title</title><style type="text/css">.center{text-
align:center;}</style></head><body>
                <p>Table of Integral s</p>
                <p>Page 1 of 2</p>
                <p class="center"><img/></p>
                <p><math
xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mover
accent="true"><mrow><mo mathvariant="normal">&aleph;</mo><mi
mathvariant="italic">&alpha;</mi><mi mathvariant="normal">r</mi><mi
mathvariant="normal">a</mi><mi mathvariant="italic">&eta;</mi><mi

```

$\alpha k H * P n c \text{real} \infty \text{across} Y u b r \text{iota} \text{tilde} \text{across} n g \text{across} C \text{dmlators} \& \text{uarr} \text{omega} s \text{across} G \text{across} a m \text{across} e \text{across} S \text{notin} \text{across} r e \text{across}$

 $m w \text{across} w \text{across} \text{DiacriticalDot} \text{across} \text{rtri} \text{across} \text{Backslash} \text{across} \nu \text{across}$

ν Math Games \⟩ Basic Math $-$ Math Helo ϵ θ a i i this θ a 0 ϵ to a friend
 <p>Resources Table of Integrals</p>
 <p>. Cool Tools</p>
 <p><math>
 \larr; \u a t h</math> Calculus $|$ Integrals $|$ Table Of)
 <p>. <math>
 F o m U l S</math> a Tables
 <p>References</p>
 <p>Test Preparation Power of X.</p>
 <p class="center"></p>
 <p><math>
 M i c r o s</math> $S R w a r e$
 <p><math>
 v R e j e c t m w d</math>

```

mathvariant="normal">e</mi><mi mathvariant="normal">a</mi><mi
mathvariant="normal">m</mi><mi mathvariant="normal">s</mi><mi
mathvariant="normal">p</mi><mi mathvariant="normal">a</mi><mi
mathvariant="fraktur">c</mi><mo
mathvariant="normal">.</mo></math>.</p>
    <p>Free Developer</p>
    <p>Software & Tools.</p>
    <p>Create Student</p>
    <p><math
xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mi
mathvariant="normal">A</mi><mi mathvariant="normal">c</mi><mo
mathvariant="normal">&infin;</mo><mi mathvariant="normal">u</mi><mi
mathvariant="normal">n</mi><mi mathvariant="normal">t</mi></math>
& Get</p>
    <p>Access</p>
    <p class="center"><math
xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mi
mathvariant="normal">*</mi></math></p>
    <p class="center"><img/></p>
    <p>Tri onometric Result</p>
    <p class="center"><math
xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mstyle
displaystyle="true" mathvariant="normal"><mo>&int;</mo></mstyle><mi
mathvariant="normal">C</mi><mi mathvariant="normal">O</mi><mi
mathvariant="normal">s</mi><mi mathvariant="normal">x</mi><mi
mathvariant="italic">d</mi><mi mathvariant="italic">&kappa;</mi><mi
mathvariant="normal">=</mi><mi mathvariant="normal">s</mi><mi
mathvariant="italic">i</mi><mi mathvariant="normal">n</mi><mi
mathvariant="normal">x</mi><mi mathvariant="normal">+</mi><mi
mathvariant="normal">C</mi></math> <math
xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><msup><mi
mathvariant="normal">I</mi><mrow><mi
mathvariant="normal">csc</mi><mi mathvariant="normal">x</mi><mi
mathvariant="normal">cot</mi><mi mathvariant="normal">x</mi><mo
mathvariant="normal">&lt;/mo><mi mathvariant="normal">=</mi><mo
mathvariant="normal">-</mo><mi mathvariant="normal">csc</mi><mi
mathvariant="normal">x</mi><mi mathvariant="normal">+</mi><mi
mathvariant="normal">c</mi></mrow></msup></math></p>
    <p>Proof Proof</p>
    <p><math
xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mo
mathvariant="normal">?</mo><mi mathvariant="normal">s</mi><mo
mathvariant="normal">;</mo><mi mathvariant="italic">n</mi></math>x
<math xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mi
mathvariant="normal">d</mi><mi mathvariant="italic">&kappa;</mi><mi
mathvariant="normal">=</mi></math> COs <math
xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mi
mathvariant="normal">x</mi><mi mathvariant="normal">+</mi><mi
mathvariant="normal">C</mi></math> <math
xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><msup><mi
mathvariant="normal">I</mi><mrow><mi
mathvariant="normal">sec</mi><mi mathvariant="normal">x</mi><mi
mathvariant="normal">tan</mi><mi mathvariant="normal">x</mi><mi

```

mathvariant="normal">d</mi><mi mathvariant="italic">κ</mi><mi
mathvariant="normal">=</mi><mi mathvariant="normal">sec</mi><mi
mathvariant="normal">x</mi><mi mathvariant="normal">+</mi><mi
mathvariant="normal">C</mi></mrow></msup><mi
mathvariant="normal">P</mi><mi mathvariant="normal">r</mi><mi
mathvariant="normal">o</mi><mi mathvariant="normal">o</mi><mi
mathvariant="normal">f</mi></math></p>

<p>Proof</p>

<p><math

xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><msub><mi
mathvariant="italic">ζ</mi><mrow><msup><mi
mathvariant="normal">sec</mi><mrow><mn
mathvariant="normal">2</mn></mrow></msup><mi
mathvariant="normal">x</mi></mrow></msub></math> dx <math
xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mi
mathvariant="normal">=</mi></math> tanx <math
xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mi
mathvariant="normal">+</mi><mi mathvariant="normal">C</mi></math>
<math xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mstyle
displaystyle="true" mathvariant="normal"><mo>∫</mo></mstyle><mi
mathvariant="normal">=</mi></math></p>

<p>Proof</p>

<p>Proof</p>

<p>Inverse Tri onometric</p>

<p><math

xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mo
mathvariant="normal">?</mo><mi mathvariant="normal">a</mi><mi
mathvariant="normal">r</mi><mi mathvariant="normal">c</mi><mi
mathvariant="normal">s</mi><mi mathvariant="italic">i</mi><mi
mathvariant="normal">n</mi><mi mathvariant="normal">x</mi></math>
&<math xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mi
mathvariant="normal">=</mi></math>x arcs <i>i</i>n <math
xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mi
mathvariant="normal">x</mi><mi mathvariant="normal">+</mi><mi
mathvariant="normal">Γ</mi><mi mathvariant="normal">(</mi><mn
mathvariant="normal">1</mn><mo mathvariant="normal">-</mo><mi
mathvariant="normal">x</mi><mo mathvariant="normal">ℑ</mo><mi
mathvariant="normal">+</mi><mi
mathvariant="normal">C</mi></math></p>

<p><math

xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mo
mathvariant="normal">?</mo><mi mathvariant="normal">a</mi><mi
mathvariant="normal">r</mi><mi mathvariant="normal">c</mi><mi
mathvariant="normal">csc</mi><mi mathvariant="normal">x</mi><mi
mathvariant="italic">d</mi><mi mathvariant="normal">x</mi><mi
mathvariant="normal">=</mi><mi mathvariant="normal">x</mi></math>
arccos <math xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mi
mathvariant="normal">x</mi><mo mathvariant="normal">-</mo><mi
mathvariant="normal">Γ</mi><mi mathvariant="normal">(</mi><mn
mathvariant="normal">1</mn><mo mathvariant="normal">-</mo><mi
mathvariant="normal">x</mi><mn mathvariant="normal">3</mn><mi
mathvariant="normal">+</mi><mi
mathvariant="normal">C</mi></math></p>

```

    <p><math
xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mo
mathvariant="normal">?</mo><mi mathvariant="normal">arctan</mi><mi
mathvariant="normal">x</mi><mi mathvariant="italic">d</mi><mi
mathvariant="normal">x</mi><mi mathvariant="normal">=</mi><mi
mathvariant="normal">x</mi></math> arctan x- (1/2) <math
xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mi
mathvariant="normal">ln</mi><mi mathvariant="normal">(</mi><mn
mathvariant="normal">1</mn><mi mathvariant="normal">+</mi><mi
mathvariant="normal">x</mi><mi mathvariant="fraktur">h</mi><mi
mathvariant="normal">+</mi><mi
mathvariant="normal">C</mi></math></p>
    <p>Inverse Trigonometric Result</p>
    <p class="center"><img/></p>
    <p>http: <math
xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"><mo
mathvariant="normal">/</mo><mo mathvariant="normal">/</mo><mi
mathvariant="normal">w</mi><mi mathvariant="normal">w</mi><mi
mathvariant="normal">w</mi></math>. math.
com/tables/integrals/tableof. htm</p>
    <p>01/05/2013</p>
    <p/></body></html>
  </cnt:chars>
</cnt:ContentAsText>

</rdf:RDF>

```