

# Una nueva herramienta de evaluación basada en Filtros de Corrección Automática (FCA)

Mercedes Vitturini<sup>1</sup>, Laura Benedetti<sup>2</sup>, Perla Señas<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación – Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca , Argentina

<sup>2</sup>Departamento de Humanidades – Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca , Argentina

## Resumen

Este trabajo presenta resultados relacionados con el proceso de evaluación en Sistemas de Aprendizaje Basado en la Web. Muestra el diseño detallado de *Automatic-Test-FCA*, una aplicación para la gestión de evaluaciones con Filtros de Corrección Automática apto para ser incluido como un módulo complementario en un Sistema de Gestión de Aprendizaje. El objetivo de la propuesta es desarrollar una herramienta que acompañe al docente en las tareas de seguimiento y evaluación de los alumnos, apuntando a disminuir el desgranamiento de los cursos y a ajustar la relación requerida número de estudiantes vs. número de tutores. El diseño logrado es el resultado de investigaciones que incluyen el desarrollo de un prototipo y su evaluación en experiencias de campo.

*Palabras clave:* Filtros de Corrección Automática, Educación Basada en la Web, Evaluación.

## 1. Introducción

La relación actual entre las TICs y los procesos educativos apunta en gran medida a satisfacer las expectativas existentes sobre la *Educación Basada en la Web* (EBW). Fundamentalmente se buscan sistemas adaptativos e inteligentes. La EBW introduce nuevas variaciones en los modelos o supuestos de la educación formal; el aprender a aprender, las comunidades de aprendizaje, la formación continua, el aprendizaje autónomo, la promoción de un auténtico interés en el alumno, y el aprendizaje colaborativo se han revalorizado y resignificado en este nuevo contexto. Se suman también conceptos tales como la cognición e información situada y la inteligencia

distribuida, procesos que permiten que solidariamente se aborde la identificación de problemas y la planificación y ejecución colectiva de las opciones más productivas de solución a los mismos. Los investigadores y docentes involucrados en esta temática, siguen buscando cómo mejorar el diseño y la implementación de las experiencias educativas bajo esta modalidad [1]. En el campo de las TICs, permanentemente se buscan progresos tecnológicos para poder diseñar y fundamentalmente mantener ambientes de aprendizaje personalizados, con contenidos y materiales apropiados a las aspiraciones y necesidades de cada uno. Para que ello sea posible quedan aún problemas por resolver, entre otros los relacionados con la evaluación, con el seguimiento de los aprendices, con el desgranamiento de los cursos, con la relación número de estudiantes vs. número de tutores. Respecto de este último ítem es importante destacar que el seguimiento de los alumnos, ya sea con propósitos motivacionales, evaluativos o de acompañamiento (fundamentales para evitar el desgranamiento de los cursos) y el balance económico entre la inversión (material didáctico + honorarios + recursos tecnológicos) y los resultados obtenidos (número de alumnos aprobados/número de inscriptos) plantea aún un desafío no totalmente resuelto. En este contexto se centra de manera especial la evaluación, no sólo como una instancia final para comprobar si un alumno ha alcanzado los objetivos propuestos, sino fundamentalmente como un proceso inherente a todo fenómeno formativo y que permite al docente acompañar al aprendiz de manera más segura y rectificando el rumbo cada vez que sea necesario [3]. Es en este punto donde el docente necesita imperiosamente también del auxilio de la tecnología. Requiere que todas aquellas tareas que puedan hacerse automáticamente y sin su intervención, efectivamente se hagan de esa forma. Así, de ese modo, puede destinar el tiempo para interactuar con los estudiantes y para realizar aquellas otras labores que por su

naturaleza no son automatizables. Para llevar a cabo el proceso de evaluación es necesario, entre otras cosas, contar con instrumentos adecuados y con un sistema de corrección seguro. Es sabido que no es tarea sencilla diseñar instrumentos de evaluación que permitan la corrección automática de las soluciones presentadas por los alumnos. Inclusive, en algunas oportunidades se plantean cuestiones para las cuales aún no existe solución. Por ejemplo, basta pensar en ejemplos tales como: evaluación de redacciones, de procesos de resolución de problemas, de traducciones no literales de textos o de diseño de algoritmos de programación. Para casos como los antes mencionados, se puede pensar en una batería de tests que sí puedan ser corregidos automáticamente y que deberían ser aprobados por cada alumno antes de que éste aborde aquellos ejercicios cuya corrección no puede hacerse en forma automática. Es decir, la batería de tests de corrección automática funciona como un filtro que sólo deja pasar a los alumnos que poseen los conocimientos previos indispensables como para enfrentarse a los problemas cuyas resoluciones corregirá el docente. Una propuesta tan simple como ésta permite reducir en forma considerable la relación horas-docente/número-de-alumnos, problema aún no totalmente resuelto en el esquema de la EBW. La clave de esa mejora radica en lo siguiente: se considera que hasta que un alumno no ha construido determinado conocimiento, cuestión que se evalúa mediante la batería de tests de corrección automática, no está en condiciones de resolver aquellos ejercicios cuyas soluciones serán valoradas por el equipo docente. Por ejemplo, presentado un texto que plantea una situación problemática a resolver, el estudiante debe poder identificar correctamente la incógnita, todos los datos relevantes, en algunos casos debe conocer una determinada fórmula u otra información, sin lo cual no podría resolver el problema planteado. La idea es que haya tests que permitan primero revisar esas cuestiones mencionadas, antes de que el alumno resuelva completamente el problema. Mientras un estudiante no supera la instancia de los tests (mediada con corrección automática), no puede pasar a la siguiente etapa de resolución completa del problema (fase con corrección del docente)

## 2. Conceptos Principales

A continuación se definen los Filtros de Corrección Automática (FCA), se describe el proceso de evaluación mediado por su uso y se muestra el modelo conceptual subyacente [9].

### 2.1. Definición

Dado un ejercicio de aplicación E, se define como FCA de E ( $FCA_E$ ) a un programa que tiene por entrada una resolución de E, y que luego de realizar el análisis

correspondiente y de acuerdo al criterio de corrección que posee, da una salida de tipo booleano. Cuando la salida toma el valor verdadero para todos los tests asociados a un ejercicio, el docente debe realizar el trabajo de corrección no automática que resta para completar la evaluación; cuando la salida toma el valor falso, el sistema que invocó al filtro informará, tanto al alumno como al módulo de evaluación, el resultado no satisfactorio y la causa del mismo. De esta manera el FCA actúa como un tamiz que retiene aquellos casos que no cumplen con las condiciones mínimas para pasar a la etapa de ejercicios de corrección no automática, y sólo deja pasar aquellos con probabilidades de ser aprobados. Con este mecanismo es posible disminuir considerablemente la relación horas-profesor/alumno, valor que sigue siendo considerablemente alto en las propuestas de EBW de calidad.

### 2.2. El proceso de evaluación usando FCA

La consigna para el desarrollo de FCA fue diseñar un software para actuar como un colaborador en la tarea de corrección. Así se identifican automáticamente aquellas resoluciones que no cumplen con las condiciones mínimas como para que el alumno pase a la etapa de ejercicios de corrección manual, y sólo deja seguir las respuestas con posibilidades de ser aprobadas. Cuando el alumno no aprueba un test, el FCA se lo informa. Puede estar programado como para que además de señalarle cuáles fueron los errores que cometió, le solicite el envío de una nueva solución o como para que active el envío de un nuevo test sobre el mismo tema. Se trata de una herramienta que para cursos medios o numerosos ayuda a disminuir notoriamente la relación horas-profesor/alumno.

La herramienta *Automatic-Test-FCA* propuesta permite, por un lado crear FCA para distintos patrones de tests y diferentes criterios de corrección y por otro, ocuparse en forma autónoma del proceso que consta del envío de tests a los estudiantes, recepción de las resoluciones, corrección y envío de los correspondientes informes a cada alumno y actualización de la base de datos que guarda la información sobre el desempeño estudiantil.

En esta herramienta para la creación y uso de FCA se distinguen dos perfiles de uso: *docente* y *alumno*. El docente puede cargar/reutilizar diferentes instrumentos de evaluación y seleccionar el grupo de alumnos a quienes se les enviarán los tests. La herramienta gestiona el envío y luego, las resoluciones devueltas por los alumnos serán analizadas automáticamente por el FCA que tiene capacidades para determinar en forma totalmente autónoma:

- Las resoluciones que superan el piso de aprobación establecido en el FCA

- Las resoluciones rechazadas por el FCA

La calificación final para el alumno la determinará el docente en base a la información del filtro y a sus posteriores correcciones manuales.

### 2.3. El modelo conceptual original de FCA

El mapa conceptual de la figura 1 es una síntesis del modelo original. Muestra los conceptos del dominio que constituyen la base para la construcción del prototipo y la forma como se relacionan entre sí. Más adelante, se presenta en este trabajo la reformulación de este modelo original.

Se destacan los siguientes elementos:

- *Test*: ejercitación con corrección automática. Es propuesto por el docente para que los alumnos resuelvan individualmente y lo entreguen para su evaluación. Está formado por un enunciado, la solución correcta (debe ser única) y el criterio de corrección, todos definidos por el docente. Dentro del criterio de corrección se agrupan parámetros configurables según el tipo de ejercicio. Ellos permitirán al filtro determinar unívocamente la calidad de aprobación de un ejercicio resuelto. Como parámetros se pueden tener: puntos asignados al ejercicio, puntos mínimos para aprobar, ítems que deben estar bien resueltos, mensajes para los alumnos, etc. Con esta información el sistema está en condiciones de crear el formulario a enviar a los alumnos y donde deberán presentar la resolución.
- *Patrón de Test*: corresponde a un modelo de ejercitación, por ejemplo, señalar oraciones principales, determinar el valor de verdad de una proposición, señalar referentes, selección múltiple, etc.
- *Filtro de Corrección Automática*: es el software que dispone la herramienta para la corrección automática de las resoluciones. Se propone un FCA por cada tipo de test que admite. Dado un ejercicio y una resolución del mismo, se crea una instancia del FCA apropiado para ese test. Los FCA se ejecutan sobre las resoluciones recibidas de los alumnos.
- *Resoluciones*: son los ejercicios resueltos y entregados por los alumnos en el formulario apropiado. De un test se reciben varias resoluciones. El mismo FCA se aplica sobre cada una de las resoluciones y como resultado, las respuestas se asignan a uno de los dos grupos posibles: *resoluciones aprobadas* y *resoluciones desaprobadas*.

Esta propuesta se complementa con una tipificación de ejercicios y con diferentes criterios de evaluación que se pueden asociar a cada uno de ellos.

## 3. La herramienta Automatic-Test-FCA

La herramienta *Automatic-Test-FCA* se presenta como un módulo complementario de un Sistema de Gestión de Aprendizaje (SGA). Se trata de una extensión del prototipo de FCA detallado en [10]. Se analizan a continuación los tipos de tests a considerar y sus criterios de corrección. Luego, se construye una jerarquía a partir de la factorización de propiedades comunes.

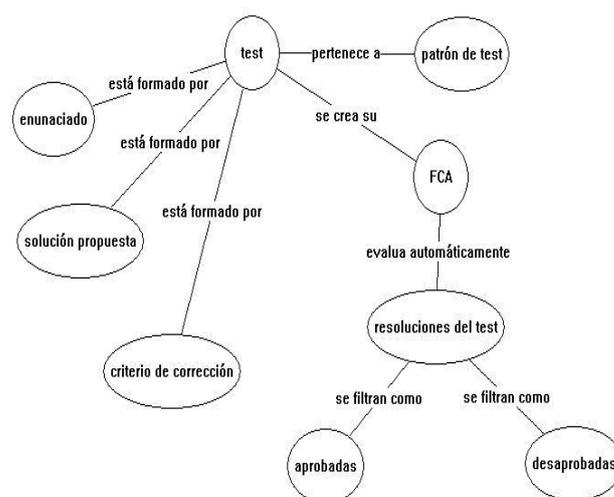


Figura 1: Modelo original de Tests con FCA

### 3.1. Tipificación de los tests

Para la construcción del prototipo de FCA se trabajó en el marco de un proyecto de Enseñanza Basada en la Web aplicado a cursos de comprensión de textos de idioma inglés. Se consideró un conjunto de nueve tipos de ejercicios diferentes sugeridos por la cátedra, ver tabla 1. Sin embargo, esa propuesta inicial no quiso limitarse a este conjunto específico de ejercicios y se construyó un producto extensible, capaz de incorporar nuevos tipos de ejercicios.

Tipo de Ejercicio	Identificador
Señalar Oraciones Principales	OP
Selección Múltiple	MC
Indicar el Valor de Verdad de las Proposiciones	VF
Identificación de Patrones	PAT
Referentes	REF
Traducción de Frases Nominales	FN
Señalar Oraciones con determinada característica	OE
Señalar Palabras con determinada característica	PE
Preguntas cuyas Respuestas incluyen Palabras Claves	PRE

**Tabla 1:** Tipificación de ejercicios inicial

Una vez definidos los nueve tipos de tests que debía manejar la herramienta, se procedió al estudio y análisis de los mismos: finalidad de cada uno, elementos que lo componen, requisitos asociados, información que se requiere ingresar para cargar la solución y actividades que deberían ejecutarse para ello [2]. Luego, conocidos estos datos propios de cada tipo de ejercicio, se identificaron semejanzas y diferencias. Así se encontraron patrones comunes y subconjuntos de características que compartían varios tipos de tests.

- Los ejercicios tipo OP, OE y PE básicamente requieren la ejecución del mismo par de operaciones: primero la selección de un conjunto de elementos (oraciones o palabras) incluidos en el texto del enunciado y caracterizados por una característica determinada, y luego, considerando solamente a los elementos señalados anteriormente, la selección de un nuevo conjunto de elementos que además sean considerados como imprescindibles o infaltables, es decir, que necesariamente deban estar presentes en cualquier resolución correcta del ejercicio. Ambas operaciones comunes a estos tres tipos de ejercicios pueden generalizarse en dos únicas operaciones: *Seleccionar-Elementos-Especiales* y *Seleccionar-Elementos-Infaltables*.
- Para los ejercicios tipo MC, PAT, REF y FN existe una misma operación repetida en todos ellos, que es la operación relacionada con el ingreso de puntajes para determinados elementos incluidos en la solución de los ejercicios. Por este motivo se decidió implementar una única operación Ingresar-Puntaje que pueda ser reutilizada para cada uno de los cuatro tipos de ejercicios, y de acuerdo a los elementos presentes en cada caso en particular.
- Los ejercicios VF y PRE son muy específicas y no se pudieron factorizar sobre ellas características

comunes, las operaciones se implementaron individualmente en módulos separados

### 3.2. Criterio de Corrección de un ejercicio

Sobre el criterio de corrección de cada uno de los tipos de ejercicios se pudo determinar que existen esencialmente dos clases de criterios posibles. Ambas tienen atributos comunes tales como el puntaje máximo posible, el puntaje mínimo necesario para aprobar y los mensajes destinados tanto a los alumnos que aprueban como a los que desaprueban.

Sin embargo las dos clases de criterios de corrección determinadas diferencian la manera en que realizarán la corrección de los ejercicios. Veamos cada una en detalle para dejar en claro cuál es el criterio de corrección empleado en cada caso:

- La primera de ellas se aplica en aquellos ejercicios donde se realizará una corrección absoluta, es decir, donde cada elemento que forma parte de la solución será considerado simplemente como correcto o incorrecto, y además donde existirá un único puntaje asociado con aquellos elementos correctos y otro aplicable a los elementos incorrectos. Los ejercicios tipo OE, OP, PE, VF y PRE poseen este criterio de corrección.
- La segunda clase de criterio de corrección observada se relaciona con una corrección que es más flexible, donde puede haber más de una combinación posible de los elementos incluidos en la solución y por lo tanto ésta puede ser considerada como correcta, incorrecta o parcialmente correcta. Pero, cómo se hace esta diferenciación? Básicamente mediante la ponderación de cada elemento: como correcto cuando la solución que se le asignó coincide con el mayor puntaje, como incorrecto cuando la solución asociada posee el menor puntaje y parcialmente correcta cuando la solución asignada posee un puntaje intermedio entre el mayor y el menor puntaje posible. Los ejercicios tipo REF, PAT, FN y MC cuentan con este criterio de corrección

### 3.3. Nueva jerarquía de ejercicios

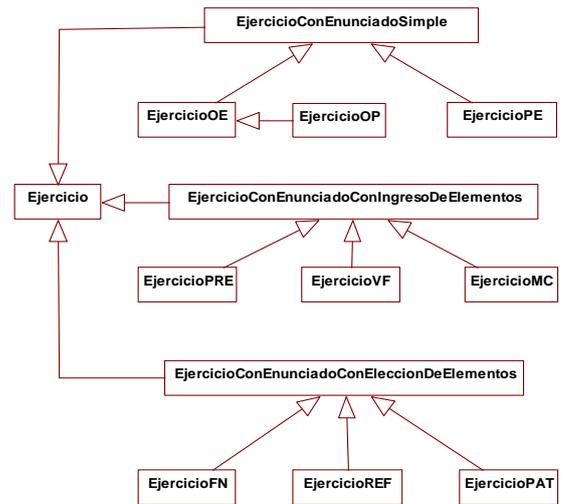
En base al estudio realizado sobre los nueve tipos de ejercicios propuestos, y teniendo presente las conclusiones presentadas como resultado de estudios previos sobre el tema [2] surge la clasificación que se esquematiza en la figura 2.

*Ejercicio* abarca las características que son comunes a todos los ejercicios que maneja la herramienta. Básicamente define la estructura de datos que tendrá un ejercicio, las operaciones para administrar esa estructura y unas pocas operaciones genéricas a todos

los ejercicios, operaciones que son independientes del tipo de ejercicio.

Existen tres clases descendientes de la clase *Ejercicio*. Cada una de ellas representa un grupo de ejercicios con una característica en común. La división de todo el conjunto de ejercicios en tres grupos se hizo diferenciando la actividad para el ingreso del enunciado de un ejercicio. Es decir, los ejercicios se han agrupado en tres conjuntos de acuerdo a la actividad que se ejecuta en esa segunda fase. Como se mencionó previamente, se distinguieron tres actividades posibles a ejecutarse, por lo tanto se definen tres nuevas clases de ejercicios, todas descendientes de la clase *Ejercicio*.

El primer grupo de ejercicios se denominó *Ejercicio-Con-Enunciado-Simple* y reúne a los ejercicios en donde la actividad a llevarse a cabo durante la segunda etapa de ingreso del enunciado es la de solicitar el ingreso de una característica o condición especial que deberán poseer los elementos incluidos en la solución del ejercicio. La misma puede considerarse una actividad clara y sencilla ya que el docente sólo deberá ingresar una característica que puedan tener los elementos, por esta razón el nombre de esta clase incluye el adjetivo “simple”. Los ejercicios incluidos en esta categoría son tres: Señalar Oraciones Principales, Señalar Oraciones con determinada característica y Señalar Palabras con determinada característica. Por cada uno de ellos se creó una clase que incluya a todas las instancias de cada tipo de ejercicio, las cuales se denominaron *Ejercicio-OP*, *Ejercicio-OE* y *Ejercicio-PE* respectivamente. Como resultado del estudio efectuado sobre los mismos también se dedujo que el ejercicio Señalar Oraciones Principales es un caso especial del ejercicio Señalar Oraciones con determinada característica, donde justamente la característica que se le pide a la oraciones es que sean principales. Por este motivo la clase *Ejercicio-OP* hereda directamente de la clase *Ejercicio-OE*, quien a su vez y junto con la clase *Ejercicio-PE* heredan de la clase *Ejercicio-Con-Enunciado-Simple*. Cabe aclarar además que para los ejercicios que son instancias de la clase *Ejercicio-OP* la actividad donde se solicita el ingreso de la condición especial de los elementos de la solución no se ejecutará porque dicha condición está implícita en la naturaleza del ejercicioSubtítulo



**Figura 2:** Jerarquía de Ejercicios

El segundo grupo de ejercicios se denominó *Ejercicio-Con-Enunciado-Con-Ingreso-De-Elementos* porque el mismo incluye a tres tipos de ejercicios donde justamente, como parte del ingreso del enunciado, se le solicita al docente que ingrese cuáles son los elementos que desea incorporar al enunciado del ejercicio con el cual está trabajando. Esta categoría incluye a los siguientes ejercicios: Selección Múltiple, los ejercicios de este tipo serán instancias de la clase *Ejercicio-MC*, y los elementos a ingresar son los incisos y opciones que se agregarán al enunciado del ejercicio; Proposiciones tipo Verdadero-Falso, los ejercicios serán instancias de la clase *Ejercicio-VF* y los elementos a ingresar son justamente las proposiciones a añadirse al enunciado del ejercicio; Preguntas cuyas Respuestas incluyen Palabras Claves, los ejercicios serán instancias de la clase *Ejercicio-PRE* y los elementos a ingresar serán las preguntas que figurarán en el enunciado del ejercicio.

Una observación importante a resaltar es que en un primer momento se pensó que el ejercicio con proposiciones podría llegar a considerarse un caso particular de selección múltiple donde cada elemento tiene asociado dos opciones fijas, verdadero y falso, en lugar de varias opciones. Esto es cierto pero sólo si comparamos a los enunciados de los ejercicios, cuando pasamos al análisis de las dos componentes restantes, la solución y el criterio de corrección, nos encontramos con que ambos tipos de ejercicios difieren mucho. Por ejemplo, para el caso de la selección múltiple se decidió que cada opción de un inciso podrá tener un puntaje asociado para distinguir entre opciones correctas e incorrectas, sin embargo esta política para el caso de las proposiciones no es necesaria porque sólo existen dos valores posibles, donde uno es correcto y por ende el otro se toma como incorrecto. Debido entonces a que se encontraron más diferencias que similitudes entre ambos tipos de

ejercicios es que se tomó la decisión de no establecer ninguna relación de herencia entre ellos.

Las clases correspondientes a estos tres tipos de ejercicios heredan directamente de la clase *Ejercicio-Con-Enunciado-ConIngreso-De-Elementos*.

El tercer grupo de ejercicios que hereda directamente de la clase *Ejercicio* es el que se denominó *Ejercicio-ConEnunciado-Con-Eleccion-De-Elementos*. El nombre se debe justamente a que como parte del ingreso del enunciado de cualquier ejercicio incluido en este grupo, se le solicita al docente que elija determinados elementos presentes en el texto del enunciado, para que únicamente esos elementos seleccionados sean tenidos en cuenta para el resto de las etapas de ingreso del ejercicio. Esos elementos se agregarán al enunciado en forma específica, además de mostrarse resaltados dentro del texto que los incluye. Esta categoría incluye a los siguientes ejercicios: Referentes, los ejercicios de este tipo serán instancias de la clase *Ejercicio-REF*, y los elementos a seleccionar serán determinadas palabras del texto que se considerarán como referentes de expresiones; Identificación de Patrones, los ejercicios serán instancias de la clase *Ejercicio-PAT* y los elementos a seleccionar serán algunos párrafos del texto para el cual luego se pedirán que se indiquen los patrones de los mismos; Traducción de Frases Nominales, los ejercicios serán instancias de la clase *Ejercicio-FN* y los elementos a seleccionar serán ciertas frases nominales incluidas en el texto que luego deberán ser traducidas. Las clases correspondientes a estos tres tipos de ejercicios heredan directamente de la clase *Ejercicio-Con-Enunciado-Con-Eleccion-De-Elementos*.

## 4. Arquitectura de la herramienta FCA

En el diseño de la herramienta *Automatic-Test-FCA* se definió una arquitectura compuesta por tres subsistemas o módulos que comparten una base de datos de FCA tradicional. Los módulos considerados son: el de gestión de test con FCA, el de evaluación automática y el módulo de seguimiento. La organización de los mismos se muestra en la figura 3.

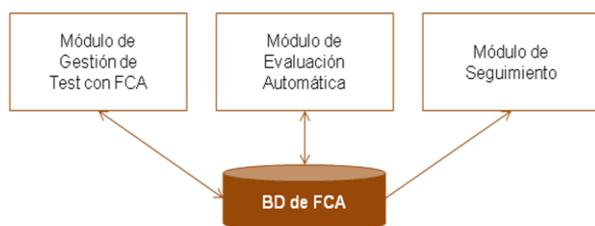


Figura 3: Arquitectura de la herramienta Automatic-Test-FCA

El primer subsistema es responsable de proveer los servicios para crear y administrar ejercicios o test con

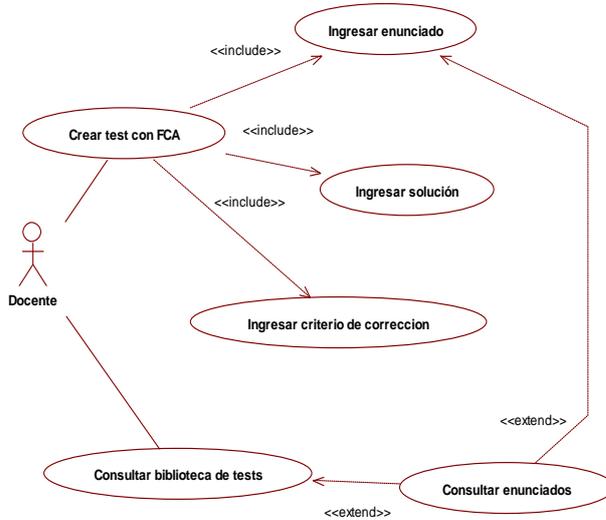
FCA, los que se almacenan en la base de datos de FCA. El módulo de evaluación lidera el proceso de envío y corrección de las resoluciones a los test con FCA provistas por los alumnos. Básicamente involucra la selección y provisión del correspondiente formulario al grupo de alumnos que el docente selecciona, la corrección de las respuestas recibidas y el posterior envío de los mensajes apropiados a los estudiantes; los resultados de esta evaluación automática también actualizan la base de datos de FCA con el registro de la actividad de los alumnos. Finalmente el módulo de seguimiento provee facilidades para que un docente o alumno pueda consultar y visualizar información sobre los resultados de las evaluaciones automáticas generales y/o particulares. La base de datos de FCA sirve a distintos propósitos: mantiene la información de los FCA que permiten la corrección automática de los ejercicios resueltos por los alumnos, almacena en forma permanente tests y sus asociaciones con FCA para que eventualmente puedan ser reutilizados y lleva registro detallado de los resultados obtenidos en las correcciones. En las secciones siguientes se explican en detalle los servicios propuestos para cada subsistema según el perfil de usuario.

### 4.1. Módulo Gestión de Test con FCA

El módulo Gestión de Test con FCA provee servicios únicamente al perfil docente. Una representación gráfica con las principales funcionalidades que brinda se muestra en el diagrama de casos de uso UML de la figura 4. La tarea principal que realiza un docente es la de *crear un test con FCA* siguiendo alguno de los patrones de ejercicios provistos por la herramienta *Automatic-Test-FCA*. El ingreso de un test es un trabajo guiado que se lleva a cabo cumpliendo las siguientes tres actividades básicas: ingresar el enunciado y consigna del test, incorporar la solución y por último agregar el criterio o reglas de corrección.

Para explicarlo con un ejemplo supongamos un problema matemático para resolver usando sistemas de ecuaciones, un test  $T_i$  podría ser “señalar las oraciones del enunciado que contienen datos relevantes para alcanzar la solución”. El proceso de ingreso de este ejercicio incluye: cargar el enunciado de  $T_i$  e indicar que el test responde al patrón de ejercicios señalar oraciones de un texto. Luego el docente procede a ingresar la solución esperada, en este caso, señala las oraciones del enunciado que satisfacen la consigna. Por último carga el criterio de corrección: puntos a sumar por cada oración correctamente señalada, puntos a descontar por cada oración no correcta, puntos a descontar por cada oración que falte señalar y puntaje mínimo para aprobar. Opcionalmente se pueden fijar reglas adicionales como oración/es que necesariamente deben haber sido señaladas para considerar correcta la solución. Finalmente, se termina de definir el FCA indicando la/s acción/es a tomar en caso que la solución sea desaprobada (enviar la

solución correcta al alumno o solicitar una nueva entrega) y los mensajes a enviar automáticamente a los alumnos que aprueben/ desapruében el ejercicio. Confirmadas estas actividades, el test  $T_1$  y su  $FCA_1$  quedan almacenados en la base de datos de FCA en forma permanente pasando a formar parte de la biblioteca de tests. Como resultado del proceso de crear un nuevo test con FCA la herramienta genera automáticamente el *patrón de formulario para ingresar la solución  $FP_1$* . Una copia de dicho formulario luego se envía a cada alumno para que en él ingrese su respuesta. Esto se explica en más detalle en la sección módulo de evaluación automática.

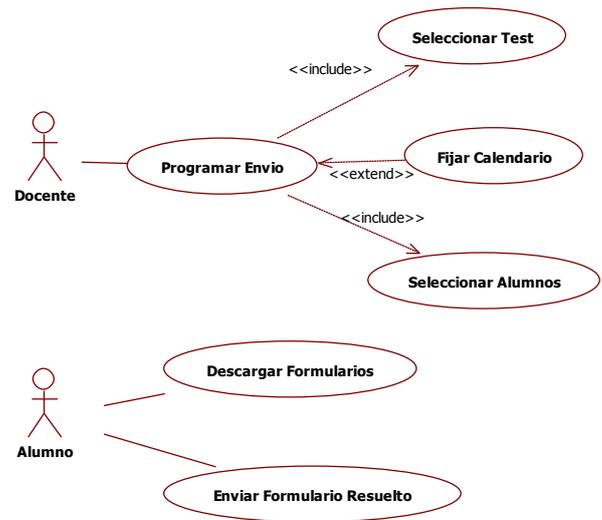


**Figura 4:** Módulo de Gestión de Test con FCA - Diagrama de Casos de Uso

Finalmente, el otro grupo de actividades disponibles en el subsistema de gestión de test con FCA son las de *consultar la biblioteca de tests*. Bajo esta tarea se incluyen las facilidades tradicionales de *browse* o consulta de test con FCA almacenados. En el diagrama se especificó la funcionalidad *consultar enunciados*. Esto se hizo así ya que en la definición de requerimientos para la herramienta se pudo observar que frecuentemente los mismos enunciados pueden ser reutilizados en diferentes tests. Para el ejemplo  $T_1$  que estamos siguiendo, otro test  $T_2$  podría ser responder con verdadero o falso a la afirmación sobre la cantidad de incógnitas reutilizando el mismo enunciado.

#### 4.2. Módulo de evaluación automática

El módulo de evaluación automática es el responsable de llevar adelante la función principal para la que fue diseñada la herramienta *Automatic-Test-FCA*: la corrección automática de las soluciones de la batería tests. Para ello, la herramienta provee distintos servicios al perfil docente y al perfil alumno, como se puede observar en el diagrama de casos de uso UML de la figura 5.



**Figura 5:** Módulo de Evaluación Automática- Diagrama de Casos de Uso

El proceso se dispara cuando un docente programa un nuevo envío de ejercicios o test a sus alumnos. Las actividades básicas para llevar adelante esta tarea incluyen: elegir el grupo de alumnos destinatarios, seleccionar el/los tests que conforman la batería a enviar y definir el calendario de entrega. La selección de alumnos permite al docente personalizar el/los alumnos que van a recibir los formularios de los ejercicios a resolver. Incluye facilidades para indicar todos los alumnos, los alumnos que integran un grupo o alumnos elegidos individualmente. También es posible fijar las fechas a partir de la que los ejercicios van a estar visibles y/o hasta las que se recibirán las soluciones. Esto es optativo según la organización del curso.

A continuación se seleccionan el/los tests con FCA a enviar. La herramienta en este caso *crea una instancia de formulario  $IF_i$*  para cada alumno de la lista de destinatarios y para cada test según el patrón de formulario  $FP$  asociado. A cada instancia de formulario se le adicionan metadatos que le permitirán luego al FCA asociar la resolución y el alumno que la realizó. En el ejemplo de batería que se está siguiendo con los tests  $T_1$  y  $T_2$ , cada alumno recibirá entonces dos formularios personalizados  $IF_{1\_alumno}$  y  $IF_{2\_alumno}$  en el primer caso deberá señalar las oraciones que satisfacen la consigna de tener datos relevantes a la solución ( $T_1$ ) y en el segundo asignar el valor de verdad sobre el número de incógnitas ( $T_2$ ).

El alumno desde su perfil podrá *descargar sus formularios* donde deberá ingresar su solución. En el momento que lo decida, manda el/los formularios con las soluciones. El envío de un formulario inicia la siguiente serie de actividades automáticas:

1.  $IF_{i\_alumno}$  se almacena en la bases de datos de FCA.
2. El FCA corrige la solución recibida.
3. Los resultados de la corrección se almacenan en la base de datos FCA.

4. Se envía al alumno la notificación del resultado (aprobado o desaprobado) junto con el mensaje definido anteriormente por el docente.
5. Si corresponde según lo determinado por el criterio de corrección del test se procede a enviar información adicional (por ejemplo enviar la solución correcta u otra acción remedial).

### 4.3. Módulo de seguimiento

El módulo de seguimiento de la herramienta *Automatic-Test-FCA* es el responsable de ofrecer los servicios de consulta y visualización de los resultados de las correcciones almacenadas en la base de datos de FCA. Estos servicios están disponibles tanto para el perfil docente como para el perfil alumno, con la salvedad que el alumno sólo puede ver su información personal mientras que el docente puede ver la información de todos sus alumnos.

Este módulo a diferencia de los anteriores, no modifica la información almacenada en la base de datos de FCA, sino que recupera los datos generados por el módulo de evaluación automática. La propuesta es ofrecer consultas sobre las correcciones almacenadas con posibilidad de filtrar<sup>1</sup> o definir condiciones sobre el conjunto de resultados buscados y dar opciones para mostrar la información textual o gráficamente. Por ejemplo, el docente podría desear consultar resultados generales del test  $T_i$ . Como respuesta espera un gráfico de barras que indique cantidad de alumnos que aprobaron  $T_i$  en la primera instancia, cantidad de alumnos que aprobaron  $T_i$  en la reentrega y cantidad de alumnos que no superaron  $T_i$ . También podría solicitar la nómina de alumnos que aprobaron  $T_i$  para solicitarles la resolución final.

## Conclusiones

Se ha presentado en este trabajo el diseño detallado de una nueva herramienta de FCA. Se basa en una propuesta previa más simple, ya implementada y puesta a prueba en una experiencia educativa con modalidad b-learning. El nuevo diseño supera aspectos señalados por los diferentes actores que participaron en la mencionada experiencia.

Desde una perspectiva pedagógica la propuesta permite reforzar el concepto de aprendizajes previos necesarios para la construcción de aprendizajes significativos. Desde lo computacional se inscribe en el marco de desarrollos basados en prototipos. En lo referente a la Gestión de Educación Basada en la Web se considera un aporte importante tendiente a disminuir la proporción horas-docente/alumno.

Por otra parte, la propuesta presenta una organización adecuada para su partición en módulos, aptos para ser implementados como proyectos finales de las carreras de grado de la disciplina. Esto constituye un valor agregado interesante: por un lado resuelve la cuestión del costo de implementación (problema muy generalizado en los diferentes grupos de investigación) y por otro, abastece de nuevos temas originales y de aplicación genuina a los estudiantes que deben realizar sus tesis de grado.

## Agradecimientos

Este fue el último trabajo que escribimos en co-autoría con nuestra querida directora antes de su repentino fallecimiento. Nuestro más profundo agradecimiento a Perla por todas sus enseñanzas, por su gran calidez humana y por su continuo e incondicional apoyo.

## Referencias

- [1] Andrej, K. and Bieliková, M. "Improving adaptation in web-based educational hypermedia by means of knowledge discovery. Proceedings of the sixteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia". 2005.
- [2] Benedetti, L. Vitturini, M. Fernández Coria, C. and Señas, P. "Evaluating Learning Objects for E-Learning: Automatic Correction Filters". Proceedings of the V Conferencia Internacional sobre Multimedia y TICs en Educación. España. 2006.
- [3] Camilloni A. R. W. de "La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo" Ed. PAIDOS. 1999.
- [4] Changjian Fu, Jian Zeng, Zhihua. "Leng Empirical Research on the Evaluation Model of Distance Education Based on the Gray and Rough Set Theory in China". International Conference on Computer Science and Software Engineering. 2008.
- [5] Derntl, M., Mangler, J. "Web Services for Blended Learning Patterns". IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'04), 2004.
- [6] Millard, D., F. Tao, K. Doody, A. Woukeu, and H. Davis, "The Knowledge Life Cycle for e-learning". International Journal of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning: Special Issue on Application of Semantic Web

---

<sup>1</sup> En este caso el término filtros no está relacionado con los FCA, sino con condiciones sobre los resultados esperados.

- Technologies in E-learning, 2006. 16(1/2): pp. 110-121.
- [7] Sancho, P., I. Martínez, and B. Fernández-Manjón. "Semantic Web Technologies Applied to e-learning Personalization in e-aula". *Journal of Universal Computer Science*, 11(9), pp. 1470-1481. 2005.
- [8] Sheard, J. "E-learning communities: strategies for establishment and management". *Proceedings of the 9th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education ITiCSE '04*, Volume 36 Issue 3. 2006.
- [9] Vitturini, M., Benedetti, L. y Señas, P. "Filtros de Corrección Automática como Objetos de Aprendizaje Evaluativos para Sistemas Educativos Basados en la Web". *Proceedings of CACIC-2005*, Vol 1, pp.814-825, 2005.
- [10] Vitturini, M., Panozzo, B. y Señas, P. "Sobre la Confluencia de dos modelos: Educación Basadas en la Web y Formación Continua". *VI International Conference on Engineering and Computer Education*. Buenos Aires. 2009.
- [11] Yong Yang, Guoyin Wang, "An Evaluation Model for Web-Based Learning Support Systems" *IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI'05)*, pp.680-683. 2005.

*Dirección de Contacto del Autor/es:*

**Mercedes Vitturini**  
Dpto. Cs. e Ing. de la Computación  
Avenida Alem 1253  
Bahía Blanca  
Argentina  
e-mail: [mvitturi@cs.uns.edu.ar](mailto:mvitturi@cs.uns.edu.ar)  
sitio web: <http://www.cs.uns.edu.ar>

**Laura A. Benedetti**  
Programa de Idioma Inglés  
Universidad Nacional del Sur  
San Juan 625  
Bahía Blanca  
Argentina  
e-mail: [laura.benedetti@uns.edu.ar](mailto:laura.benedetti@uns.edu.ar)  
sitio web: <http://www.uns.edu.ar>

---

**Mercedes Vitturini.** Licenciada en Ciencias de la Computación, en el año 2005 accede al cargo de Profesora Adjunta para el Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del Sur. Se inició en la investigación en el año 1991 participando en diversos proyectos de investigación y en el LIDInE bajo la dirección de la Mg. Perla Señas, con quien co-dirigió tesis de grado que dieron origen al prototipo de este proyecto.

---

**Laura A. Benedetti.** Traductora Pública de Inglés, en el año 1996 ingresa a la docencia universitaria en la Universidad Nacional del Sur como Profesora Adjunta y desde entonces inicia un largo camino en la investigación participando en diversos proyectos de investigación y en el LIDInE bajo la dirección de la Mg. Perla Señas. En el año 2008 crea el Centro de Innovación en Idioma Inglés (CIII) y se inicia en la dirección del Proyecto Grupal de Investigación (PGI) "Enseñanza de lenguas extranjeras mediada por Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICs)".

---

**Perla Señas.** Profesora en Matemática y Física y Magíster en Ciencias de la Computación, Profesora Asociada desde el año 1999 y directora de diversos proyectos de investigación y grupos de investigación sobre informática educativa, entre ellos el LIDInE. Fallece inesperadamente el 19 de agosto de 2010.

---