

# Universidad Autónoma de Madrid

## Escuela Politécnica Superior



### Grado en Ingeniería Informática

# TRABAJO FIN DE GRADO

## DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CUESTIONARIOS ADAPTATIVOS PARA EL APOYO AL APRENDIZAJE

Pablo Molins Ruano  
Tutor: Pilar Rodríguez Marín

JUNIO 2015



# Abstract

**Abstract** — TODO: Resumen en inglés, 250-500 palabras.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam malesuada libero auctor sapien volutpat, sed fringilla enim tristique. Aliquam varius lorem in risus tempus egestas. Aenean accumsan elementum diam vel commodo. Nulla lectus sapien, finibus ac mauris non, efficitur venenatis felis. Donec at rutrum dolor, a lobortis arcu. In fermentum hendrerit bibendum. Phasellus eget arcu quam. Maecenas vulputate sapien eu dictum pulvinar. Suspendisse sit amet neque a turpis efficitur dapibus ut et turpis.

Vestibulum commodo faucibus tellus vitae consequat. Donec purus enim, hendrerit vitae feugiat sed, sagittis in tortor. Duis sed ex non ligula cursus dapibus. Etiam pellentesque suscipit dolor, vel facilisis est ornare sed. Nullam eleifend tellus non elementum efficitur. Donec semper felis ac porttitor ultricies. Vestibulum sodales justo nisl, in egestas lacus egestas nec. Fusce faucibus felis lacus, sit amet placerat justo porta vitae. Nullam volutpat viverra lorem quis euismod. Duis felis erat, dictum et sem vitae, fringilla ultrices dui. Morbi mattis arcu at orci accumsan facilisis. Aenean tortor velit, hendrerit id vulputate ac, sagittis nec libero. Donec elementum dolor orci, a mattis augue lobortis nec. Suspendisse vulputate, diam vel accumsan pellentesque, ex purus volutpat ipsum, vel luctus urna sem non turpis. Donec vitae molestie odio.

Donec lobortis, eros non sodales dapibus, ex eros sollicitudin tortor, ut vulputate massa nibh sit amet ipsum. Sed a lectus eu diam pretium vestibulum. Pellentesque finibus, felis ac finibus vulputate, libero mauris placerat nulla, ut vestibulum ante metus ut neque. Aliquam tempus tortor ac mauris pulvinar iaculis. Vivamus pretium id libero sed tempus. Donec tincidunt turpis tempor vehicula egestas. Vestibulum elementum, urna non tincidunt tempus, risus ipsum posuere felis, ac suscipit diam nunc et neque. Vestibulum faucibus leo vel nibh tempor tincidunt. Nullam nunc augue, aliquet in congue nec, gravida at risus. Proin semper iaculis nisi vitae imperdiet. Suspendisse sed risus feugiat, dapibus sapien quis, pulvinar turpis.

Maecenas convallis aliquet euismod. Donec sollicitudin ligula nec lorem dignissim, sit amet finibus felis mollis. Fusce eget sapien eu sapien blandit congue quis a odio. Fusce accumsan condimentum dapibus. Aliquam eu ante porttitor nulla pellentesque feugiat pharetra nec mauris. Ut tincidunt urna vitae ligula mattis malesuada. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Integer pretium tincidunt nisi, in pulvinar velit dapibus et.

**Key words** — TODO: Palabras clave en inglés, separadas por coma.



# Resumen

**Resumen** — TODO: Resumen en español, 250-500 palabras.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam malesuada libero auctor sapien volutpat, sed fringilla enim tristique. Aliquam varius lorem in risus tempus egestas. Aenean accumsan elementum diam vel commodo. Nulla lectus sapien, finibus ac mauris non, efficitur venenatis felis. Donec at rutrum dolor, a lobortis arcu. In fermentum hendrerit bibendum. Phasellus eget arcu quam. Maecenas vulputate sapien eu dictum pulvinar. Suspendisse sit amet neque a turpis efficitur dapibus ut et turpis.

Vestibulum commodo faucibus tellus vitae consequat. Donec purus enim, hendrerit vitae feugiat sed, sagittis in tortor. Duis sed ex non ligula cursus dapibus. Etiam pellentesque suscipit dolor, vel facilisis est ornare sed. Nullam eleifend tellus non elementum efficitur. Donec semper felis ac porttitor ultricies. Vestibulum sodales justo nisl, in egestas lacus egestas nec. Fusce faucibus felis lacus, sit amet placerat justo porta vitae. Nullam volutpat viverra lorem quis euismod. Duis felis erat, dictum et sem vitae, fringilla ultrices dui. Morbi mattis arcu at orci accumsan facilisis. Aenean tortor velit, hendrerit id vulputate ac, sagittis nec libero. Donec elementum dolor orci, a mattis augue lobortis nec. Suspendisse vulputate, diam vel accumsan pellentesque, ex purus volutpat ipsum, vel luctus urna sem non turpis. Donec vitae molestie odio.

Donec lobortis, eros non sodales dapibus, ex eros sollicitudin tortor, ut vulputate massa nibh sit amet ipsum. Sed a lectus eu diam pretium vestibulum. Pellentesque finibus, felis ac finibus vulputate, libero mauris placerat nulla, ut vestibulum ante metus ut neque. Aliquam tempus tortor ac mauris pulvinar iaculis. Vivamus pretium id libero sed tempus. Donec tincidunt turpis tempor vehicula egestas. Vestibulum elementum, urna non tincidunt tempus, risus ipsum posuere felis, ac suscipit diam nunc et neque. Vestibulum faucibus leo vel nibh tempor tincidunt. Nullam nunc augue, aliquet in congue nec, gravida at risus. Proin semper iaculis nisi vitae imperdiet. Suspendisse sed risus feugiat, dapibus sapien quis, pulvinar turpis.

Maecenas convallis aliquet euismod. Donec sollicitudin ligula nec lorem dignissim, sit amet finibus felis mollis. Fusce eget sapien eu sapien blandit congue quis a odio. Fusce accumsan condimentum dapibus. Aliquam eu ante porttitor nulla pellentesque feugiat pharetra nec mauris. Ut tincidunt urna vitae ligula mattis malesuada. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Integer pretium tincidunt nisi, in pulvinar velit dapibus et.

**Palabras clave** — TODO: Palabras clave en español, separadas por coma.



# Agradecimientos

TODO: Agradecimientos.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Phasellus laoreet dolor at sodales porta. Morbi facilisis hendrerit lacus vel sollicitudin. Aenean eleifend urna metus, eget vestibulum libero dictum tincidunt. Curabitur quis ultrices lorem. Duis ultricies, eros eget condimentum pharetra, tellus eros lobortis nulla, vel mattis nibh dui et felis. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Nam non lorem et ligula condimentum molestie. Fusce quis dolor non metus suscipit commodo. Praesent vel pulvinar lectus. Nullam ac dui eget magna accumsan volutpat. Aliquam sed purus quis lorem dictum rutrum auctor eu enim. Pellentesque a urna ac ligula cursus lacinia. Aenean sodales justo massa, vel imperdiet justo imperdiet ut. Nulla euismod pulvinar arcu eu convallis. Vivamus a tempus nunc, et vulputate nulla.

Sed dapibus aliquam imperdiet. Vivamus est quam, fermentum vitae augue id, ultricies tincidunt massa. Praesent tincidunt ex sem, ut aliquet nulla imperdiet eu. Duis ac ultricies lorem. Aenean consequat ipsum nec arcu aliquam, sit amet interdum quam tempus. In justo odio, bibendum vel nulla nec, aliquet tristique justo. In vel metus ut libero suscipit ultricies.

Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Proin urna elit, iaculis id quam at, pretium laoreet ipsum. Phasellus ultricies faucibus ex et eleifend. Quisque facilisis erat dolor, ac rhoncus erat convallis et. Aliquam semper eleifend imperdiet. Sed eros ipsum, sagittis in pellentesque vel, vestibulum a augue. Duis sapien mauris, fringilla a tortor ut, sollicitudin volutpat nunc. Pellentesque vestibulum vel arcu in molestie. Nullam fermentum dolor luctus metus efficitur pulvinar. Pellentesque risus enim, tempus id ullamcorper in, maximus id nisl. Cras rhoncus consequat augue eu gravida. Ut efficitur mauris vitae orci dignissim sagittis. Suspendisse vitae massa eget nunc bibendum interdum.

Vestibulum quis turpis sed diam facilisis convallis. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Vivamus congue tellus nec lobortis feugiat. Nam hendrerit ullamcorper tempus. Proin maximus, lacus at tempor pellentesque, sem nisi facilisis lorem, sagittis tristique mauris dui at est. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Mauris pellentesque lobortis leo, ac dictum urna tempus id. Curabitur sed ante leo. Proin laoreet nisi nec dictum auctor. Mauris lacinia erat ut massa viverra, nec tempus metus elementum. Cras ut blandit justo, in pretium massa. In hac habitasse platea dictumst. Donec malesuada viverra quam, in ultricies libero. Phasellus finibus velit in sem tempus mattis at tristique ligula.

*“TODO: Cita relevante”* TODO: Autor de la cita





# Índice general

<b>Glosario</b>	<b>XIII</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Marco . . . . .	2
1.3. Alcance y objetivos . . . . .	2
1.4. Estructura del documento . . . . .	2
<b>2. Estado del Arte</b>	<b>3</b>
<b>3. Diseño y desarrollo</b>	<b>5</b>
3.1. Diseño . . . . .	5
3.1.1. Análisis funcional . . . . .	5
3.1.2. Modelo de usuario . . . . .	5
3.1.3. Modelo del dominio . . . . .	5
3.1.4. Modelo de adaptación . . . . .	5
3.1.5. Motor de adaptación . . . . .	6
3.2. e-valUAM . . . . .	6
<b>4. Pruebas y resultados</b>	<b>7</b>
4.1. Comparativa con otras soluciones . . . . .	7
4.2. Covadonga ¿Trabajo preliminar? . . . . .	7
4.3. Test sobre conocimientos informáticos . . . . .	7
4.4. Caso real. Asignatura en el Grado en Educación Infantil . . . . .	7
4.4.1. Aprendizaje . . . . .	7
4.4.2. Examen final . . . . .	7
4.4.3. Trabajo final . . . . .	7
<b>5. Conclusiones</b>	<b>9</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>11</b>
<b>Apéndices</b>	<b>13</b>
<b>A. Ejemplos de bloques y comandos útiles en LaTeX</b>	<b>15</b>
A.1. Ejemplo de sección . . . . .	15



# Índice de tablas



# Índice de figuras

3.1. . . . . .	5
A.1. Logo de la Universidad Autónoma de madrid. . . . .	15



# Glosario

**B | C | F | M | T**

**B**

**bitstream**

En este contexto se refiere al binario que configura el Hardware de la FPGA. 15

**C**

**CAL**

Aprendizaje asistido por ordenador, por sus siglas en inglés, *Computer-Aided Learning*. 1

**CAT**

Tests adaptativos por ordenador, por sus siglas en inglés, *Computer Adaptive Tests*. 1

**F**

**FPGA**

Field-Programmable Gate Array. 15

**M**

**MOOC**

Curso en línea, masivo y abierto; por sus siglas en inglés, *Massive Open Online Course*. 1

**T**

**TEL**

Aprendizaje asistido por tecnologías, por sus siglas en inglés, *Technology-Enhanced Learning*. 1





# 1 Introducción

En esta sección se detallará qué ha motivado la realización de este Trabajo Fin de Grado. A continuación, se explicará en qué marco se ha llevado a cabo, así como el alcance del proyecto, especificando sus objetivos y sus límites. Por último, se expondrá la estructura que sigue el resto del presente documento.

DEJAR PARA EL FINAL

## 1.1 Motivación

**¿Por qué son necesarios los test adaptativos? ¿Qué puede aportar un sistema informático a los test adaptativos? ¿Dónde se pueden utilizar? Listar ejemplos: MOOCs, AEH, educación clásica, contextos donde el usuario no dispone de conocimiento informático.**

Desde su creación, los ordenadores han sido introducidos de forma progresiva en cada vez más sectores, con grandes beneficios. La educación es un ejemplo de ello, aunque aún todavía es un ejemplo incompleto. El aprendizaje asistido por tecnologías, TEL, y en concreto, el aprendizaje asistido por ordenador, CAL, es cada vez más habitual y ha sido aplicada con éxito a la educación presencial, semipresencial o a distancia, aportando grandes ventajas en cada modalidad. La reciente aparición y popularización de los MOOC ha vuelto a demostrar la necesidad de seguir ampliando estas áreas CITA.

Dentro de las CAL una de las ramas de interés es la conocida como tests adaptativos por ordenador, o CAT. Los CAT se han utilizado para múltiples propósitos, como puntuación instantánea [1], la mejora de competencias lingüísticas [2], identificación de estilos de aprendizaje [3], la habilidad matemática [4], o la evaluación del estado de salud [5].

**¿Cuál ha sido exactamente el trabajo? ¿Motivación? Creo que no ¿evalUAM? Sí ¿Modelo de estudiantes? Sí ¿Protocolo para crear las preguntas? También ¿Exámenes con duda? Sí.**

sirve para múltiples objetivos, como aumentar la motivación de los alumnos CITA, sus resultados académicos CITA o su

---

## 1.2 Marco

En qué investigación se engloba el proyecto. ¿Citar financiación?

## 1.3 Alcance y objetivos

¿Qué pretende lograr el sistema? ¿Qué NO pretende lograr el sistema?

## 1.4 Estructura del documento

TODO: Descripción de la estructura del documento

## 2 Estado del Arte

TODO: Estado del arte

DEJAR PARA EL FINAL

AEH MOOC



## 3 Diseño y desarrollo

Rápida intro.

TODO: Demostrar todo el dominio que pueda sobre cuestiones de la carrera.

### 3.1 Diseño

A la hora de crear un sistema adaptativo como el propuesto, es habitual enfocar el diseño siguiendo el patrón de la figura 3.1

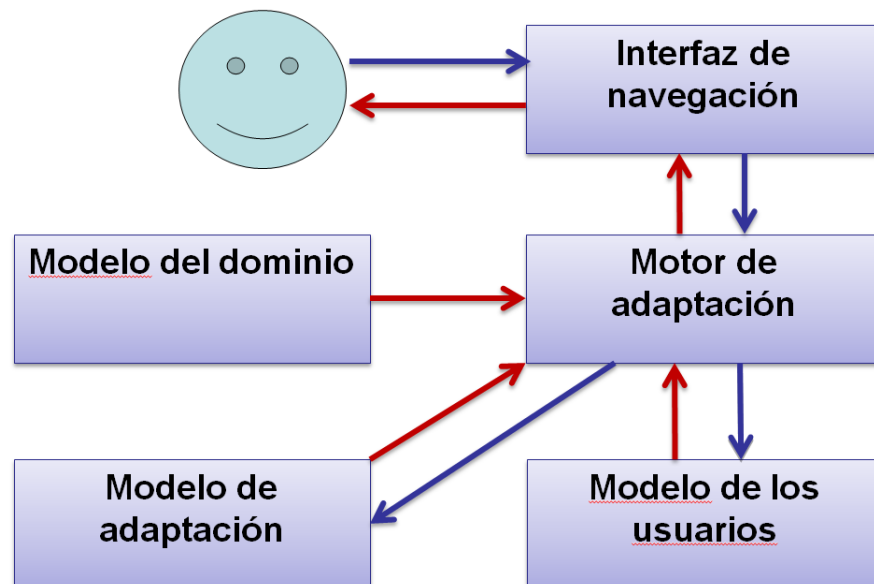


Figura 3.1:

#### 3.1.1 Análisis funcional

¿Detallar un análisis funcional? Sí

#### 3.1.2 Modelo del dominio

Estructura de la BD

#### 3.1.3 Modelo de adaptación

Exámenes con distintos niveles

---

### **3.1.4 Modelo de usuario**

Profesor y alumno

### **3.1.5 Motor de adaptación**

Rápidas notas sobre la aplicación en sí. O no.

## **3.2 e-valUAM**

## 4 Pruebas y resultados

TODO: Pruebas y resultados del proyecto

### 4.1 Comparativa con otras soluciones

### 4.2 Covadonga ¿Trabajo preliminar?

### 4.3 Test sobre conocimientos informáticos

### 4.4 Caso real. Asignatura en el Grado en Educación Infantil

#### 4.4.1 Aprendizaje

#### 4.4.2 Examen final

#### 4.4.3 Trabajo final





## 5 Conclusiones

TODO: Conclusiones sobre el trabajo realizado

Especificar que no se ha desarrollado nada de interfaz humano-ordenador. Dejar como trabajo futuro.



# Bibliografía

- [1] H. Wainer, N. J. Dorans, D. Eignor, R. Flaugher, B. F. Green, R. J. Mislevy, L. Steinberg, and D. Thissen, *Computer-Adaptive Testing: A Primer*, Routledge, Ed. Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates, 2000.
- [2] C. A. Chapelle and D. Douglas, *Assessing language through computer technology*. Ernst Klett Sprachen, 2006.
- [3] A. Ortigosa, P. Paredes, and P. Rodriguez, “Ah-questionnaire: An adaptive hierarchical questionnaire for learning styles,” *Computers & Education*, vol. 54, no. 4, pp. 999–1005, 2010.
- [4] S. Klinkenberg, M. Straatemeier, and H. Van der Maas, “Computer adaptive practice of maths ability using a new item response model for on the fly ability and difficulty estimation,” *Computers & Education*, vol. 57, no. 2, pp. 1813–1824, 2011.
- [5] D. Revicki and D. Cella, “Health status assessment for the twenty-first century: item response theory, item banking and computer adaptive testing,” *Quality of Life Research*, vol. 6, no. 6, pp. 595–600, 1997.



# Apéndices



# A Ejemplos de bloques y comandos útiles en LaTeX

## A.1 Ejemplo de sección

La DARPA creo el protocolo de Internet [?].

Citamos el acrónimo Field-Programmable Gate Array (FPGA).

Bitstream es una secuencia de bits.



Figura A.1: Logo de la Universidad Autónoma de madrid.

La figura A.1 se utiliza en la portada.

---

Código A.1: Algoritmo de ordenación Quicksort

```
#include <stdio.h>

void quick_sort (int *a, int n) {
    int i, j, p, t;
    if (n < 2)
        return;
    p = a[n / 2];
    for (i = 0, j = n - 1;; i++, j--) {
        while (a[i] < p)
            i++;
        while (p < a[j])
            j--;
        if (i >= j)
            break;
        t = a[i];
        a[i] = a[j];
        a[j] = t;
    }
    quick_sort(a, i);
    quick_sort(a + i, n - i);
}
```



---

```
#include <stdio.h>

void quick_sort (int *a, int n) {
    int i, j, p, t;
    if (n < 2)
        return;
    p = a[n / 2];
    for (i = 0, j = n - 1;; i++, j--) {
        while (a[i] < p)
            i++;
        while (p < a[j])
            j--;
        if (i >= j)
            break;
        t = a[i];
        a[i] = a[j];
        a[j] = t;
    }
    quick_sort(a, i);
    quick_sort(a + i, n - i);
}
```

---

La ecuación de Euler ( $e^{\pm i\theta} = \cos \theta \pm i \sin \theta$ ) es citada frecuentemente como un ejemplo de belleza matemática.

$$a^2 + b^2 = c^2 \tag{A.1}$$