



**PROPUESTA y ACEPTACIÓN DEL  
PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERÍA TÉCNICA**

**DATOS PERSONALES**

APELLIDOS, Nombre

CAMINO SALVO, ANTONIO

Nº DNI 17742808X Dirección C/ MIGUEL AMBIELA Nº6, 9ºA

C.P. 50015 Localidad ZARAGOZA

Provincia ZARAGOZA Teléfono 616996622 NIA: 186841

Firma:

**DATOS DEL PROYECTO FIN DE CARRERA**

INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL, Especialidad ELECTRONICA

TITULO

MODELO DE UN SISTEMA HIPERMEDIA ADAPTATIVO DE ENSEÑANZA  
BASADO EN LOGICA BORROSA

PROYECTO TIPO A  TIPO B

DIRECTOR BONIFACIO MARTIN DEL RIO

**VERIFICACIÓN EN SECRETARÍA**

El alumno reúne los requisitos académicos (1) para la adjudicación de Proyecto Fin de Carrera

SELLO DEL CENTRO

EL FUNCIONARIO DE SECRETARIA



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

Fdo.:

SE ACEPTA LA PROPUESTA DEL PROYECTO (2)

En Zaragoza, a 2 de SEPT de 2.015

Fdo.: BONIFACIO MARTIN

DIRECTOR DEL PFC

SE ACEPTA EL DEPÓSITO DEL PROYECTO

En Zaragoza, a 2 de SEP de 2.015

Fdo.: BONIFACIO MARTIN

DIRECTOR DEL PFC

(1) Requisitos académicos: tener pendientes un máximo de 24 créditos o dos asignaturas para finalizar la titulación.

(2) Para que la propuesta sea aceptada por el Director, es imprescindible que este impreso esté sellado por la Secretaría de la EINA una vez comprobados los requisitos académicos.



**Universidad  
Zaragoza**

# Proyecto Fin de Carrera

Modelo de un Sistema Hipermedia Adaptativo  
de enseñanza basado en lógica borrosa

Autor

Antonio Camino Salvo

Director

Bonifacio Martín del Brío

Escuela: Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
Año: 2015

# **“MODELO DE UN SISTEMA HIPERMEDIA ADAPTATIVO DE ENSEÑANZA BASADO EN LÓGICA BORROSA”**

## **RESUMEN**

Cada persona tiene su manera de aprender. Las capacidades cognitivas son diferentes y también los ritmos y estilos de aprendizaje, el entorno y la motivación. Son factores que cambian a lo largo de la vida en periodos más o menos largos, y que deberían tenerse en cuenta en la formación online, muy especialmente en disciplinas de cierta complejidad, como la Ingeniería electrónica.

Al principio, la sensación que tenía una persona cuando iniciaba una formación a través de internet es la de recibir los contenidos formativos del curso de una forma secuencial. Poco se diferenciaba el poder visualizar un PDF de un libro. Los sistemas educativos han ido evolucionando y actualmente ya existen cursos en los que los contenidos son mucho más atractivos, los contenidos se pueden presentar de forma global, se incluyen herramientas externas, simuladores, vídeos, actividades complementarias, trabajos en grupo, e incluso es posible comunicarse con otras personas que realizan las mismas actividades y con las que poder intercambiar datos e información, entre otras muchas cosas. Esta evolución se ha percibido claramente en el ámbito de la enseñanza de la electrónica en los conocidos congresos TAEE (Tecnologías, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica).

El siguiente paso sería el desarrollo de plataformas que presenten los contenidos y recursos en función de las reacciones del alumno frente a las actividades realizadas, o a los cambios de conducta durante el aprendizaje, o la situación emocional que el alumno vive en ese instante.

Así, en este trabajo se define un modelo de una aplicación que adapta los contenidos al alumno teniendo en cuenta sus capacidades cognitivas y su estado emocional. Con este sistema el docente puede desarrollar un proyecto formativo completo y donde recibe la información necesaria tanto del grupo como de los alumnos de forma individual, para ir modificando y mejorando los contenidos de forma continua, adaptándose tanto a los cambios de los alumnos que reciben la formación como a los cambios externos que se producen en el entorno y en la sociedad.

Se ha desarrollado además a modo de demostrador una aplicación software para, la clasificación de las actividades adaptadas a un alumno en función del estilo de aprendizaje del mismo.

Palabras clave: Sistema Hipermedia Adaptativo, enseñanza online, computación afectiva, estilos de aprendizaje, formación online, enseñanza de la electrónica.

## INDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
1.1	Motivación .....	3
1.1	Alcance.....	3
1.2	E-LEARNING, introducción al concepto de un Sistema Hipermedia Adaptativo .....	4
1.3	¿Qué es un Estilo de Aprendizaje (EA)? .....	6
1.4	Definición y elección de Modelo de Estilos de Aprendizaje .....	7
1.5	Modelo Felder-Silverman, cuestionario ILS y cuestionario adaptativo .....	8
1.6	Diferentes Modelos de EA .....	11
1.7	Objetivos .....	12
2.	MODELADO de un Sistema Hipermedia Adaptativo para Educación.....	13
2.1	SHA. Objetivos a cumplir .....	13
2.2	Alumno.....	13
2.3	Docente.....	13
2.4	Uso de la tecnología.....	14
2.5	Estructura de bloques y fases de adaptación .....	15
2.6	Aplicación del Modelo Felder-Silverman al SHA .....	16
2.7	Aplicación del Estado Emocional .....	18
2.8	Modelos .....	19
2.9	Motor SHA .....	27
2.10	Sistema de Inferencia .....	27
2.11	Procesos .....	29
2.12	Formación para los docentes .....	32
3.	DESARROLLO DEL PROTOTIPO .....	34
3.1	INTRODUCCIÓN.....	34
3.2	TECNOLOGÍA: FUZZY CLUSTERING .....	34
3.3	DESARROLLO DE LA APLICACIÓN .....	36
4.	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO .....	38
5.	REFERENCIAS.....	40
	ANEXO I ESTRUCTURA Y CÓDIGO DEL PROTOTIPO .....	42
	ANEXO II [PParedes, 2008] .....	61
	ANEXO III. ARBOLES DE DECISIÓN DE LAS CUATRO DIMENSIONES FELDER-SILVERMAN PARA REALIZAR EL CUESTIONARIO ADAPTATIVO [ORTIGOSA, 2008] .....	66

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Motivación

La motivación fundamental de este proyecto es desarrollar un sistema de formación online que puede aplicarse a la enseñanza de la electrónica o de otras materias complejas, en el que el alumno acceda a los recursos y actividades adecuadas, según sus capacidades cognitivas y estado emocional, incluyendo explicaciones, ejemplos, metáforas y simulaciones que le ayuden a entender los conceptos de maneras diferentes. En el que la herramienta de enseñanza sea un medio para establecer un vínculo entre el docente y el alumno, en el que el alumno sienta también el interés del profesor por él y por su evolución en el estudio. Un sistema en el que el profesor entiende los problemas de sus alumnos, cómo comprenden su asignatura, como trabajan de forma individual y en grupo. Un sistema con el que además, conseguiría extraer el máximo esfuerzo de sus alumnos, facilitando además enormemente su trabajo y haría de la experiencia de aprender, un viaje inolvidable.

## 1.1 Alcance

Se pretende definir un modelo teórico de un Sistema Adaptativo Hipermedia (SHA), como una herramienta fácil y dinámica de usar para el docente, en la que planificar, diseñar, crear, mantener y supervisar un curso se convierta en una tarea fácil de realizar y comprender. Asimismo, se presenta una forma de modelar al alumno dentro de este sistema teniendo en cuenta su forma de aprender y su estado emocional, y cómo y de qué manera la plataforma le sirve los contenidos adaptados.

En este SHA se describen los módulos internos que conforman la estructura interna, cómo interactúan entre sí, y de qué manera un docente puede manejar esta aplicación conociendo los procesos necesarios para desempeñar correctamente su labor.

Finalmente, se pretende realizar a modo de ejemplo una aplicación que ilustre el modelo teórico, usando técnicas de *Fuzzy Clustering* para clasificar las actividades creadas por el docente según el estilo de aprendizaje del alumno.

## 1.2 E-LEARNING, introducción al concepto de un Sistema Hipermedia Adaptativo

Este tipo de enseñanza busca ofrecer una formación determinada a un alumno o grupo de alumnos mediante un curso o proyecto educativo a través de la red -entiéndase como red privada o Internet-. El curso que el alumno va a recibir, puede ser diseñado para realizarse en directo o en tiempo diferido, ya que los recursos y actividades pueden estar disponibles en el entorno virtual en el que tiene lugar la interacción alumno-profesor.

La evolución de Internet y los servicios que en ella se han ido implementando ha dado lugar en el caso de la educación, a la aparición de plataformas que usando la tecnología han puesto a disposición de los usuarios los recursos necesarios para poder proporcionar conocimientos con diferentes herramientas. Videos, presentaciones, foros, blogs, mensajería instantánea, son algunas de estas herramientas que se han ido implementando en ciertas plataformas para ir creando cursos a los que los alumnos pueden acceder a través de la red.

Estas plataformas, además han ido incorporando la gestión de alumnos para poder realizar un seguimiento de los cursos y de los avances que en los mismos se producen. También algunas de estas plataformas potencian la resolución de dudas y ciertas incidencias a través de la colaboración entre alumnos, dejando para un segundo nivel la participación de los tutores como responsables del curso. De esta manera se consigue una atractiva participación entre los alumnos que van realizando el curso y también poder gestionar estos cursos de una forma más ágil y con menos necesidades de recursos humanos. Actualmente es posible encontrar múltiples soluciones usadas para en la formación a distancia o semipresencial, mediante las que poder realizar los cursos. En ocasiones, estas herramientas también son usadas como complemento de la formación presencial, ofreciendo al alumno el material complementario a las clases de una forma cómoda y rápida, ya que la distribución de los recursos se realiza de forma inmediata en cuanto el docente los pone a disposición.

Una de las más plataformas más conocidas es Moodle, ya que es un desarrollo de libre distribución bajo licencia GPL [Ref GNU], que ha tenido gran aceptación en el ámbito educativo y prueba de ello es que ha sido traducido a más de 90 idiomas y es utilizado por un gran número de Universidades.

Otra ventaja que ofrecen los sistemas de *e-learning* es la facilidad para evaluar al alumnado en los conocimientos que va adquiriendo mediante continuas pruebas que pueden ser implementadas en los cursos y con las que es posible recibir información sobre el aprendizaje que se está llevando a cabo.

Hay que tener en cuenta que estas plataformas son herramientas, así que es necesaria una buena planificación y realización de recursos para que el resultado final alcance las expectativas, y tanto el alumno como el profesor cumplan sus objetivos.

Existen diferentes ámbitos donde implementar estas herramientas - universidades, escuelas, academias,...-, y es otro factor importante a tener en cuenta a la hora de usar estas plataformas. Ya que no es lo mismo crear un curso universitario, que usarlo en un centro educativo de enseñanzas artísticas o de enseñanzas profesionales. Cada tipo de enseñanza requiere unas características y una gestión del curso diferente.

Algunas **teorías educativas** sostienen que los cursos y **plataformas** de enseñanza deberían **adaptarse a las características cognitivas (Estilos de aprendizaje)** del alumno para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. No sólo el estilo de aprendizaje de cada alumno, sino que hay que tener en cuenta los grandes cambios sociales que se están produciendo debido en gran medida a las nuevas tecnologías y cómo éstas afectan al comportamiento social de los grupos. Actualmente en sociedades como la nuestra la conexión permanente a Internet y el acceso a aplicaciones nos permite estar continuamente conectados a servicios que hace unos años ni siquiera nadie hubiera imaginado.



FIGURA 1. EVOLUCIÓN DE LA INFORMÁTICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Los modelos de adaptación al usuario se están extendiendo a través de la tecnología y sus continuos cambios, y la educación no va a ser ninguna excepción.**

Los Sistemas Hipermedia Adaptativos son un paso más en la evolución de los sistemas de aprendizaje en línea en el que uno de los objetivos principales es que los

contenidos a los que tiene acceso el alumno son presentados en función de su estilo de aprendizaje y por tanto la facilidad para organizar, recibir, percibir, entender y procesar la información que el curso proporciona. Actualmente se están realizando estudios e investigaciones en los que se modelizan diferentes Estilos de Aprendizaje o Estilos Cognitivos en plataformas educativas y se muestran resultados de cursos realizados con estudiantes de Universidad [EMartín2008]. Las pruebas realizadas analizan la respuesta de los alumnos no sólo desde el punto de vista individual sino que también de las respuestas del trabajo en grupo.

En el trabajo colaborativo se han realizado estudios [PParedes2008] en los que los resultados obtenidos encuentran cierta correspondencia con la complementariedad entre estilos de aprendizaje diferentes en parejas de estudiantes, en los que se ha observado una mejora en los resultados de las actividades de asignaturas de universidad. Por este motivo es importante tener en cuenta el trabajo colaborativo y el impacto que supone en la educación el trabajo en grupo y lo que aporta al alumno. Cualquier mejora detectada en este sentido, implica que debe ser incluida en el desarrollo del SHA.

### 1.3 ¿Qué es un Estilo de Aprendizaje (EA)?

Simplemente con la observación, nos damos cuenta que las personas aprenden de forma muy distinta. La forma con la que se asimilan los conocimientos y se asimilan los conceptos es diferente ya que depende incluso del entorno en el que nos movemos, o de las nuevas situaciones a las que nos tenemos que adaptar como por ejemplo los cambios a las nuevas tecnologías.

Hay personas que prefieren seguir trabajando sobre el papel, escribir y trabajar los conceptos aprendidos, pero ya son muchas las personas que es a través del ordenador, *tablet* o móvil, donde prefieren disponer de la materia que deben asimilar. Estos nuevos dispositivos traen la información formateada y adaptada a los pequeños tamaños que tienen pero resultan muy usables, y las nuevas generaciones ya se están desarrollando con ellos, como herramientas cotidianas de trabajo y de uso personal.

En cualquier caso, las formas en que se percibe la información y se aprende, varía enormemente en función de la persona y de múltiples factores de su entorno, experiencia, etc. Seguramente se pueden encontrar tantas formas de aprender como de enseñar una materia. Hay profesores que imparten su clase sin apenas comprobar si sus explicaciones han sido atendidas, otros en cambio tienen la preocupación constante de que sus lecciones hayan sido entendidas, evaluando sus métodos para mejorar continuamente.

La psicología cognitiva intenta explicar las diferencias que existen en nuestros mecanismos psicológicos que hacen distinta la manera de asimilar y comprender.

Los Estilos Cognitivos o Estilos de Aprendizaje comienzan a mediados del siglo XX. Uno de los principales problemas ha sido encontrar una definición única para estos términos, ya que los investigadores tienden a crear sus propios términos y no existe una teoría y por consiguiente vocabulario aceptado por la comunidad científica. Los autores de modelos usan muy diversos términos aunque se refieran a un mismo concepto. Otro factor importante es la variación de estos Estilos de Aprendizaje que se producen en las personas, ya que a lo largo de nuestra evolución se producen cambios en la forma de aprender, que pueden ser atribuidos a múltiples factores -experiencia, entorno, evolutivos, etc- por lo que esta falta de estabilidad también es motivo de debates.

#### 1.4 Definición y elección de Modelo de Estilos de Aprendizaje

“Preferencias características en la forma en que un estudiante percibe y procesa la información”. [Felder, 1996]

Se toma la definición de Felder coincidiendo con la definición de algunos de los trabajos realizados por el Departamento de Informática de la Universidad Autónoma de Madrid [PParedes 2008] y que este proyecto ha tenido como base inicial. Además, después del trabajo realizado, sigue definiendo perfectamente lo que el proceso de aprendizaje de las personas, significa para el autor.

“La plataforma SHA Educativa planteada en este proyecto, ha sido diseñada fundamentalmente siguiendo el modelo de estilos de aprendizaje de Felder-Silverman y los conceptos allí desarrollados. Debido en gran medida a las mejores posibilidades que ofrece en su implementación en un desarrollo informático frente a otros modelos. Además, también se han estudiado otros modelos que recogen definiciones que se han tenido en cuenta en esta propuesta de Sistema Hipermedia Adaptativo enfocado a educación. En especial a los modelos que hacen referencia a las situaciones que rodean a las personas y a sus estados emocionales o situaciones personales.”



FIGURA 2. MODELO FELDER-SILVERMAN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 1.5 Modelo Felder-Silverman, cuestionario ILS y cuestionario adaptativo

En este modelo, los estudiantes son clasificados en 5 dimensiones independientes, y cada una de ellas está definida por dos estilos opuestos. Las dimensiones reflejan como cada estudiante prefiere organizar (inductivo/deductivo), procesar (activo/reflexivo), percibir (sensorial/intuitivo), recibir (verbal/visual) y entender (secuencial/global) la nueva información [Felder y Silverman, 1988], [PParedes, 2008].

Cada una de las dimensiones usa escalas que van desde 11 a -11 (usando sólo los valores impares). La dimensión “organizar” es eliminada, debido a que no se desea que por medio de este modelo y sus aplicaciones la característica “deductiva”, se imponga debido a la preferencia de alumnos (por el sentido de que sólo estudian de lo que van a ser examinados) y profesores (esta forma de preparar la formación es más sencilla que la inductiva). Por lo tanto, cada alumno será modelizado mediante cuatro valores, uno por cada dimensión que vendrán definidos por una cifra entre 11 y -11 (sólo por valores impares).

En la dimensión “procesar”, se estudia cómo la información que se percibe se transforma en conocimiento. El estilo “activo” refleja estudiantes que prefieren aprender probando cosas. Además tienden a ser más sociables y prefieren trabajar más en grupo. Al contrario que los estudiantes con un estilo “reflexivo” que tienen preferencias por el trabajo individual.

El estilo “sensorial” de la dimensión “percibir” tiene la particularidad que a los estudiantes les gusta aprender material concreto, a través de experiencias sensoriales

de hechos concretos. Este tipo de alumnos son considerados detallistas además de prácticos, buscando siempre la relación de los conocimientos aprendidos con el mundo real. Mientras que en el estilo “intuitivo”, el alumno busca conocimientos abstractos, donde la teoría y los principios generales son ideales para alumnos con esta característica de aprendizaje. Tienden a ser innovadores y creativos. Suelen obtener mejores resultados en las pruebas con respuestas abiertas que en las de tipo test. Esta dimensión analiza el tipo de fuente de información que el alumno prefiere.

Respecto al formato de los datos, la encargada que se ocupa de analizar las preferencias de los alumnos es la dimensión “recibir”. Los alumnos que prefieren un formato mediante diagramas, gráficas, fotos,... son los denominados de estilo “visual”. Si por el contrario prefieren texto o audio, son considerados del estilo “verbal”.

Por último, y en referencia a cómo se presenta la información del curso y cómo el alumno tiende a entender la materia, los alumnos son clasificados en los estilos “secuencial” y “global”. En el primero el estudiante va aprendiendo mediante pequeños pasos consecutivos, analizando los detalles. El proceso es lineal y prefieren la estructura con soluciones lógicas. En cambio en el estilo “global”, el alumno aborda el material sin un orden aparente, dando grandes saltos en la materia y en un momento dado obtiene una imagen global. Tienden a resolver problemas complejos y procuran tener una visión global.

Para poder clasificar a los alumnos dentro de estas dimensiones, Felder y Soloman, realizaron un cuestionario denominado **ILS** (*Index of Learning Style*) [Felder y Soloman, 2004], basado en 44 cuestiones (11 por cada dimensión) de dos posibles respuestas cada una. En la que cada respuesta corresponde a uno de los dos estilos de la dimensión. Así pues, el resultado numérico en cada dimensión, es la resta entre las respuestas que el alumno realiza entre los estilos opuestos de cada una de las dimensiones.

Véase un ejemplo en el que de las 11 cuestiones de la dimensión “recibir”, 6 respuestas fuesen del estilo “verbal” y 5 del estilo “visual”. El resultado sería 6 menos 5 igual a 1. En este caso, el alumno no tendría una clara definición hacia un estilo u otro. El cuestionario ILS viene incorporado en el Anexo II.

El cuestionario ILS, puede resultar excesivamente largo, y es posible que durante 44 cuestiones los alumnos puedan perder la concentración o no respondan prestando el interés necesario para poder modelizarlos correctamente. Así pues, se ha realizado un **cuestionario adaptativo** [Ortigosa, 2008] a partir de una investigación en la que se analizan datos de un conjunto de estudiantes, para sacar patrones. En la tesis de D. Pedro Paredes Barragán en la que realiza una propuesta para incorporar estilos de aprendizaje a un SHA [PParedes 2008], se detalla el trabajo de Ortigosa para obtener

mediante algoritmos de clasificación donde obtienen un modelo basado en las instancias de datos de su investigación con estudiantes. Se extraen las preguntas más relevantes y se visualizan mediante árboles de decisión por cada una de las dimensiones. En el Anexo III, están a disposición los árboles de decisión que son el resultado de la investigación [Ortigosa, 2008]. Además, observando experiencias previas en las que alumnos de doctorado usando adaptación a los estilos de aprendizaje [Carro 2005], en las que los autores prefieren clasificar a los alumnos en 3 grupos por cada dimensión (resultado entre 11 a 5 clasificado como “H” del inglés *high*, resultado de 5 a -5 clasificado como “N” neutros y resultados entre -5 a -11 clasificados como “L” del inglés *low*), es posible simplificar la tarea de clasificación de los alumnos dentro de estos 3 grupos, siendo así no necesario preguntar las 11 cuestiones por dimensión del cuestionario ILS.

El objetivo fundamental es dotar al SHA, de un cuestionario adaptativo que tenga la capacidad de clasificar al alumno dentro de un estilo de aprendizaje en el menor número de cuestiones posibles. A continuación, en la Figura 3, se expone un breve ejemplo que clarifica la realización del cuestionario adaptativo y cómo las cuestiones no varían de las preguntas originales del cuestionario ILS, si no que se altera el orden seleccionando las más significativas y en función de su respuesta, se formula la siguiente, con el objetivo de encontrar un perfil aproximado del alumno entre un mínimo de 4 y un máximo de 8 cuestiones por cada una de las dimensiones.

21. Prefiero estudiar  
 (a) en un grupo.  
 (b) solo.

29. Recuerdo más fácilmente  
 (a) algo que he hecho.  
 (b) algo acerca de lo que he pensado mucho.

33. Cuando tengo que trabajar en un proyecto de grupo, quiero que primero  
 (a) haya una “lluvia de ideas” donde cada uno aporte las suyas  
 (b) reflexionemos individualmente y después comparemos ideas dentro del grupo

13. En las clases a las que he asistido  
 (a) he logrado conocer a muchos de los estudiantes  
 (b) rara vez he logrado conocer a muchos estudiantes



**ACTIVO**



21. Prefiero estudiar  
 (a) en un grupo.  
 (b) solo.

13. En las clases a las que he asistido  
 (a) he logrado conocer a muchos de los estudiantes  
 (b) rara vez he logrado conocer a mucho estudiantes

37. Probablemente soy considerado  
 (a) sociable  
 (b) reservado

5. Cuando estoy aprendiendo algo nuevo, me ayuda  
 (a) hablar acerca de ello  
 (b) pensar el ello



**NEUTRO**



FIGURA 3. EJEMPLO CUESTIONARIO ADAPTATIVO. FUENTE: PAREDES, 2008

La técnica usada para conseguir este objetivo se basa en una variante de la problemática general abordada por la Teoría de Respuesta al *Item* (ITR) [Van der Linden y Hambleton, 1997], [PParedes, 2008].

En este proyecto se tendrá en cuenta el cuestionario adaptativo como elemento principal para clasificar a los alumnos dentro del modelo Felder-Silverman.

## 1.6 Diferentes Modelos de EA

Además del modelo elegido, existen además muchas teorías y modelos acerca de los estilos de aprendizaje. A continuación se hace referencia a algún modelo a algún modelo más, que incluye ciertos parámetros que se han tenido en cuenta a la hora de en el desarrollo de una plataforma de formación como la que este proyecto propone.

**Modelo Entwistle.** Enfoque del aprendizaje por la motivación.

Tres estilos de aprendizaje: Profundo, superficial y estratégico.

[Entwistle, 1981], [Entwistle, 1998], [Entwistle et al., 2001], [PParedes, 2008]

Los estudios de Entwistle y sus colaboradores buscan las intenciones, metas y motivaciones de los alumnos en el planteamiento que hacen sobre la materia a aprender. Plantean tres posibles enfoques en el aprendizaje.

“Profundo”. La motivación del alumno es máxima. Su intención es aprender por sí mismo e intenta relacionar las nuevas ideas con la experiencia y conocimientos previos.

“Superficial”. El objetivo de estos alumnos es cumplir con los requisitos del curso. Este enfoque le provoca problemas para entender las nuevas ideas e intenta identificar en todo momento los apartados de la formación por la que será evaluado.

“Estratégico”. En este caso se combinan los enfoques anteriores con el objetivo de conseguir el mejor resultado. Controlan el tiempo y el esfuerzo de forma eficiente. Monitoriza la efectividad del estudio y busca los mejores materiales que cumplir sus expectativas. Siempre están pendientes de los criterios del examen, enfocando su trabajo para cumplir las preferencias del profesor.

**Modelo Dunn y Dunn.**

Distingue entre niños / adultos y variables, y parámetros del entorno del alumno.

Este modelo fue desarrollado inicialmente por Dunn y Dunn [Dunn y Dunn, 1974] y posteriormente de mejoró unos años después [Dunn y Griggs, 2003].

Lo más interesante de este modelo es que se desarrolló diferenciando entre niños y adultos. Además, para clasificar a los niños se establecieron 3 cuestionarios diferentes en función de la edad del niño.

Los parámetros que maneja y tiene en cuenta en el estilo de aprendizaje son la variable “ambiental” (tiene en cuenta la luz, el ruido, la temperatura y el mobiliario), la variable “sociológica” (tiene en cuenta si el alumno trabaja solo, en grupo, en equipo, con expertos,...), la variable “emocional” (tiene en cuenta la motivación, necesidad, responsabilidad,...), la variable “física” (tiene en cuenta el consumo de comida, las horas de estudio y las preferencias de percepción como visual, auditiva, kinestésica, ...), y por último la variable psicológica (tiene en cuenta la preferencia global/analítica, los hemisferios cerebrales, ...).

## 1.7 Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es modelar un Sistema Hipermedia Adaptativo para educación, de posible aplicación a la enseñanza de la electrónica, en el que además de incluir en el Modelo de Usuario las variables relacionadas con el modelo de Estilos de Aprendizaje de Felder-Silverman, se incluyan además variables relacionadas con el estado emocional del alumno y que sean implementadas en el SHA Educativo. La programación de las reglas con las que se toman las decisiones para presentar las actividades que el alumno va a realizar, serán realizadas con un sistema *Fuzzy Clustering*, mediante el que se comparará el perfil del alumno con los parámetros de la actividad creada por el docente.

En el Modelo se incluirán los módulos funcionales del Sistema y cómo interactúan entre ellos según los parámetros definidos en cada uno de ellos y las reglas necesarias para hacerlos interactuar.

El objetivo secundario es realizar un prototipo de aplicación en el que una actividad del curso con sus propiedades, sea o no presentada en un orden establecido en función de la afinidad con el Estilo de Aprendizaje del alumno mediante técnicas de Lógica *Fuzzy* aplicadas en las reglas del Sistema. En el futuro, podría estudiarse la integración de un sistema de este tipo en entornos bien conocidos, como *Moodle*.

## 2. MODELADO de un Sistema Hipermedia Adaptativo para Educación

Antes de detallar el desarrollo realizado del modelo SHA, es importante comprender los requisitos que previamente deben tenerse en consideración y que vienen fijados por los objetivos de las partes implicadas.

### 2.1 SHA. Objetivos a cumplir

Los dos actores principales en el uso de un SHA Educativo son el profesor y el alumno. Para que un proyecto de estas características sea funcional y tenga éxito, cada uno de los dos debe encontrar en la herramienta los medios necesarios con los que poder desarrollar (en el caso del docente) y realizar (en el caso del alumno) el curso y las actividades del mismo.

### 2.2 Alumno

Muchas pueden ser las motivaciones que le llevan a una persona a intentar comprender o entender una materia. Necesidad profesional, diversión, conocer gente, completar su formación y muchas más. Podrían enumerarse tantas como alumnos comienzan un curso. Lo importante es que el alumno encuentre lo que busca y el esfuerzo debe centrarse en poner los recursos necesarios a su alcance, para que la tarea de aprender sea entretenida y se adapte en la mayor medida posible a las características del alumno. La adaptación debe ser una facilidad para el aprendizaje, pero el alumno debe tener siempre en cuenta que aprender conlleva un esfuerzo, y que nunca estará exento del mismo. Así pues, una plataforma de formación adaptativa debe ser diseñada siempre pensando en el alumno y su evolución.

### 2.3 Docente

En el otro lado se encuentra el docente. Podemos estar hablando de una o varias personas. La tarea a la que se enfrenta nunca es fácil, ya que debe establecer unos criterios para diseñar un curso y en muchas ocasiones el grupo al que va dirigida esta formación no es homogéneo. Los perfiles de las personas a las que se va a dirigir han vivido distintas experiencias, diferente formación, pueden ser de culturas dispares e incluso las motivaciones del alumnado influyen enormemente en el enfoque y posterior desarrollo de la formación. Así que además del contenido de la materia del curso, se deben aprovechar características que forman parte del ser humano, tales como las

relaciones sociales y los estados emocionales, que, integrándolos de manera efectiva aumentarán el rendimiento del alumno para mejorar los resultados, sin olvidar también el uso de la tecnología y lo que aporta.

## 2.4 Uso de la tecnología

En este apartado se pone como objetivo y casi requisito imprescindible, el uso de la tecnología y de los nuevos avances para el desarrollo de las actividades educativas.

El aprovechamiento del desarrollo en áreas aparentemente muy alejadas de la educación no debe apartar el enfoque de sacar partido a estos avances. Se podrían nombrar evoluciones tecnológicas y desarrollos que pueden perfectamente ser implementados en un curso, como por ejemplo *Serious Games*, Realidad Virtual, Grabaciones en 3D en entorno virtual y así muchas otras que acercan nuestro entorno social a través de la tecnología.

El docente con una herramienta de estas características puede realizar un seguimiento más personalizado del alumno, puede comprender cómo se mueve por el curso y conocer sus motivaciones. También se puede llegar a saber los estados emocionales por los que su alumnado está pasando, y dirigir las actividades más apropiadas en cada momento para llegar a los mismos objetivos propuestos de forma más eficiente. Es posible establecer un vínculo -utilizando técnicas de Inteligencia Emocional- entre los alumnos y el equipo docente o departamento, con el que aumentar el rendimiento del grupo. También es posible organizar a los alumnos en función de sus perfiles de aprendizaje, y de la misma manera aumentar el rendimiento usando el análisis de estos estilos de aprendizaje y trabajo colaborativo.

Los datos que un Sistema Hipermedia Adaptativo puede proporcionar al equipo docente son inmediatos, y los resultados de cómo los recursos son entendidos por el alumnado ayudan a preparar nuevas actividades y modificaciones en la materia de forma activa y con datos reales. Esto permite mejorar permanentemente los recursos educativos y comprobar los que mejor funcionan y descartar los que no, de una manera eficaz, ya que es posible llegar a tener en cuenta las características individuales de cada alumno.

El planteamiento principal que se realiza en este proyecto es realizar un modelo de un SHA, introduciendo características de los estilos de aprendizaje de los alumnos en el Modelo de Usuario y teniendo en cuenta también los aspectos emocionales que varían más rápidamente durante la actividad del curso. Sin olvidar que todas las actividades deben realizarse de forma práctica y dinámica aprovechando la evolución de la tecnología.

## 2.5 Estructura de bloques y fases de adaptación

Para analizar el modelo primero se detallará la Estructura del sistema y después cómo funcionan las fases de adaptación.

La parte estructural del sistema formada por los modelos y los bloques funcionales, es donde se establece el ámbito de gestión de la información que circula por el sistema. Para coordinar los procesos que internamente pueden realizar los modelos y el intercambio de información entre los mismos se ha considerado implementar el desarrollo de un motor denominado “motor SHA”, que será el encargado de éstas y otra cuantas funciones más de control y supervisión.

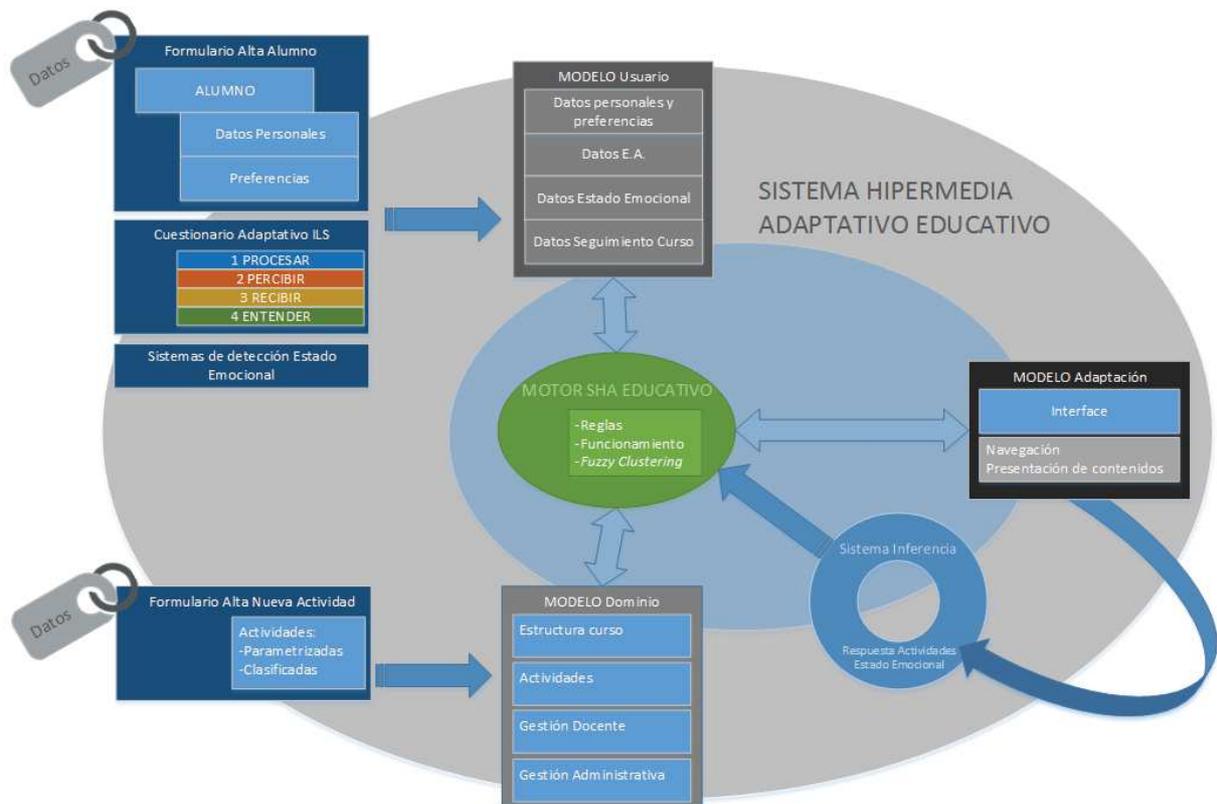


FIGURA 4. SISTEMA HIPERMEDIA ADAPTATIVO EDUCATIVO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los tres modelos denominados “Modelo Dominio”, “Modelo Usuario” y “Modelo Adaptación” son los encargados de acotar la información del sistema. Están diseñados para poder obtener la información relativa al curso y sus contenidos (Modelo Dominio), al perfil, estilo de aprendizaje, estado emocional y al entorno del alumno (Modelo Usuario), y a la presentación condicionada de las actividades y desarrollo del curso mediante uno o varios interfaces (Modelo Adaptación).

Respecto a las fases de adaptación, son los procesos que el sistema va ejecutando para que el desarrollo de la adaptación se realice de forma coherente y bajo control. En la fase de adaptación se van ejecutando tareas, unas más complejas que otras en la adquisición de información y en el tratamiento de ésta por el SHA. El resultado final del tratamiento de la información que van recibiendo los modelos mediante las fases de personalización del sistema es la adaptación del curso y sus actividades a cada perfil de usuario.

Inicialmente se realiza una **“adquisición de datos”** (configuración del curso, alta de actividades y sus propiedades, alta y gestión de alumnos, gestión administrativa) con lo que el sistema es configurado. Una vez iniciado el sistema, será el **“sistema de inferencia”** el encargado de devolver las respuestas y resultados del alumno que se producen en las actividades del curso y registro de acciones, además, de la información relativa al estado emocional, para su posterior tratamiento. Esta información relativa a la actividad que el alumno establece con el SHA, servirá para poder modificar el perfil (en el caso de que sea necesario) del modelo de usuario. Por último el sistema vuelve a procesar la información de los modelos (Modelo Usuario y Modelo Dominio) para ajustar si es necesario, la información vinculada al modelo de adaptación o lo que se puede denominar como **“tareas de adaptación”**. Una vez el sistema ha sido iniciado, las tareas relativas al sistema de inferencia y las de adaptación, se realizan continuamente y de forma cíclica para que el SHA se encuentre en todo momento actualizado con respecto a la información del alumno y del grupo.

## 2.6 Aplicación del Modelo Felder-Silverman al SHA

Para tratar las dimensiones del Modelo Felder-Silverman aplicadas a los alumnos, y posteriormente aplicar técnicas de *Fuzzy Clustering* para clasificar las actividades que mejor se adaptan a cada estudiante según su Estilo de Aprendizaje, se ha insertado cada dimensión, en cada uno de los cuatro cuadrantes de los ejes X-Y. El objetivo es reconocer visualmente una representación gráfica del perfil a estudiar y poder comparar fácilmente con las características de las actividades que formarán parte de la materia del curso. En el gráfico siguiente se ha situado cada dimensión en un cuadrante. Situando en el eje X o en el eje Y los extremos de cada dimensión.



FIGURA 5. SHA. BLOQUES ESTRUCTURALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los valores que puede tomar cada dimensión pueden variar según el modelo desde -11 hasta +11, y que se inicializará mediante el cuestionario adaptativo ILS. Así pues, cada alumno que es parametrizado bajo el modelo Felder-Silverman tiene 4 valores, uno por cada dimensión.

Con el siguiente ejemplo (Figura 6) en el que se toma la dimensión “Procesar”, podrá comprenderse mejor cómo los valores que pueden darse por cada alumno se moverán a lo largo de la diagonal trazada en el primer cuadrante.

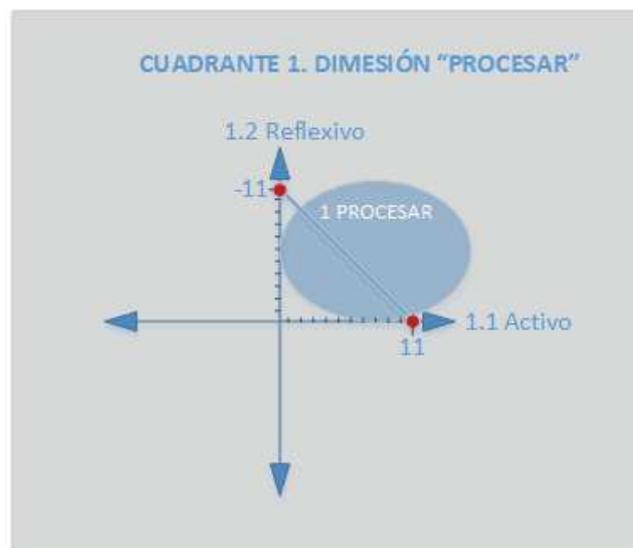


FIGURA 6. GRÁFICO DIMENSIÓN "PROCESAR" FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la figura 7 puede verse un ejemplo del perfil completo de un alumno, modelizado mediante el estilo Felder-Silverman en cuatro las dimensiones con los valores siguientes: Procesar -7, Percibir 9, Recibir -1, Entender -9

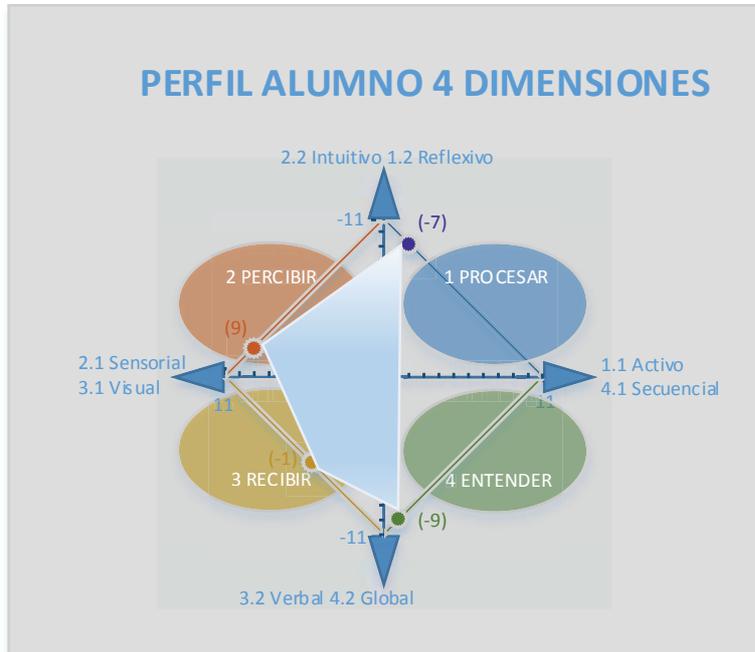


FIGURA 7. GRÁFICO PERFIL ALUMNO FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para almacenar los datos relativos a los estilos de aprendizaje de los alumnos, las dimensiones serán almacenadas en matrices con 4 dimensiones. Así, la matriz correspondiente al ejemplo anterior podría ser almacenada de la siguiente manera:

```
int[ , , ] alumno1 = new int [-7, 9, -1, -9]
```

El manejo informático de estos datos tal y como están ya parametrizados es una tarea fácil, y es posible comenzar a gestionar esta información para aplicarla tal y como requiere el SHA.

## 2.7 Aplicación del Estado Emocional

De la misma forma que las cuatro dimensiones de los estilos de aprendizaje son almacenadas por el sistema tal y como se ha mostrado en el apartado anterior, es posible gestionar información relativa a los estados emocionales, siempre y cuando se disponga de los medios para recabar esa información del alumno. Actualmente se están realizando grandes avances en la detección de los estados emocionales mediante sensores o análisis facial y de cuerpo completo. Como no se ha elegido ningún sistema de reconocimiento de análisis debido a que todavía están en fase experimental y el autor no ha tenido acceso todavía a este tipo de instrumental, se procede a incluir dos estados

de manera simple, pero suficiente para tenerlo en cuenta dentro del SHA y en su implementación.



FIGURA 8. GRÁFICO ESTADO EMOCIONAL ALUMNO FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el apartado 2.8 se detallan los Modelos del SHA y las variables que almacenan en ellos. Las variables del estado emocional están albergadas en el Modelo Usuario.

Como ejemplo de desarrollo en el área del estudio de las emociones y su detección sirva el proyecto <http://www.emotient.com> en la detección del análisis facial.

Estos sistemas convierten las imágenes de la cara de una persona en una expresión que poder interpretar y usar en sistemas informáticos. El sistema interpreta el gesto. El objetivo es detectar la expresión y la emoción de las personas teniendo como origen de información, videos, imágenes en tiempo real. Para esto, se marcan una serie de puntos de seguimiento en la cara y se realiza un seguimiento de los mismos.

## 2.8 Modelos

A continuación se detallan los tres modelos, “Modelo Usuario”, “Modelo Dominio” y “Modelo Adaptativo”, que son los encargados de almacenar la información relativa a su ámbito y además ejecutar determinados procesos supervisados por el motor SHA. Los modelos solicitan información unos a otros, según suceden eventos originados por el alumno o por el docente.

### Modelo Usuario

En este bloque es donde se almacenan las variables que definen las características personales de cada alumno. En él se incluyen las variables que conforman y perfilan al Alumno y están clasificadas en cuatro grupos:

- Datos personales y Preferencias
- Datos Estilos de Aprendizaje
- Datos Estado Físico y Emocional
- Datos aplicados al seguimiento del curso

Inicialmente se han establecido unos parámetros que sirven de estructura base para ir creando un sistema cada vez más completo. El objetivo es desarrollar un sistema que ofrezca una mayor adaptación a las características del alumno, principalmente en los parámetros relativos a los estilos de aprendizaje así como en la detección del estado emocional que el alumno tenga en el momento de estar realizando las actividades, sin que por ello la labor de creación de contenidos para el equipo docente se complique más.

### **Datos personales y Preferencias**

El primer grupo son los datos personales y toda la información relativa a formación, preparación y experiencia que el alumno aporta al darse de alta en la plataforma.

A continuación se enumeran las variables que se registran inicialmente. En cualquier momento el alumno puede acceder a su perfil y actualizar sus datos.

Datos personales, Nombre y Apellidos

Datos relativos a localización. Dirección y localidad. Teléfono y email.

Formación y experiencia

Preferencias

Tiempo disponible

Dispositivos con los que accede al curso

Idioma preferido

Objetivos del curso / Intereses

Con esta información es posible adaptar el sistema no sólo a las características del usuario, sino también a los dispositivos con los que va a acceder al curso. También es importante conocer sus motivaciones personales, y el tiempo del que disponible ya que mediante sistemas de aviso, la plataforma puede estar informando al alumno de

sus temas pendientes, avances o acciones realizadas por el profesor o por el entorno de compañeros que interactúan con el curso.

### Datos de Estilos de Aprendizaje

En este grupo se parametriza al alumno dentro de las 4 dimensiones del modelo Felder-Silverman. Son los parámetros con los que el sistema decide qué actividades son las más compatibles con el estilo de aprendizaje del alumno, y en función de los resultados serán presentados o no al alumno. Las reglas que rigen estas decisiones del SHA, serán ejecutadas por el motor SHA como se explicará en el apartado 2.8.

Para poder conocer el estilo de aprendizaje del alumno tal y como se ha explicado en apartados anteriores, se realizará un cuestionario adaptativo del ILS con el que es posible situar al alumno en cada una de las cuatro dimensiones en función de las respuestas obtenidas. Es evidente la importancia de estas respuestas para una correcta evaluación, por lo que el alumno debe ser consciente de la trascendencia que tiene el responder de forma adecuada a cada cuestión. Por este motivo y para mantener la concentración en el cuestionario y que su realización no se convierta en una tarea tediosa, se usará el cuestionario adaptativo.

Siguiendo el modelo Felder-Silverman

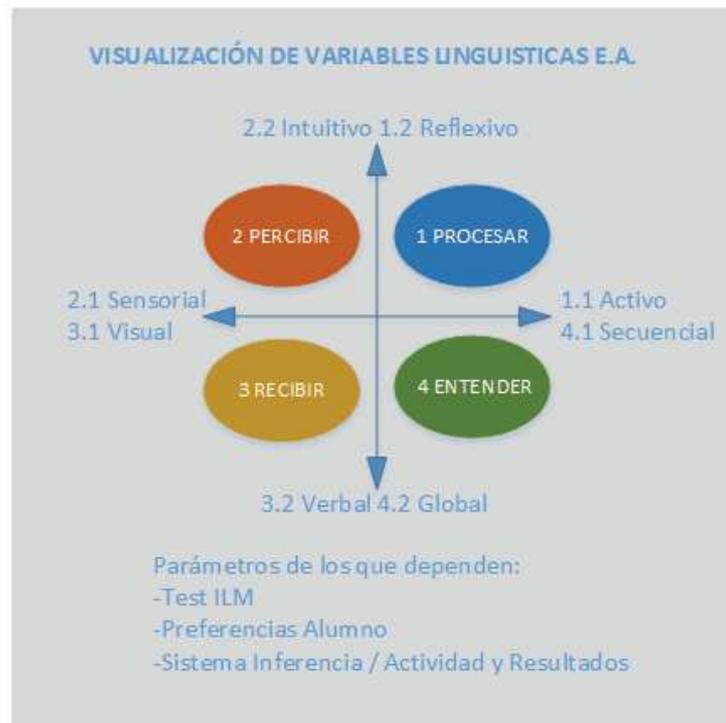


FIGURA 9. VISUALIZACIÓN DE VARIABLES LINGÜÍSTICAS E.A. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los datos de las dimensiones son almacenados en vectores de cuatro dimensiones tal y como indica la figura:

{Procesar, Percibir, Recibir, Entender}, aunque el valor del resultado del cuestionario adaptativo muestra 3 posibilidades por cada dimensión (Alto o *High*, Neutro, Bajo o *Low*), se mantienen los 12 estados que ofrecía el cuestionario ILS con el objetivo de ir ajustando los valores de los alumnos conforme vayan avanzando en el curso y se disponga de mayor información relativa a sus estilos de aprendizaje.

### Datos de Estado Emocional

Como se ha indicado en el apartado 2.7 sobre la aplicación del estado emocional al SHA, las variables aquí representadas simplemente hacen referencia a unos estados emocionales casi binarios. Se han elegido dos variables que denotan el estado físico y mental del alumno. De igual manera que con los estilos de aprendizaje, perfectamente pueden ser representadas gráficamente y colocados sus extremos opuestos, tal y como se puede ver en la figura 10. De cara al SHA, serán consideradas como dimensiones para poder trabajar con ellas y conocer el grado de compatibilidad de las actividades con el estado emocional del alumno en ese instante.

Una gran diferencia entre el estado emocional y los estilos de aprendizaje, es que el primero varía enormemente en un espacio pequeño de tiempo, mientras que los estilos de aprendizaje (si el cuestionario adaptativo se ha realizado correctamente y con el empeño de se debe), varían más lentamente a lo largo del tiempo.

En el SHA definido en este proyecto, las variables que serán almacenadas en el Modelo Usuario, tendrán su correspondencia para aplicar técnicas de *Fuzzy Clustering* (al igual que con los estilos de aprendizaje), en las actividades en dos campos denominados “nivel de la materia” y “grado de esfuerzo”.



FIGURA

10. VISUALIZACIÓN DE VARIABLES LINGÜÍSTICAS ESTADO EMOCIONAL

### Datos aplicados al seguimiento del curso

En este modelo se almacena la información relativa a la adaptación de las actividades una vez procesada por el motor SHA. Esta información se registra con cada usuario y en ella se compara el grado de compatibilidad entre el estilo de aprendizaje del alumno y las características de la actividad mediante técnicas de *Fuzzy Clustering*, así como el estado en que la actividad se encuentra para el alumno.

Estas son las variables almacenadas por alumno:

id\_Actividad, nombre\_Actividad (variables que identifican la actividad)

orden\_Campo\_Actividad (variable que clasifica la actividad con E.A.)

estados\_Actividad (variable que indica el estado de la actividad para el alumno)

A continuación se visualizan los estados de la actividad respecto a cada usuario.



FIGURA 11. ACTIVIDAD. ESTADOS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El resto de parámetros característicos de la actividad se almacenan en el Modelo Dominio. Cada actividad contiene un identificador único que la relaciona inequívocamente con todas sus propiedades.

## MODELO DOMINIO

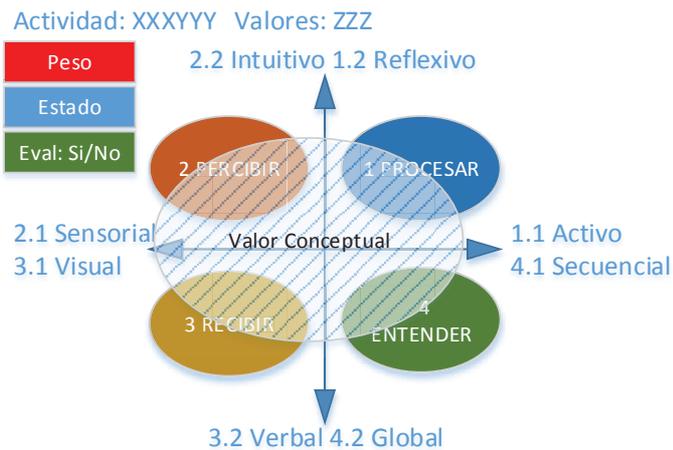
En este modelo se registran principalmente las variables relativas al curso y a las actividades. El resto de Modelos así como el motor SHA, enlazan constantemente con el Modelo Dominio para actualizar información. Cuando se configura una nueva actividad, automáticamente avisa al motor SHA que realiza las operaciones oportunas para actualizar los otros dos modelos (Usuario y Adaptativo). En la figura 12, se muestran las variables que forman parte de las propiedades de una actividad. El docente configura los parámetros que el motor SHA tendrá en cuenta para que la actividad quede situada dentro del curso. Una vez, el motor ejecuta las reglas que tiene preconfiguradas, la actividad queda registrada en el Modelo Usuario por cada alumno que hay registrado. En cada registro, se establece un estado en la actividad para cada alumno que será implementado en el Modelo Adaptativo.

Parámetros de configuración

Tarea / Actividad	Tipo de Objeto	Secuenciación de contenidos	Tabla de asignación de valores	Nivel materia (0-10)	Grado de esfuerzo
Lectura de explicaciones Ejemplos Prácticas Trabajos en grupo Test cortos / largos Descarga material ...	Valor conceptual 1-3 Poca relevancia 4-5 Relevancia relativa 6-7 Conceptos relevantes 8-10 Conceptos importantes  Tiempo estimado / Accesos estimados	Tema, apartado, ...  Obligatorio: Si / No Anterior  ¿Se evalúa? Si / No	1 PROCESAR 2 PERCIBIR 3 RECIBIR 4 ENTENDER		

FIGURA 12. PARÁMETROS ACTIVIDAD  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Uno de los parámetros más importantes es el valor conceptual. Si el docente considera que la actividad conlleva una serie de conceptos que el alumno debe trabajar, independientemente de las variables que sean asignadas a los estilos de aprendizaje, la actividad será presentada en el contenido del curso. La prioridad de esta variable sobre los estilos de aprendizaje, puede verse en la figura 13.



13. VALOR CONCEPTUAL  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para conceptos que deben aprenderse de forma secuencial por su grado de implicación, se establece un parámetro denominado “secuencial” por el cuál las actividades pueden ordenarse secuencialmente, que junto con una variable que indica la obligatoriedad o no del seguimiento secuencial para estos conceptos, el docente es capaz de marcar en la trayectoria del curso sin esfuerzo, múltiples trayectorias que luego los alumno elegirán.

Una vez las actividades han sido configuradas, el sistema puede identificar mediante informes, la relación entre ellas mismas. Aportando de esta manera un control y seguimiento docente del curso. Así es posible sacar conclusiones y mejorar el diseño del plan formativo.

El Modelo de Dominio, cuenta también con el registro del sistema de alarmas y avisos, que mediante la supervisión del motor SHA y de la información de los usuarios, mantiene la comunicación de cualquier incidencia o comunicado que deba realizarse. Por ejemplo, en el caso de aplicar una nueva tarea a un curso, se enviarían los avisos a los alumnos afectados de manera inmediata. Para esto, las comunicaciones móviles facilitan enormemente esta tarea. La actualización de una actividad, la publicación de un ejercicio, o muchas otras interacciones con el sistema pueden ser comunicadas a los alumnos con el objetivo de estar al corriente de las variaciones que se producen en el curso. Actualmente el desarrollo de tecnologías que se aplican al entorno del móvil, (como complemento al sistema de avisos del SHA), ha evolucionado para proveer de herramientas con las que mantener completamente actualizado a un suscriptor.

## MODELO ADAPTACIÓN

Es el encargado de presentar la información al usuario. La información que requiere para poder preparar el interface de usuario proviene de los datos ubicados en el ámbito del Modelo de Usuario, donde en función del Identificador de usuario realiza un seguimiento de la información relativa al curso y las actividades. A continuación realiza la localización y presenta las actividades más apropiadas para el alumno en función de los estilos de aprendizaje y del estado emocional que el alumno tiene registrado en el Modelo de Usuario.



FIGURA 14. ADAPTACIÓN TECNOLÓGICA A DISPOSITIVOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

También es el responsable de transferir la información relativa al estado emocional del alumno al Sistema de Inferencia en todo momento durante el desarrollo de la sesión, así como de devolver también al sistema de inferencia los resultados de las actividades que se realizan o los parámetros/indicadores que se registran respecto a dichas actividades.

Para realizar este modelo es muy recomendable el uso de tecnologías que aportan grandes ventajas al desarrollo de aplicaciones *Front-end* ideales para este modelo como HTML5-JavaScript-CSS, debido a que en el entorno del cliente es posible ejecutar de esta manera muchos procesos que descargan tareas y por lo tanto recursos al sistema principal. Otra gran ventaja en el uso de esta estructura es la rápida incorporación de novedades tecnológicas al interface del usuario. Otra ventaja del uso de esta tecnología, es la facilidad para actualizar la información del SHA en el interface del alumno de forma inmediata. Un ejemplo de este tipo de comunicación puede experimentarse en el uso de las aplicaciones de noticias y eventos que actualmente son

instaladas en el móvil, y cómo el usuario recibe actualizaciones constantes de información sin realizar ninguna acción. Son aplicaciones desarrolladas para actualizarse por eventos y constantemente reciben los cambios que se van produciendo.

Un requisito importante a tener en cuenta en el desarrollo de un SHA educativo debe ser el poder atender a cualquier tipo de dispositivo independientemente de la plataforma que use el alumno (Apple, Android, Windows,...) y también independientemente del formato de esas mismas plataformas (tablet, teléfono, phablet, portátil, equipo de sobremesa,...). Actualmente existen desarrollos que permiten exportar código entre plataformas como por ejemplo "Ionic". El objetivo es que los desarrolladores no tengan que conocer todos los detalles de cada plataforma y se dediquen a desarrollar las funcionalidades para una de ellas y después una aplicación de terceros se encargue puedan adaptarlo sin excesivos problemas a las otras plataformas.

## 2.9 Motor SHA

El motor SHA es el módulo encargado de decidir lo que hay que hacer en cada momento. Está diseñado para tomar decisiones ante los eventos que se van produciendo y es el **encargado de poner en marcha los procesos internos** entre los tres modelos que almacenan la información relativa al curso, alumnos y adaptación de la materia. También gestiona algunos procesos que no son los principales, como por ejemplo el sistema de avisos y de alertas, pero que son importantes para el correcto desempeño del SHA.

Otra importante función que desempeña es la implementación de un sistema de *Fuzzy Clustering*, que como se explica en el apartado 3 (Tecnología), realiza un cálculo para conocer la distancia entre vectores de los parámetros del alumno y de las actividades. Resumiendo, **calcula el grado de compatibilidad de las actividades** que son introducidas en el sistema con cada perfil de alumno, y las clasifica dentro del ámbito del Modelo de Usuario además de **modificar los estados de las actividades**, para que cuando sea necesario adaptar la materia al alumno, el modelo de Adaptación sepa qué actividades pueden ser mostradas.

El motor SHA es el sistema de control que ejecuta las reglas predefinidas y toma las decisiones necesarias para adquirir y gestionar la información que manejan los Modelos y la interacción entre ellos.

## 2.10 Sistema de Inferencia

Es el conjunto de instrucciones y procesos, encargado de devolver la información del Modelo Adaptativo hacia principalmente el Modelo de Usuario. Está controlado y supervisado por el Motor SHA. Una vez el usuario ha sido modelado en mediante el cuestionario adaptativo basado en ILS, es posible obtener un perfil del alumno dentro de las cuatro dimensiones establecidas para el modelo Felder-Silverman. Una de las principales funciones del sistema de inferencia, es ajustar los estilos de aprendizaje de los alumnos en función de los indicadores que se configuran en el seguimiento del curso (rapidez, actividades no visitadas, trazabilidad del curso, respuesta de los test, ...).

A continuación se detalla en la figura 15 algunos indicadores que pueden ser usados para devolver información al motor SHA para modificar el estilo de aprendizaje del alumno.

Ejemplos de medición	Indicadores a medir
Actividades: 1.1 Activo: tareas de grupo, intentos prácticos 1.2 Reflexivo: tareas individuales, trabaja teoría antes que problemas	-Preferencias del alumno -Resultados evaluación/pruebas
Actividades: 2.1 Sensorial: Actividades concretas con ejemplos reales 2.2 Intuitivo: Actividades conceptuales	-Tiempos o repeticiones de la actividad -Resultados evaluación/pruebas
Actividades: 3.1 Visual: Fotos, dibujos, diagramas, gráficas, etc 3.2 Verbal: Representaciones textuales (u orales)	-Tiempos o repeticiones de la actividad -Resultados evaluación/pruebas
Actividades: 4.1 Secuencial: Progreso lineal 4.2 Global: Aprenden con saltos, casi de forma aleatoria	-Trazabilidad en el acceso a las actividades

FIGURA 15. INDICADORES SISTEMA INFERENCIA  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Otra función no menos importante es la devolución del estado emocional del alumno, que al igual que esta información se almacena dentro del ámbito del Modelo de Usuario.

El sistema dispone de la información suficiente y en función de las reglas que se ejecutan en el **motor SHA**, se irán mostrando los resultados en cada curso de los alumnos.

Es recomendable que las modificaciones de los estilos de aprendizaje y de los estados emocionales del perfil de alumno se deban realizar inicialmente de forma

manual. La corrección automática por parte del sistema de inferencia y directamente ejecutada en el modelo de usuario, es un paso que requiere de un estudio más completo que el de este proyecto. De no hacerlo así, es posible encontrar situaciones que conviertan al sistema en un sistema inestable. Así pues, al autor le parece conveniente dejar reflejado este desarrollo como trabajo futuro.

Para simplificar esta cuestión en el modelo actual, se tiene en cuenta las respuestas de las actividades de los alumnos modificando el perfil del alumno mediante un porcentaje de reducción, evitando el uso de sistemas realimentados que sin el necesario estudio puedan acabar resultando inestables. Se usan sistemas de aviso para que en el caso de que se deba modificar el perfil de un alumno, el sistema avise al responsable del curso para realizar esta operación.

## 2.11 Procesos

A continuación se describen dos de los procesos más importantes del SHA y que definen cómo funciona internamente la plataforma. Los dos procesos que aquí se describen son ejecutados en su mayoría por el motor SHA.

### **Procesos Motor SHA**

A continuación se detallan dos de los procesos que el sistema principal de control debe realizar para que el SHA pueda adaptar contenido al alumno.

#### Proceso: *Fuzzy* Estilos Aprendizaje

En este caso el motor calcula para cada alumno la compatibilidad con cada una de las actividades y dejar un registro que posteriormente es tratado por el modelo afectado.

En primer lugar debe conocerse donde se encuentran los datos para poder trabajar con ellos. El motor SHA recoge las cuatro dimensiones del estilo de aprendizaje del Modelo Usuario del alumno en cuestión:

$user\_X = \{Dim1, Dim2, Dim3, Dim4\};$

(user\_X será la variable con los datos del usuario durante el tiempo de cálculo)

Cada actividad tiene otras cuatro dimensiones que la clasifican dentro de los estilos de aprendizaje y con las que podemos medir la compatibilidad que tiene con el alumno. Esta información está almacenada en el Modelo de Dominio.

Ahora por cada actividad que tenga configurado el curso donde el alumno se encuentra inscrito, el motor SHA aplicará técnica de *Fuzzy Clustering* (apartado 3 Tecnología), usando la distancia Euclídea entre los dos vectores. El resultado lo almacenará en el Modelo Usuario, y periódicamente irá actualizando este valor, repitiendo el cálculo que a continuación se detalla y del que se realiza un ejemplo.

$$D(S_j, S_k) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Dim_i(S_j) - (Dim_i(S_k))^2}$$

Ejemplo. Un usuario con estilo de aprendizaje

1Procesar = 9

2Percibir = -3

3Recibir = 5

4Entender = -7

Tiene el siguiente vector de estilo de aprendizaje: user\_X = [9, -3, 5, -7];

Ahora se va a proceder a comparar este estilo de aprendizaje con dos actividades.

Las actividades que se van a comparar tienen los siguientes vectores extraídos del Módulo de Dominio:

act\_Id0001 = [5, -7, 9, -3]

act\_Id0002 = [-3, 5, 1, 1]

Se procede a realizar los cálculos usando la distancia Euclídea entre vectores con los siguientes resultados:

D (user\_X, act\_Id0001) = 8

D (user\_X, act\_Id0002) = 17.6

El resultado indica que la actividad 0001 es más complementaria que la 0002 respecto al estilo de aprendizaje del alumno del ejemplo.

Estos datos son almacenados en el Modelo de Usuario como la relación del usuario con cada actividad.

Posteriormente será el Modelo Adaptativo el que recogerá esta información para junto con los estados de las actividades, adaptar el contenido al alumno mediante el interface.

Proceso: Actualización de estados de actividades (Aplicación reglas del sistema)

Según se describe en el apartado 2.10 en el sistema de Inferencia, se definen una serie de indicadores en el Modelo Adaptativo que se van supervisando conforme el alumno va realizando el curso. En este caso, solamente se tendrá en cuenta en este proceso los indicadores relativos a los resultados de las actividades por parte del alumno.

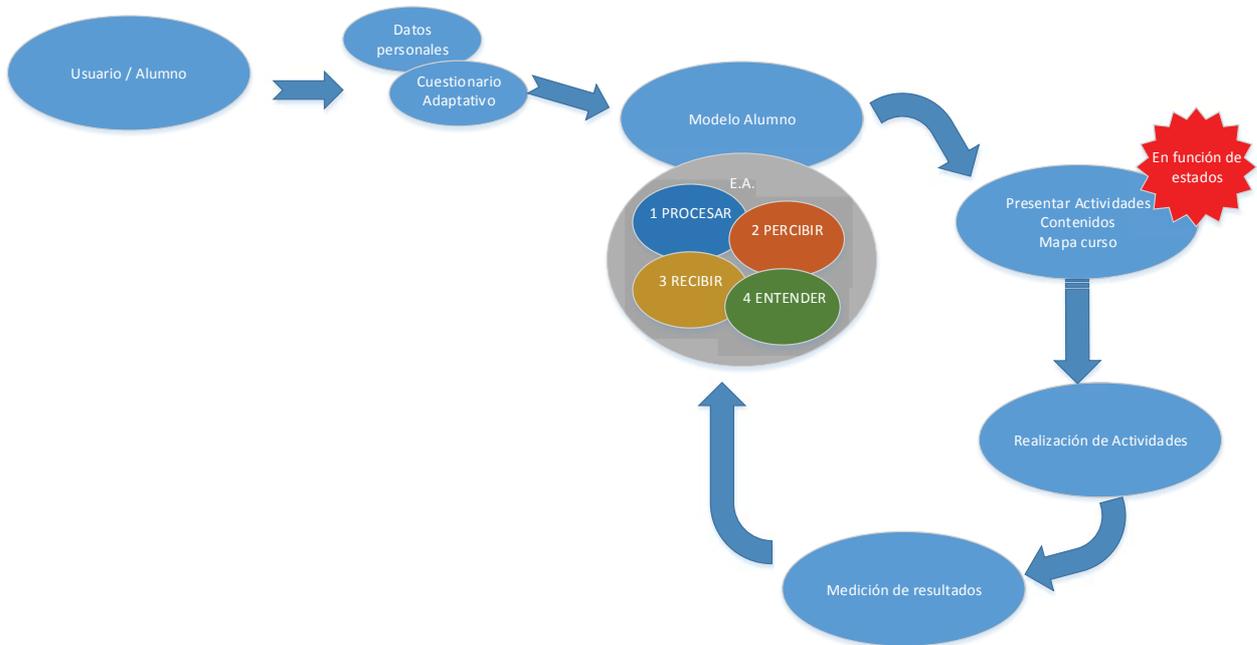


FIGURA 16. CICLO ACTUALIZACIÓN PERFIL ALUMNO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El proceso de actualización de estados de actividades, tiene por objetivo establecer el estado de la actividad por cada alumno, para que después el Modelo Adaptativo pueda conocer la disponibilidad o no del recurso a publicar en el interface.

Los estados de las actividades que se almacenan en el Modelo de Usuario se detallan en la figura 11 del apartado 2.8 (Modelos).

El primer paso antes de comenzar a aplicar las reglas para actualizar los estados de las actividades, es que el alumno se encuentre activado en el sistema y haya completado las fases de inicialización (datos personales, cuestionario adaptativo, ...), así como que todos los datos relativos al curso, actividades y grupos estén plenamente configurados.

Una vez el sistema comienza a funcionar, el Modelo Adaptativo le presenta al alumno los contenidos en función de los resultados previos de los procesos que ha ejecutado el motor SHA (ej. Proceso *Fuzzy* Estilos Aprendizaje, ...)

## **Aplicación de las reglas definidas en el motor SHA**

El registro de la tarea en el Modelo de Usuario conlleva la asignación de un estado de la misma que permita identificar la actividad que puede tener con el alumno.

Una vez que a todas las actividades se les ha sido asignado un orden en el campo de actividad, son ordenadas por alumno, dando mayor prioridad a las tareas que tienen el orden más pequeño. Esto quiere decir que son más afines respecto al estilo de aprendizaje del alumno.

La regla que define que una actividad no es compatible con el usuario, es la mitad del máximo alcanzable por la técnica de Fuzzy Clustering, aplicada a los vectores de 4 dimensiones con una distancia máxima entre ellos por dimensión de 22 (11 y -11). El número a partir del cual una actividad ya no es considerada compatible en este proyecto es 44. Es una distancia considerable, y puede ser ajustada en función de la experiencia y de nuevos requisitos.

No es el único parámetro que puede considerar como disponible una actividad para el usuario. En concreto, si el docente considera que el valor conceptual de una actividad supera el 7. Automáticamente esa actividad cambiará su estado como mínimo a "Disponible" para todos los usuarios, independientemente de los valores de afinidad que existan con cualquier usuario.

La definición de las reglas está sujeta a considerar las actividades como objetos dentro del SHA. Existan o no dependencias entre ellas, según considere el docente en el momento de configurarlas. Evidentemente, la configuración del curso y las actividades puede condicionar la trazabilidad de los contenidos como por ejemplo para los alumnos que entienden los contenidos de forma "global", ya que si la configuración se realiza de forma obligatoria en una secuencia de contenidos forzada por el profesor por un determinado motivo (aunque sean unos pocos), esto obligará a todos los alumnos a realizar esas actividades de esa manera.

## **2.12 Formación para los docentes**

Para poder implementar un curso, el docente debe adquirir una serie de conceptos que le permitan plantear el curso y estructurarlo de forma correcta.

En nuestro país, tradicionalmente gran parte del profesorado se ha enfrentado a una clase sin tener una preparación previa de cómo impartir conocimientos. Es en ese momento en el que muchas personas se han dado cuenta de que no es lo mismo haber comprendido una materia que ponerse a explicarla. Incluso muchos de ellos se dan cuenta que todavía les falta mucho por aprender, y ni siquiera se está comentando la

importancia que tiene el conocimiento que debería tener un profesor o docente sobre cómo aprenden sus alumnos.

Para tratar de evitar que alguien inicie un proyecto pedagógico sin unos conocimientos previos y garantizar que se cumplan los objetivos en la realización de un curso, se considera necesario que los docentes reciban la suficiente formación en conceptos de Estilos de Aprendizaje y funcionamiento del Sistema como para que puedan ser capaces de llevar adelante su proyecto. Los docentes que realicen esta formación inicial recibirán una certificación temporal que aunque no obligatoria, debe garantizar el conocimiento por parte del profesor o equipo docente del uso de la herramienta, y así poder afrontar la creación de cursos y su posterior seguimiento con el suficiente conocimiento. El objetivo es que exista una preparación en el manejo de conceptos y del sistema que de alguna manera se preparen correctamente los cursos de formación. Una vez realizada esta formación inicial, deberá mantenerse curso a curso. Esto quiere decir, que en propio mantenimiento de la aplicación el docente deberá mantener en paralelo con la generación de contenidos y estructuras del curso, una breve formación complementaria que le mantenga formado e incluso le permita aumentar sus conocimientos progresivamente en el sistema. Los cursos llevarán implícitas unas referencias relativas al equipo docente y sus certificados en vigor. Estas referencias deberán servir al alumno como garantía de la estructura, diseño, mantenimiento y seguimiento del curso por parte del equipo docente.

Por otro lado, si el docente realmente quiere sacar partido a la plataforma, necesita conocer las herramientas que le permitan mejorar de forma continua el curso. Para ello debe extraer mediante informes, los datos necesarios que le aporten una visión del desarrollo de las actividades en conjunto y cómo se han resuelto por parte del alumnado. Datos como el número de visualizaciones que un vídeo ha sido reproducido por el conjunto de los alumnos, o la trazabilidad que un alumno realiza dentro de un tema y cuánto le cuesta prepararse para resolver un test final. Son por ejemplo algunas de las variables que el sistema puede y debe proporcionar al docente para realizar y mejorar su labor curso a curso. Para ello es fundamental conocer los conceptos de los estilos de aprendizaje y los estado emocionales, y cómo aumentar el rendimiento de los alumnos a través de las actividades y la mejora continua.

### 3. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

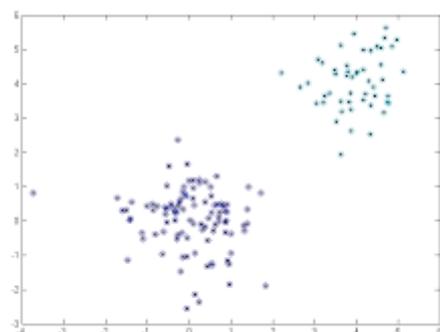
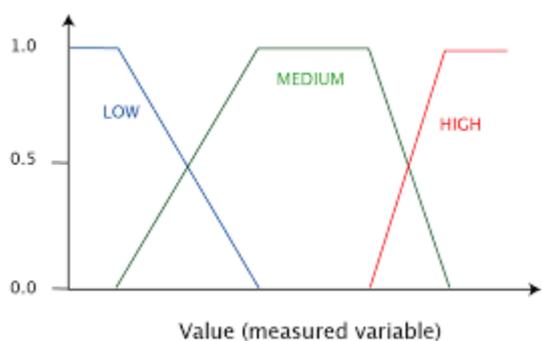
#### 3.1 INTRODUCCIÓN

El prototipo desarrollado realiza las siguientes funciones; 1. Permite introducir nuevas actividades que son parametrizadas por el docente dentro de unas categorías definidas por el estilo de aprendizaje. 2. El sistema realiza la lógica *Fuzzy* para establecer un valor comparativo de la actividad con el estilo de aprendizaje del alumno y así conocer el grado de afinidad de esa actividad con la forma de aprender del mismo. 3. Se clasifican las actividades y junto con los estados de cada una respecto al alumno, se priorizan. 4. Las actividades se presentan en la aplicación de usuario según su estado y la clasificación que tienen respecto al mismo.

#### 3.2 TECNOLOGÍA: FUZZY CLUSTERING

##### **Lógica *Fuzzy* - *Fuzzy Clustering***

Para implementar la lógica *Fuzzy* a este proyecto se ha utilizado la técnica de *Fuzzy Clustering*, mediante la implementación de un algoritmo que corresponde al cálculo de la distancia Euclidiana entre dos vectores. El resultado de aplicar la fórmula clasificará las actividades en función del perfil del alumno y se las presentará en el interface de usuario conforme las reglas implementadas en el Sistema. Mediante esta técnica se mide el grado de pertenencia a un grupo concreto. En el desarrollo de este proyecto se implementa en dos procesos en el motor SHA. El primero se ejecuta cuando cada actividad mide su grado de pertenencia respecto al estilo de aprendizaje del alumno. El segundo, cuando cada actividad mide su grado de pertenencia respecto al estado emocional del alumno en ese instante. [Martín, 2006]



Aplicando la distancia Euclídea entre dos vectores:

$$D(S_j, S_k) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Dim_i(S_j) - (Dim_i(S_k))^2}$$

## Herramientas

El desarrollo del prototipo, se ha basado principalmente en tecnología Microsoft, debido en gran medida a la rapidez de desarrollo que estas herramientas aportan a un programador. La solución adoptada para este trabajo que tiene como interfaces de trabajo en el prototipo, una aplicación de introducción de datos para crear las actividades y por otro lado la visualización de los resultados en el interface del usuario. Se optó como ejemplo de crear la interface de usuario dentro de la Windows Store por atracción de diseño de facilidad de uso, y por extensión y para usar las mismas herramientas implementar de la misma forma la aplicación de creación de Actividades.

Las **herramientas** utilizadas son:

Visual Studio 2013

Aplicación de desarrollo para plataformas .NET de Microsoft

Lenguaje de programación C#

Entity Framework

Creación de Web Services para acceso a base de datos

SQL 2014 Express

Plataforma de Microsoft que gestiona bases de datos relacionales

Internet Information Services 10.0 Express

Servidor de Servicios Web de Microsoft

Uso de Modelo de estructura de la aplicación: Model-View-ViewModel

### 3.3 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

Descripción de la estructura de la aplicación:

Los datos de la aplicación están almacenados en una base de datos que funciona sobre SQL Server. La conexión entre los módulos de la aplicación y la base de datos ha sido realizada a través del Framework Entity, mediante el cual se han establecido los enlaces a través de Rest como protocolo para comunicar entre los módulos.

Mediante la creación de un *Model Entity*, la aplicación pueda realizar consultas y actualizar información en la base de datos.

El *framework Entity* provee un nivel de abstracción y permite reducir el nivel de dependencias que la aplicación tiene del uso de sentencias SQL. Implementa una *mapping layer*, -capa de asignación- entre la base de datos relacional y la aplicación. Crea una colección de objetos para que la aplicación pueda usarla.

Se pueden generar consultas mediante LINQ, el *model entity* convierte las consultas en comandos SQL Select que recuperan los datos pero no hace falta usar los comandos con lo que se simplifica la programación. De esta manera es posible conectar a una base de datos y recuperar y manejar datos sin tener que embeber comandos SQL en el código.

Con Web Services Rest para que una aplicación de *windows store* pueda acceder al *model entity*. Es posible crear un *web services* en una aplicación WEB ASP .NET basado en un Web Entity generado usando el Framework Entity. El Web Services usará el Model Entity para recuperar y actualizar datos de la base de datos.

A continuación se muestra la pantalla ejemplo de cómo la aplicación puede presentarse a los usuarios.

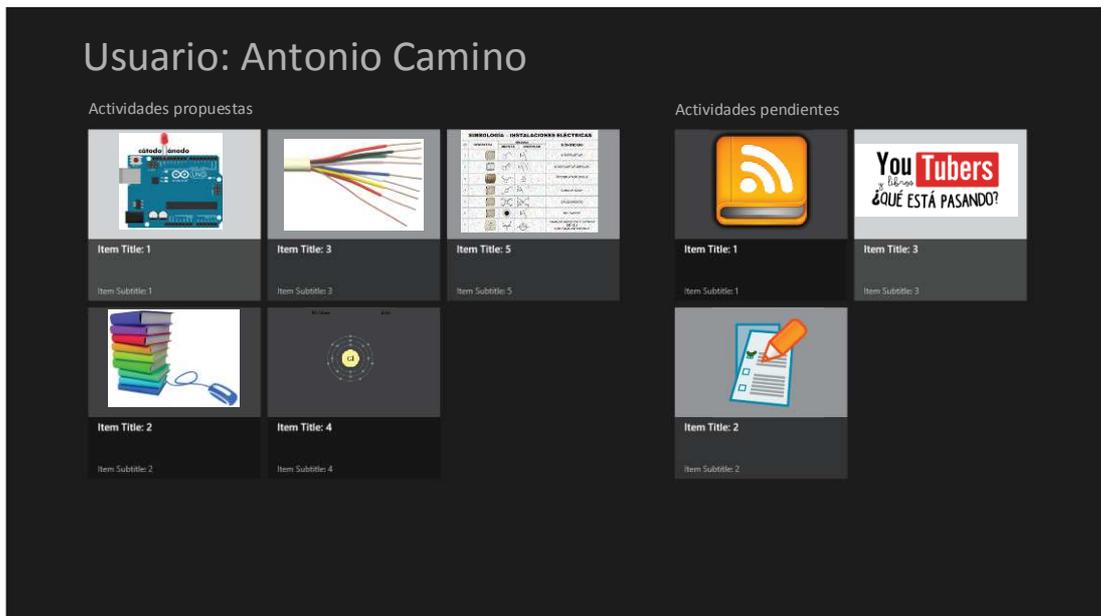


FIGURA 17. APLICACIÓN ALUMNO PLATAFORMA WINDOWS STORE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

## 4. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Se ha desarrollado un modelo de sistema hipermedia adaptativo para la enseñanza online de disciplinas complejas, como la ingeniería electrónica, basado en suministrar al alumno en cada momento las tareas de enseñanza adecuadas a su estado cognitivo y emocional actual y a las tareas que ya ha realizado antes.

Al comparar un sistema hipermedia adaptativo, como el que tiene por objeto este proyecto, con un sistema de enseñanza online actual, que tiene diferentes particularidades en función de las plataformas que actualmente se distribuyen, surgen diversas conclusiones. Así, se requiere que el equipo docente de forma continua introduzca mejoras y actualice en su proyecto educativo, bien introduciendo si es posible novedades en la materia y evolución de la misma, o en el uso de las últimas tecnologías para mantenerlo atractivo para el alumno, sin disminuir en ningún momento la dificultad o el esfuerzo necesario para aprender. Todo esto tiene como objetivo aumentar la satisfacción del alumno al realizar la formación, cubriendo además sus expectativas y alcanzando siempre los objetivos pedagógicos propuestos en el curso por el equipo docente.

La estructura de los sistemas de enseñanza online frente a un sistema hipermedia adaptativo difieren completamente, debido en gran medida a que la base conceptual es distinta. En los sistemas de enseñanza online la información y contenidos se estructuran sin tener en cuenta ningún parámetro relativo a las características cognitivas de cada usuario. Se configuran los cursos en base a unos objetivos y se van midiendo de múltiples formas; los profesores reciben información en todo momento y mantienen un control de los contenidos, pudiendo publicar o no en función del desarrollo del curso. Estas plataformas admiten que durante el desarrollo de un mismo curso los alumnos lleven ritmos de aprendizaje diferentes, pero las actividades, los objetivos y los conceptos no son realizados desde el punto de vista de cómo el alumno comprende y asimila la información.

Un sistema hipermedia adaptativo tiene como función principal adaptar y presentar los contenidos del curso en función del estilo de aprendizaje del alumno y, durante el desarrollo del curso, el sistema se ha diseñado para ir modificando el perfil de alumno en función de las respuestas a las actividades que se van realizando, como por ejemplo, la trayectoria por el curso, el tiempo de aprendizaje y la realización de ejercicios, entre otras muchos indicadores. Como complemento a la implementación de los estilos de aprendizaje en este proyecto, también se ha tenido en cuenta debido al enorme desarrollo que se está produciendo en el estudio de las emociones en el ser

humano (reconocimiento facial, registro de constantes vitales mediante sensores en la piel,...), el estado emocional del alumno y cómo aplicar estos parámetros en la presentación de contenidos al mismo y en la organización del curso. La inclusión de estos elementos en una plataforma informática, cambiará completamente la percepción personal del usuario sobre este tipo de sistemas, ya que hasta ahora hay muy pocas experiencias de aplicaciones que respondan a los estados emocionales de las personas. Un ejemplo de una posible consecuencia al aplicar este tipo de tecnología es la creación de un vínculo entre el equipo docente y el alumno, que muy posiblemente mejorará los resultados educativos de forma directa.

Respecto a las actividades y medios para mejorarlas, el aumento de los contenidos de forma gradual, midiendo los resultados en los alumnos, permitirá al docente establecer nuevos y mejores contenidos que además aprovechen las nuevas tecnologías (realidad virtual, 3D, realidad aumentada, *serious games*...). Estas actividades pueden aplicarse perfectamente a un sistema de formación online como los conocidos hasta ahora (como Moodle), pero la diferencia fundamental de aplicarlo en un SHA es que el sistema seleccionará la actividad teniendo en cuenta el grado de compatibilidad con las características de aprendizaje del alumno.

Es necesario mantener las plataformas en constante desarrollo y ofrecer al alumno actividades y componentes actualizados, usando siempre que sea posible la última tecnología aplicada a la enseñanza mediante ejemplos y buscando mejorar el proyecto educativo. Para esto es necesario mantener al equipo docente en permanente contacto con los cambios de una forma eficiente. Al final el alumno debe percibir estas mejoras aumentando la satisfacción de uso de este tipo de herramientas.

### **Trabajo futuro**

- En el futuro, se estudiará la viabilidad de la integración de un sistema de este tipo en entornos bien conocidos, como Moodle.
- Desarrollo de trabajo colaborativo e implementación de parámetros desde las redes sociales en el Modelo de Usuario
- Realizar de forma automática las modificaciones necesarias en los estilos de aprendizaje del Modelo de Usuario, a través del Sistema de Inferencia. De esta manera el sistema se convierte en un sistema realimentado por lo que debe analizarse completamente, para que siempre esté bajo supervisión mediante controladores y evitar de esta manera situaciones inestables.

## 5. REFERENCIAS

[Martín, 2006] B. Martín del Brio, A. Sanz, Redes Neuronales y Sistemas Borrosos, 3ª edición, Editorial RAMA, 2006.

[Carro, 2005] R. C. Carro. Aplicaciones adaptativas a través de internet. <http://www.eps.uam.es/esp/posgrado/master/ensenanzainternet.php>, 2005.

[Dunn y Dunn, 1974] R. Dunn and K. Dunn. Learning style as a criterion for placement in alternative programs. Phi Delta Kappan, 56 (4):275{278, 1974.

[Dunn y Griggs, 2003] R. Dunn and S. A. Griggs. Synthesis of the Dunn and Dunn learning-style model research: Who, what, when, where, and so what? St. John's University's Center for the Study of Learning and Teaching Styles, New York, 2003.

[Entwistle, 1981] N. J. Entwistle. Styles of Learning and Teaching. Wiley, New York, 1981.

[Entwistle, 1998] N. J. Entwistle. Improving teaching through research on student learning. In University Teaching: International Perspectives, pages 73{112. RoutledgeFalmer Press, New York and London, 1998.

[Entwistle et al., 2001] N. J. Entwistle, V. McCune, and P. Walker. Conceptions, styles and approaches within higher education: Analytic abstractions and everyday experience. In Perspectives on Thinking, Learning and Cognitive Styles,

pages 103{136. Lawrence Erlbaum, Mahwah, New Jersey, 2001.

[EMartín2008] E. Martín, “Creación de entornos adaptativos móviles: recomendación de actividades y generación dinámica de espacios de trabajo basadas en información sobre usuarios, grupos y contextos”, 2008.

[Felder, 1996] R. M. Felder. Matters of style. ASEE Prism, 6, 4:18-23, 1996.

[Felder-Silverman1988] R. M. Felder and L. K. Silverman. Learning styles and teaching styles in engineering education. Engineering Education, 78 (7):674-681, 1988.

[Felder y Soloman, 2004] R. M. Felder and B. A. Soloman. Index of learning styles. <http://www.ncsu.edu/felderpublic/ILSpa.html>, 2004.

[JConde 2014] “Curso de Visual C# 2012”. Youtube. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLEtcGQaT56chI8fDX4d2spoaJYfPWEO-k>

[Ortigosa et al., 2008] A. Ortigosa, P. Paredes, and P. Rodríguez. An adaptive hierarchical questionnaire based on the index of learning styles. In Proceedings of the Workshop on Authoring of Adaptive and Adaptable Hypermedia. AH 2008, pages 45 {53, Hannover, Germany, 2008.}

[PParedes2008] P. Paredes, “Una propuesta de incorporación de los Estilos de Aprendizaje a los modelos de usuario en sistemas de enseñanza adaptativos”. Tesis doctoral. Escuela Politécnica Superior. Universidad Autónoma de Madrid. Octubre 2008.

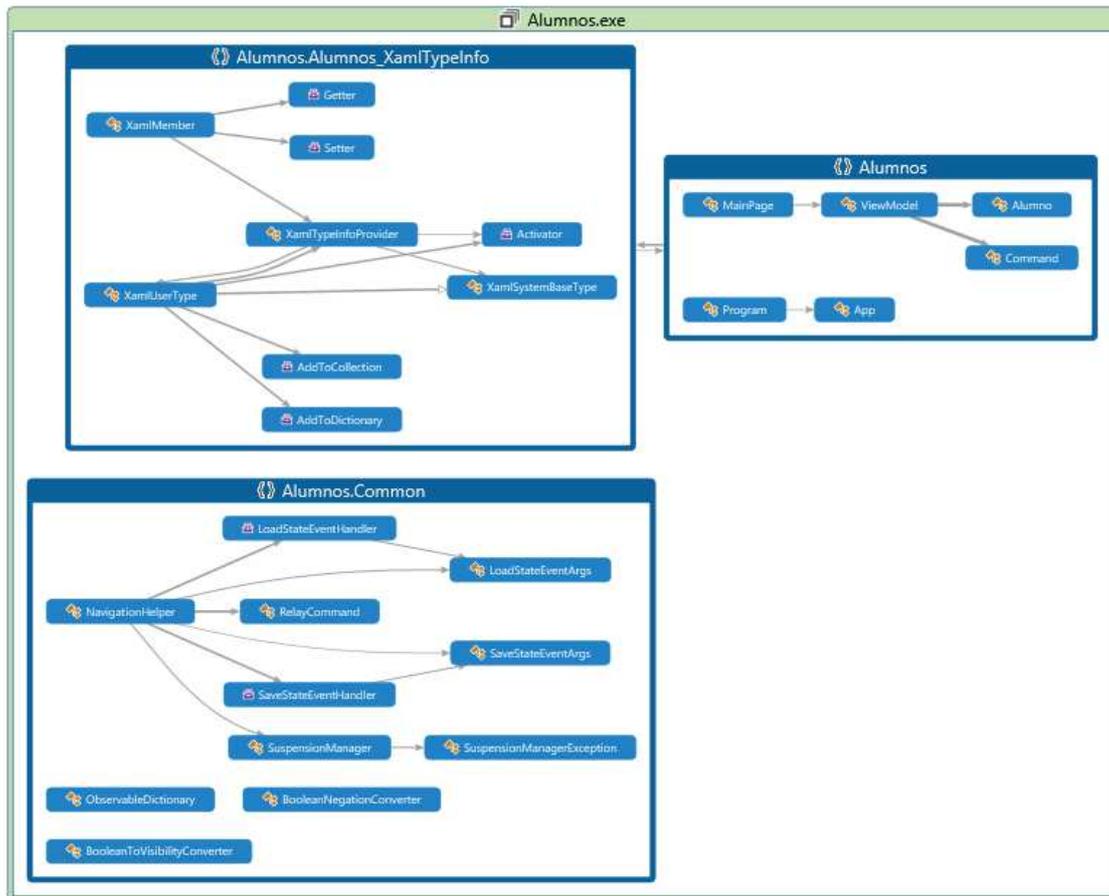
[Ref GNU] <https://www.gnu.org/home.html>, también es posible aclarar diferentes dudas respecto a los tipos de licencias en la siguiente dirección: <https://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0-faq.es.html>

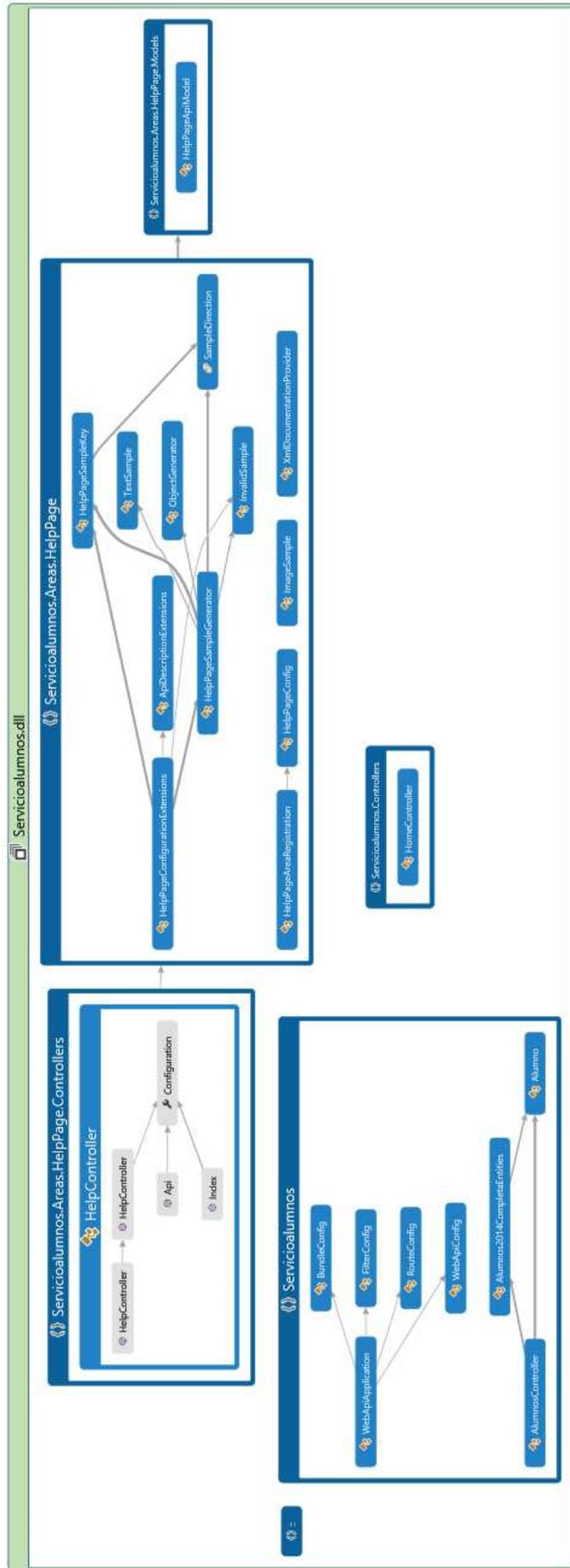
[Van der Linden y Hambleton, 1997] W. J. Van der Linden and R. K. Hambleton. Handbook of modern item response theory. New York: Springer, 1997.

# ANEXO I ESTRUCTURA Y CÓDIGO DEL PROTOTIPO

Se incluye la estructura y código mediante el que se desarrolla el prototipo.

[JConde 2014]





## Command.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Input;
using Windows.UI.Xaml;

namespace Alumnos
{
    public class Command : ICommand
    {
        private Action methodToExecute = null;
        private Func<bool> methodToDetectCanExecute = null;
        private DispatcherTimer canExecuteChangedEventTimer = null;
        public Command(Action methodToExecute,
            Func<bool> methodToDetectCanExecute)
        {
            this.methodToExecute = methodToExecute;
            this.methodToDetectCanExecute = methodToDetectCanExecute;
            this.canExecuteChangedEventTimer = new DispatcherTimer();
            this.canExecuteChangedEventTimer.Tick +=
                canExecuteChangedEventTimer_Tick;
            this.canExecuteChangedEventTimer.Interval =
                new TimeSpan(0, 0, 1);
            this.canExecuteChangedEventTimer.Start();
        }

        public void Execute(object parameter)
        {
            this.methodToExecute();
        }
        public bool CanExecute(object parameter)
        {
            if (this.methodToDetectCanExecute == null)
            {
                return true;
            }
            else
            {
                return this.methodToDetectCanExecute();
            }
        }
        public event EventHandler CanExecuteChanged;

        void canExecuteChangedEventTimer_Tick(object sender, object e)
        {
            if (this.CanExecuteChanged != null)
            {
                this.CanExecuteChanged(this, EventArgs.Empty);
            }
        }
    }
}
```

MainPage.xaml.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.IO;
using System.Linq;
using System.Runtime.InteropServices.WindowsRuntime;
using Windows.Foundation;
using Windows.Foundation.Collections;
using Windows.UI.Core;
using Windows.UI.ViewManagement;
using Windows.UI.Xaml;
using Windows.UI.Xaml.Controls;
using Windows.UI.Xaml.Controls.Primitives;
using Windows.UI.Xaml.Data;
using Windows.UI.Xaml.Input;
using Windows.UI.Xaml.Media;
using Windows.UI.Xaml.Navigation;

// The Blank Page item template is documented at
http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=234238

namespace Alumnos
{
    /// <summary>
    /// An empty page that can be used on its own or navigated to within a Frame.
    /// </summary>
    public sealed partial class MainPage : Page
    {
        public MainPage()
        {
            this.InitializeComponent();
            Window.Current.SizeChanged += WindowSizeChanged;
            List<string> cursos = new List<string>
            {
                "Primero", "Segundo", "Tercero", "Cuarto"
            };
            this.curso.ItemsSource = cursos;
            this.cCurso.ItemsSource = cursos;

            ViewModel viewModel = new ViewModel();
            viewModel.GetDataAsync();
            this.DataContext = viewModel;
        }

        void WindowSizeChanged(object sender,
Windows.UI.Core.WindowSizeChangedEventArgs e)
        {
            if (e.Size.Width <= 750)
            {
                VisualStateManager.GoToState(this, "ColumnarLayout", false);
            }
            else
            {
                VisualStateManager.GoToState(this, "TabularLayout", false);
            }
        }
    }
}
```

```

MainPage.xaml

<Page
  x:Class="Alumnos.MainPage"
  xmlns="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml/presentation"
  xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml"
  xmlns:local="using:Alumnos"
  xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/expression/blend/2008"
  xmlns:mc="http://schemas.openxmlformats.org/markup-compatibility/2006"
  mc:Ignorable="d">

  <Grid Style="{StaticResource GridStyle}">
    <ProgressRing HorizontalAlignment="Center" VerticalAlignment="Center"
      Foreground="AntiqueWhite" Height="100" Width="100" IsActive="{Binding IsBusy}" Canvas.ZIndex="1"/>
    <Grid x:Name="alumnosTabularView" Margin="40,54,0,0" Visibility="Visible">
      <Grid.RowDefinitions>
        <RowDefinition Height="2*"/>
        <RowDefinition Height="*/>
        <RowDefinition Height="10*"/>
        <RowDefinition Height="2*"/>
      </Grid.RowDefinitions>
      <TextBlock Grid.Row="0" Style="{StaticResource EstiloCabeceraTabular}" Text="Lista de
Alumnos" />
      <Grid Grid.Row="2">
        <Grid.RowDefinitions>
          <RowDefinition Height="*/>
          <RowDefinition Height="*/>
          <RowDefinition Height="2*"/>
          <RowDefinition Height="*/>
          <RowDefinition Height="2*"/>
          <RowDefinition Height="*/>
          <RowDefinition Height="4*"/>
        </Grid.RowDefinitions>
        <Grid.ColumnDefinitions>
          <ColumnDefinition Width="*/>
          <ColumnDefinition Width="*/>
          <ColumnDefinition Width="20"/>
          <ColumnDefinition Width="*/>
          <ColumnDefinition Width="20"/>
          <ColumnDefinition Width="2*"/>
          <ColumnDefinition Width="20"/>
          <ColumnDefinition Width="2*"/>
          <ColumnDefinition Width="*/>
        </Grid.ColumnDefinitions>
        <Rectangle Grid.Row="0" Grid.RowSpan="6" Grid.Column="1" Grid.ColumnSpan="7"
          HorizontalAlignment="Stretch" VerticalAlignment="Stretch">
          <Rectangle.Fill>
            <LinearGradientBrush EndPoint="0.5,1" StartPoint="0.5,0">
              <GradientStop Color="#FF0E3895"/>
              <GradientStop Color="#FF141415" Offset="0.929"/>
            </LinearGradientBrush>
          </Rectangle.Fill>
        </Rectangle>
        <TextBlock Grid.Row="0" Grid.Column="1" Style="{StaticResource EstiloEtiqueta}"
          Text="ID" />
        <TextBlock Grid.Row="0" Grid.Column="3" Style="{StaticResource EstiloEtiqueta}"
          Text="Curso" />
        <TextBlock Grid.Row="0" Grid.Column="5" Style="{StaticResource EstiloEtiqueta}"
          Text="Nombre" />
        <TextBlock Grid.Row="0" Grid.Column="7" Style="{StaticResource EstiloEtiqueta}"
          Text="Apellidos" />
        <TextBox Grid.Row="1" Grid.Column="1" x:Name="id" IsEnabled="{Binding
          IsAddingOrEditing}" HorizontalAlignment="Stretch" TextWrapping="Wrap" Text="{Binding Current.AlumnoID,
          Mode=TwoWay}" VerticalAlignment="Center" FontSize="20" IsReadOnly="True" Foreground="#FFFBF9"
          Background="#FFF5F7"/>
        <TextBox Grid.Row="1" Grid.Column="5" x:Name="Nombre" IsEnabled="{Binding
          IsAddingOrEditing}" HorizontalAlignment="Stretch" TextWrapping="Wrap" Text="{Binding Current.Nombre,
          Mode=TwoWay}" VerticalAlignment="Center" FontSize="20"/>
        <TextBox Grid.Row="1" Grid.Column="7" x:Name="apellidos" IsEnabled="{Binding
          IsAddingOrEditing}" HorizontalAlignment="Stretch" TextWrapping="Wrap" Text="{Binding Current.Apellidos,
          Mode=TwoWay}" VerticalAlignment="Center" FontSize="20"/>
        <ComboBox Grid.Row="1" Grid.Column="3" x:Name="curso" IsEnabled="{Binding
          IsAddingOrEditing}" HorizontalAlignment="Stretch" VerticalAlignment="Center" FontSize="20"
          SelectedValue="{Binding Current.Curso, Mode=TwoWay}">
        </ComboBox>
        <TextBlock Grid.Row="3" Grid.Column="1" Style="{StaticResource EstiloEtiqueta}"
          Text="Email" />
        <TextBox Grid.Row="3" Grid.Column="3" Grid.ColumnSpan="3" x:Name="email"
          IsEnabled="{Binding IsAddingOrEditing}" HorizontalAlignment="Left" TextWrapping="Wrap" Text="{Binding
          Current.DireccionEmail, Mode=TwoWay}" VerticalAlignment="Center" Width="400" FontSize="20"/>
      </Grid>
    </Grid>
  </Grid>

```

```

Text="Teléfono" />
        <TextBlock Grid.Row="5" Grid.Column="1" Style="{StaticResource EstiloEtiqueta}"
        <TextBox Grid.Row="5" Grid.Column="3" Grid.ColumnSpan="3" x:Name="telefono"
IsEnabled="{Binding IsAddingOrEditing}" HorizontalAlignment="Left" TextWrapping="Wrap" Text="{Binding
Current.Telefono, Mode=TwoWay}" VerticalAlignment="Center" Width="200" FontSize="20"/>
        <TextBlock Grid.Row="3" Grid.RowSpan="4" Grid.Column="7" Style="{StaticResource
ErrorMessageStyle}" Text="{Binding LastError}"/>
    </Grid>
</Grid>

```

```

<Grid x:Name="alumnosColumnarView" Margin="20,30,20,30" Visibility="Collapsed">
    <Grid.RowDefinitions>
        <RowDefinition Height="*" />
        <RowDefinition Height="10*" />
    </Grid.RowDefinitions>
    <TextBlock Grid.Row="0" Style="{StaticResource EstiloCabeceraColumnar}" Text="Alumnos" />
    <Grid Grid.Row="1">
        <Grid.ColumnDefinitions>
            <ColumnDefinition />
            <ColumnDefinition />
        </Grid.ColumnDefinitions>
        <Grid.RowDefinitions>
            <RowDefinition />
            <RowDefinition />
            <RowDefinition />
            <RowDefinition />
            <RowDefinition />
            <RowDefinition />
        </Grid.RowDefinitions>
        <TextBlock Grid.Row="0" Grid.Column="0" Style="{StaticResource EstiloEtiqueta}"
Text="ID" />
        <TextBlock Grid.Row="1" Grid.Column="0" Style="{StaticResource EstiloEtiqueta}"
Text="Curso" />
        <TextBlock Grid.Row="2" Grid.Column="0" Style="{StaticResource EstiloEtiqueta}"
Text="Nombre" />
        <TextBlock Grid.Row="3" Grid.Column="0" Style="{StaticResource EstiloEtiqueta}"
Text="Apellidos" />
        <TextBox Grid.Row="0" Grid.Column="1" x:Name="cId" IsEnabled="{Binding
IsAddingOrEditing}" HorizontalAlignment="Stretch" TextWrapping="Wrap" Text="{Binding Current.AlumnoID,
Mode=TwoWay}" VerticalAlignment="Center" FontSize="20" IsReadOnly="True" />
        <TextBox Grid.Row="1" Grid.Column="1" x:Name="cNombre" IsEnabled="{Binding
IsAddingOrEditing}" HorizontalAlignment="Stretch" TextWrapping="Wrap" Text="{Binding Current.Nombre,
Mode=TwoWay}" VerticalAlignment="Center" FontSize="20" />
        <TextBox Grid.Row="2" Grid.Column="1" x:Name="cApellidos" IsEnabled="{Binding
IsAddingOrEditing}" HorizontalAlignment="Stretch" TextWrapping="Wrap" Text="{Binding Current.Apellidos,
Mode=TwoWay}" VerticalAlignment="Center" FontSize="20" />
        <ComboBox Grid.Row="3" Grid.Column="1" x:Name="cCurso" IsEnabled="{Binding
IsAddingOrEditing}" HorizontalAlignment="Stretch" VerticalAlignment="Center" FontSize="20"
SelectedValue="{Binding Current.Curso, Mode=TwoWay}" />
        </ComboBox>
        <TextBlock Grid.Row="4" Grid.Column="0" Style="{StaticResource EstiloEtiqueta}"
Text="Email" />
        <TextBox Grid.Row="4" Grid.Column="1" x:Name="cEmail" IsEnabled="{Binding
IsAddingOrEditing}" HorizontalAlignment="Stretch" TextWrapping="Wrap" Text="{Binding Current.DireccionEmail,
Mode=TwoWay}" VerticalAlignment="Center" FontSize="20" />
        <TextBlock Grid.Row="5" Grid.Column="0" Style="{StaticResource EstiloEtiqueta}"
Text="Teléfono" />
        <TextBox Grid.Row="5" Grid.Column="1" x:Name="cTelefono" IsEnabled="{Binding
IsAddingOrEditing}" HorizontalAlignment="Stretch" TextWrapping="Wrap" Text="{Binding Current.Telefono,
Mode=TwoWay}" VerticalAlignment="Center" FontSize="20" />
        <TextBlock Grid.Row="6" Grid.Column="0" Grid.ColumnSpan="2" Style="{StaticResource
ErrorMessageStyle}" Text="{Binding LastError}" />
    </Grid>
</Grid>
<VisualStateManager.VisualStateGroups>
    <VisualStateGroup>
        <VisualState x:Name="TabularLayout" />
        <VisualState x:Name="ColumnarLayout">
            <Storyboard>
                <ObjectAnimationUsingKeyFrames Storyboard.TargetName="alumnosTabularView"
Storyboard.TargetProperty="Visibility">
                    <DiscreteObjectKeyFrame KeyTime="0" Value="Collapsed" />
                </ObjectAnimationUsingKeyFrames>
                <ObjectAnimationUsingKeyFrames Storyboard.TargetName="alumnosColumnarView"
Storyboard.TargetProperty="Visibility">
                    <DiscreteObjectKeyFrame KeyTime="0" Value="Visible" />
                </ObjectAnimationUsingKeyFrames>
            </Storyboard>
        </VisualState>
    </VisualStateGroup>
</VisualStateManager.VisualStateGroups>
</Grid>
<Page.TopAppBar >
    <AppBar IsSticky="True">
        <StackPanel Orientation="Horizontal" HorizontalAlignment="Center">
            <AppBarButton x:Name="firstAlumno" Icon="Previous" Command="{Binding
Path=FirstAlumno}" />
            <AppBarButton x:Name="previousAlumno" Icon="Back" Command="{Binding
Path=PreviousAlumno}" />
            <AppBarButton x:Name="nextAlumno" Icon="Forward" Command="{Binding Path=NextAlumno}" />
            <AppBarButton x:Name="lastAlumno" Icon="Next" Command="{Binding Path=LastAlumno}" />
        </StackPanel>
    </AppBar>
</Page.TopAppBar >

```

```

        </StackPanel>
    </AppBar>
</Page.TopAppBar>

<Page.BottomAppBar>
    <AppBar IsSticky="True">
        <Grid>
            <StackPanel Orientation="Horizontal" HorizontalAlignment="Right">
                <AppBarButton x:Name="addAlumno" Icon="Add" Command="{Binding Path=AddAlumno}"/>
                <AppBarButton x:Name="editAlumno" Icon="Edit" Command="{Binding
Path=EditAlumno}"/>
                <AppBarButton x:Name="saveChanges" Icon="Save" Command="{Binding
Path=SaveChanges}"/>
                <AppBarButton x:Name="discardChanges" Icon="Undo" Command="{Binding
Path=DiscardChanges}"/>
            </StackPanel>
        </Grid>
    </AppBar>
</Page.BottomAppBar>
</Page>

```

### ViewModel.cs

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.ComponentModel;
using System.Net.Http;
using System.Net.Http.Headers;
using System.Text.RegularExpressions;

namespace Alumnos
{
    public class ViewModel : INotifyPropertyChanged
    {
        private List <Alumno> alumnos;

        private int currentAlumno;
        public Command NextAlumno { get; private set; }
        public Command PreviousAlumno { get; private set; }
        public Command FirstAlumno { get; private set; }
        public Command LastAlumno { get; private set; }
        public Command AddAlumno { get; private set; }
        public Command EditAlumno { get; private set; }
        public Command DiscardChanges { get; private set; }
        public Command SaveChanges { get; private set; }

        private const string ServerUrl = "http://localhost:50000/";
        private HttpClient client = null;

        public ViewModel()
        {
            this.currentAlumno = 0;
            this.IsAtStart = true;
            this.IsAtEnd = false;
            this.NextAlumno = new Command(this.Next, () => { return this.CanBrowse && this.alumnos !=
null && this.alumnos.Count > 0 && !this.IsAtEnd; });
            this.PreviousAlumno = new Command(this.Previous, () => { return this.CanBrowse &&
this.alumnos != null && this.alumnos.Count > 0 && !this.IsAtStart; });
            this.FirstAlumno = new Command(this.First, () => { return this.CanBrowse && this.alumnos
!= null && this.alumnos.Count > 0 && !this.IsAtStart; });
            this.LastAlumno = new Command(this.Last, () => { return this.CanBrowse && this.alumnos !=
null && this.alumnos.Count > 0 && !this.IsAtEnd; });
            this.AddAlumno = new Command(this.Add, () => { return this.CanBrowse; });
            this.EditAlumno = new Command(this.Edit, () => { return this.CanBrowse; });
            this.DiscardChanges = new Command(this.Discard, () => { return
this.CanSaveOrDiscardChanges; });
            this.SaveChanges = new Command(this.SaveAsync, () => { return this.CanSaveOrDiscardChanges;
});
            this.alumnos = null;
            this.client = new HttpClient();
            this.client.BaseAddress = new Uri(ServerUrl);
            this.client.DefaultRequestHeaders.Accept.Add(new
MediaTypeWithQualityHeaderValue("application/json"));
        }
    }
}

```

```

#region Métodos para recuperar y actualizar datos

// Create a new (empty) alumno
// and put the form into Adding mode
private void Add()
{
    Alumno newAlumno = new Alumno { AlumnoID = 0 };
    this.alumnos.Insert(currentAlumno, newAlumno);
    this.IsAdding = true;
    this.OnPropertyChanged("Current");
}

// Edit the current alumno
// - save the existing details of the alumno
// and put the form into Editing mode
private Alumno oldAlumno;
private void Edit()
{
    this.oldAlumno = new Alumno();
    this.CopyAlumno(this.Current, this.oldAlumno);
    this.IsEditing = true;
}

// Discard changes made while in Adding or Editing mode
// and return the form to Browsing mode
private void Discard()
{
    // If the user was adding a new alumno, then remove it
    if (this.IsAdding)
    {
        this.alumnos.Remove(this.Current);
        this.OnPropertyChanged("Current");
    }
    // If the user was editing an existing alumno,
    // then restore the saved details
    if (this.IsEditing)
    {
        this.CopyAlumno(this.oldAlumno, this.Current);
    }
    this.IsBrowsing = true;
    this.LastError = String.Empty;
}

// Save the new or updated alumno back to the web service
// and return the form to Browsing mode
private async void SaveAsync()
{
    // Validate the details of the Alumno
    if (this.ValidateAlumno(this.Current))
    {
        // Only continue if the alumno details are valid
        this.IsBusy = true;
        try
        {
            // If the user is adding a new alumno,
            // send an HTTP POST request to the web service with the details
            if (this.IsAdding)
            {
                var response =
                    await client.PostAsJsonAsync("api/alumnos", this.Current);
                if (response.IsSuccessStatusCode)
                {
                    if (response.IsSuccessStatusCode)
                    {
                        // Get the ID of the newly created alumno and display it
                        Uri alumnoUri = response.Headers.Location;
                        var newAlumn = await this.client.GetAsync(alumnoUri);
                        if (newAlumn.IsSuccessStatusCode)
                        {
                            var alumnoData = await newAlumn.Content.ReadAsAsync<Alumno>();
                            this.CopyAlumno(alumnoData, this.Current);
                            this.OnPropertyChanged("Current");
                            this.IsAdding = false;
                            this.IsBrowsing = true;
                        }
                    }
                    else
                    {
                        // TODO: Handle GET failure
                    }
                }
            }
        }
        catch { }
    }
}

```



```

destination.Nombre = source.Nombre;
destination.Apellidos = source.Apellidos;
destination.Telefono = source.Telefono;
destination.Cursor = source.Cursor;
destination.rowguid = source.rowguid;
destination.ModifiedDate = source.ModifiedDate;
}

public async Task GetDataAsync()
{
    try
    {
        this.IsBusy = true;
        //await Task.Delay(5000);
        var response = await this.client.GetAsync("api/alumnos");
        if (response.IsSuccessStatusCode)
        {
            var alumnoData = await response.Content.ReadAsAsync<IEnumerable<Alumno>>();
            this.alumnos = alumnoData as List<Alumno>;
            this.currentAlumno = 0;
            this.OnPropertyChanged("Current");
            this.IsAtStart = true;
            this.IsAtEnd = (this.alumnos.Count == 0);
        }
        else
        {
            // TODO: Handle GET failure
            this.LastError = response.ReasonPhrase;
        }
    }
    catch (Exception e)
    {
        // TODO: Handle Errors
        this.LastError = e.Message;
    }
    finally
    {
        this.IsBusy = false;
    }
}

#endregion

```

```
#region Propiedades para "busy" y manejo de mensajes de error

private bool _isBusy;
public bool IsBusy
{
    get { return this._isBusy; }
    set
    {
        this._isBusy = value;
        this.OnPropertyChanged("IsBusy");
    }
}

private string _lastError = null;
public string LastError
{
    get { return this._lastError; }
    private set
    {
        this._lastError = value;
        this.OnPropertyChanged("LastError");
    }
}

#endregion
```

```

#region Propiedades para manejar el modo edit

// Maneja el modo edit del formulario - es la navegación del usuario, añadir un alumno, o
editar un alumno
private enum EditMode { Browsing, Adding, Editing };
private EditMode editMode;
public bool IsBrowsing
{
    get { return this.editMode == EditMode.Browsing; }
    private set
    {
        if (value)
        {
            this.editMode = EditMode.Browsing;
        }
        this.OnPropertyChanged("IsBrowsing");
        this.OnPropertyChanged("IsAdding");
        this.OnPropertyChanged("IsEditing");
        this.OnPropertyChanged("IsAddingOrEditing");
    }
}

public bool IsAdding
{
    get { return this.editMode == EditMode.Adding; }
    private set
    {
        if (value)
        {
            this.editMode = EditMode.Adding;
        }
        this.OnPropertyChanged("IsBrowsing");
        this.OnPropertyChanged("IsAdding");
        this.OnPropertyChanged("IsEditing");
        this.OnPropertyChanged("IsAddingOrEditing");
    }
}

public bool IsEditing
{
    get { return this.editMode == EditMode.Editing; }
    private set
    {
        if (value)
        {
            this.editMode = EditMode.Editing;
        }
        this.OnPropertyChanged("IsBrowsing");
        this.OnPropertyChanged("IsAdding");
        this.OnPropertyChanged("IsEditing");
        this.OnPropertyChanged("IsAddingOrEditing");
    }
}

public bool IsAddingOrEditing
{
    get { return this.IsAdding || this.IsEditing; }
}

private bool CanBrowse
{
    get
    {
        return this.IsBrowsing &&
            this.client != null;
    }
}

private bool CanSaveOrDiscardChanges
{
    get
    {
        return this.IsAddingOrEditing &&
            this.client != null;
    }
}

#endregion

#region Métodos y propiedades para comandos de navegación

```

```

private bool _isAtStart;
public bool IsAtStart
{
    get { return this._isAtStart; }
    set
    {
        this._isAtStart = value;
        this.OnPropertyChanged("IsAtStart");
    }
}

private bool _isAtEnd;
public bool IsAtEnd
{
    get { return this._isAtEnd; }
    set
    {
        this._isAtEnd = value; this.OnPropertyChanged("IsAtEnd");
    }
}

public Alumno Current
{
    get
    {
        if (this.alumnos != null)
        {
            return this.alumnos[currentAlumno];
        }
        else
        {
            return null;
        }
    }
}

private void Next()
{
    if (this.alumnos.Count - 1 > this.currentAlumno)
    {
        this.currentAlumno++;
        this.OnPropertyChanged("Current");
        this.IsAtStart = false;
        this.IsAtEnd = (this.alumnos.Count - 1 == this.currentAlumno);
    }
}

private void Previous()
{
    if (this.currentAlumno > 0)
    {
        this.currentAlumno--;
        this.OnPropertyChanged("Current");
        this.IsAtEnd = false;
        this.IsAtStart = (this.currentAlumno == 0);
    }
}

private void First()
{
    this.currentAlumno = 0;
    this.OnPropertyChanged("Current");
    this.IsAtStart = true;
    this.IsAtEnd = (this.alumnos.Count == 0);
}

private void Last()
{
    this.currentAlumno = this.alumnos.Count - 1;
    this.OnPropertyChanged("Current");
    this.IsAtEnd = true;
    this.IsAtStart = (this.alumnos.Count == 0);
}
}
#endregion

```

```
#region INotifyPropertyChanged interface
public event PropertyChangedEventHandler PropertyChanged;
protected virtual void OnPropertyChanged(string propertyName)
{
    if (PropertyChanged != null)
    {
        PropertyChanged(this, new PropertyChangedEventArgs(propertyName));
    }
}
#endregion
}
}
```

```

Alumno.cs

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.ComponentModel;

namespace Alumnos
{
    public class Alumno : INotifyPropertyChanged
    {
        public int _alumnoID;
        public int AlumnoID
        {
            get { return this._alumnoID; }
            set { this._alumnoID = value;
                this.OnPropertyChanged("AlumnoID");
            }
        }
        public string _curso;
        public string Curso
        {
            get { return this._curso; }
            set { this._curso = value;
                this.OnPropertyChanged("Curso");
            }
        }
        public string _nombre;
        public string Nombre
        {
            get { return this._nombre; }
            set { this._nombre = value;
                this.OnPropertyChanged("Nombre");
            }
        }
        public string _apellidos;
        public string Apellidos
        {
            get { return this._apellidos; }
            set { this._apellidos = value;
                this.OnPropertyChanged("Apellidos");
            }
        }
        public string _direccionEmail;
        public string DireccionEmail
        {
            get { return this._direccionEmail; }
            set { this._direccionEmail = value;
                this.OnPropertyChanged("DireccionEmail");
            }
        }
        public string _telefono;
        public string Telefono
        {
            get { return this._telefono; }
            set { this._telefono = value;
                this.OnPropertyChanged("Telefono");
            }
        }
        public System.Guid rowguid { get; set; }
        public System.DateTime ModifiedDate { get; set; }

        public event PropertyChangedEventHandler PropertyChanged;
        protected virtual void OnPropertyChanged(string propertyName)
        {
            if (PropertyChanged != null)
            {
                PropertyChanged(this,
                    new PropertyChangedEventArgs(propertyName));
            }
        }
    }
}

```

```

    }
  }
}

```

#### AssemblyInfo.cs

```

using System.Reflection;
using System.Runtime.CompilerServices;
using System.Runtime.InteropServices;

// General Information about an assembly is controlled through the following
// set of attributes. Change these attribute values to modify the information
// associated with an assembly.
[assembly: AssemblyTitle("Alumnos")]
[assembly: AssemblyDescription("")]
[assembly: AssemblyConfiguration("")]
[assembly: AssemblyCompany("")]
[assembly: AssemblyProduct("Alumnos")]
[assembly: AssemblyCopyright("Copyright © 2013")]
[assembly: AssemblyTrademark("")]
[assembly: AssemblyCulture("")]

// Version information for an assembly consists of the following four values:
//
//      Major Version
//      Minor Version
//      Build Number
//      Revision
//
// You can specify all the values or you can default the Build and Revision
Numbers
// by using the '*' as shown below:
// [assembly: AssemblyVersion("1.0.*")]
[assembly: AssemblyVersion("1.0.0.0")]
[assembly: AssemblyFileVersion("1.0.0.0")]
[assembly: ComVisible(false)]

```

Servicioalumnos

AlumnosController.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Data;
using System.Data.Entity;
using System.Data.Entity.Infrastructure;
using System.Linq;
using System.Net;
using System.Net.Http;
using System.Web.Http;
using System.Web.Http.Description;

namespace Servicioalumnos
{
    public class AlumnosController : ApiController
    {
        private Alumnos2014CompletaEntities db = new Alumnos2014CompletaEntities();

        // GET api/Alumnos
        public IQueryable<Alumno> GetAlumnos()
        {
            return db.Alumnos;
        }

        // GET api/Alumnos/5
        [ResponseType(typeof(Alumno))]
        public IHttpActionResult GetAlumno(int id)
        {
            Alumno alumno = db.Alumnos.Find(id);
            if (alumno == null)
            {
                return NotFound();
            }

            return Ok(alumno);
        }

        // PUT api/Alumnos/5
        public IHttpActionResult PutAlumno(int id, Alumno alumno)
        {
            if (!ModelState.IsValid)
            {
                return BadRequest(ModelState);
            }

            if (id != alumno.AlumnoID)
            {
                return BadRequest();
            }
            alumno.ModifiedDate = DateTime.Now;
            db.Entry(alumno).State = EntityState.Modified;

            try
            {
                db.SaveChanges();
            }
            catch (DbUpdateConcurrencyException)
            {
                if (!AlumnoExists(id))
                {
                    return NotFound();
                }
                else
                {
                    throw;
                }
            }
            return StatusCode(HttpStatusCode.NoContent);
        }
    }
}
```

```

// POST api/Alumnos
[ResponseType(typeof(Alumno))]
public IActionResult PostAlumno(Alumno alumno)
{
    if (ModelState.IsValid)
    {
        alumno.ModifiedDate = DateTime.Now;
        alumno.rowguid = Guid.NewGuid();
        db.Alumnos.Add(alumno);
        db.SaveChanges();
    }
    if (!ModelState.IsValid)
    {
        return BadRequest(ModelState);
    }

    db.Alumnos.Add(alumno);
    db.SaveChanges();

    return CreatedAtRoute("DefaultApi", new { id = alumno.AlumnoID }, alumno);
}

// DELETE api/Alumnos/5
[ResponseType(typeof(Alumno))]
public IActionResult DeleteAlumno(int id)
{
    Alumno alumno = db.Alumnos.Find(id);
    if (alumno == null)
    {
        return NotFound();
    }

    db.Alumnos.Remove(alumno);
    db.SaveChanges();

    return Ok(alumno);
}

protected override void Dispose(bool disposing)
{
    if (disposing)
    {
        db.Dispose();
    }
    base.Dispose(disposing);
}

private bool AlumnoExists(int id)
{
    return db.Alumnos.Count(e => e.AlumnoID == id) > 0;
}
}
}
}

```

## ANEXO II [PParedes, 2008]

Cuestionario ILS: versión castellano

Para cada una de las siguientes 44 cuestiones seleccione a o b para indicar su respuesta. Si ambas respuestas parecen validas, escoja la que aplique con más frecuencia.

1. Entiendo algo mejor después de
    - a) intentarlo
    - b) pensar en ello
  
  2. Preferiría ser considerado
    - a) realista
    - b) innovador
  
  3. Cuando pienso en lo que hice ayer, normalmente obtengo
    - a) una imagen
    - b) palabras
  
  4. Tiendo a
    - a) entender los detalles de una materia mientras estoy confuso acerca de su estructura general
    - b) entender la estructura general mientras estoy confuso acerca de los detalles
  
  5. Cuando estoy aprendiendo algo nuevo, me ayuda
    - a) hablar acerca de ello
    - b) pensar en ello
- 119
6. Si fuera un profesor, preferiría enseñar un curso
    - a) que tratara sobre hechos y situaciones de la vida real
    - b) que tratara sobre ideas y teorías
  
  7. Prefiero obtener nueva información de
    - a) fotos, diagramas, gráficos, o mapas
    - b) instrucciones escritas o información verbal
  
  8. Una vez que entiendo
    - a) todas las partes, entiendo el conjunto
    - b) todo el conjunto, veo como encajan las partes
  
  9. En un grupo de estudio que trabaja con material difícil, me gusta
    - a) proponer y aportar ideas
    - b) sentarme y escuchar

10. Encuentro más fácil
- a) aprender hechos
  - b) aprender conceptos
11. En un libro con muchas fotos y gráficas, tiendo a
- a) examinar detenidamente las fotos y gráficas
  - b) centrarme en el texto
12. Cuando soluciono problemas matemáticos
- a) normalmente obtengo la solución paso a paso
  - b) a menudo veo las soluciones pero después tengo que esforzarme para comprender los pasos que me han llevado a obtenerlas
13. En las clases a las que he asistido
- a) normalmente he logrado conocer a muchos de los estudiantes
  - b) rara vez he logrado conocer a muchos de los estudiantes
14. Cuando leo material educativo, prefiero
- a) algo que me enseñe nuevos hechos o que me diga cómo hacer algo
  - b) algo que me proporcione nuevas ideas sobre las que reflexionar
15. Me gustan los profesores
- a) que ponen muchos diagramas en la pizarra
  - b) que dedican mucho tiempo a las explicaciones
16. Cuando estoy analizando una historia o una novela
- a) recuerdo los acontecimientos y trato de ponerlos juntos para comprender el conjunto
  - b) entiendo en conjunto cuando termino de leer y después tengo que volver atrás y encontrar los acontecimientos que los corroboran
17. Cuando comienzo a resolver un problema, es probable que
- a) comience trabajando en la solución inmediatamente
  - b) trate de entender completamente el problema primero
18. Prefiero la idea de
- a) certeza
  - b) teoría
19. Recuerdo mejor
- a) lo que veo
  - b) lo que escucho
20. Para mí lo más importante es que un profesor

- a) presente el material en una secuencia lógica
- b) me dé una visión general y relacione el material con otras materias

21. Prefiero estudiar

- a) en un grupo
- b) solo

22. Me gustaría ser considerado

- a) cuidadoso acerca de los detalles de mi trabajo
- b) creativo en la forma en la que hago mi trabajo

23. Cuando me dan direcciones de un nuevo sitio, prefiero

- a) un mapa
- b) instrucciones escritas

24. Aprendo

- a) a un ritmo bastante regular. Si estudio duro, lo conseguiré
- b) a trompicones. Paso de estar totalmente confundido a que todo encaje de repente

25. Prefiero primero

- a) probar las cosas
- b) pensar acerca de cómo voy a hacerlas

26. Cuando leo por entretenimiento, me gustan los escritores que

- a) dicen claramente lo que quieren decir
- b) dicen las cosas de una forma creativa e interesante

27. Cuando veo un diagrama o un esbozo en clase, probablemente recuerde

- a) el dibujo
- b) lo que el profesor dijo acerca de él

28. Cuando considero un conjunto de información, tiendo a

- a) centrarme en los detalles y perder la visión general
- b) entender la visión general antes de meterme con los detalles

29. Recuerdo más fácilmente

- a) algo que he hecho
- b) algo acerca de lo que he pensado mucho

30. Cuando tengo que realizar una tarea, prefiero

- a) dominar una forma de hacerlo
- b) proponer nuevas formas de hacerlo

31. Cuando alguien me esta presentando datos, prefiero

- a) gráficas o diagramas
- b) texto resumiendo los resultados

32. Cuando escribo un trabajo, acostumbro a

- a) trabajar en (pensar o escribir) el principio del trabajo e ir progresando
- b) trabajar en (pensar o escribir) diferentes partes del trabajo y después ordenarlas

33. Cuando tengo que trabajar en un proyecto de grupo, quiero que primero

- a) haya una "lluvia de ideas" donde cada uno aporte las suyas
- b) reflexionemos individualmente y después comparemos ideas dentro del grupo

34. Considero una mayor alabanza llamar a alguien

- a) sensato
- b) imaginativo

35. Cuando encuentro gente en una \_\_esta, tiendo a recordar

- a) como eran
- b) lo que dijeron acerca de ellos mismos

36. Cuando estoy aprendiendo una nueva materia, prefiero

- a) centrarme en esa materia, aprendiendo tanto como pueda acerca de ella
- b) intentar establecer relaciones entre esa materia y otras materias relacionadas

37. Probablemente soy considerado

- a) sociable
- b) reservado

38. Prefiero cursos que ponen énfasis en

- a) material concreto (hechos, datos)
- b) material abstracto (conceptos, teorías)

39. Para pasar el tiempo, prefiero

- a) ver la televisión
- b) leer un libro

40. Algunos profesores empiezan sus clases con un temario de lo que van a explicar. Estos temarios son

- a) algo útil para m\_\_
- b) muy útiles para m\_\_

41. La idea de hacer trabajos en grupo, durante todo un curso,

- a) me atrae
- b) no me atrae

42. Cuando estoy haciendo grandes cálculos,  
a) tiendo a repetir todos mis pasos y comprobar mi trabajo cuidadosamente  
b) encuentro comprobar mi trabajo aburrido y tengo que forzarme a mí mismo para hacerlo

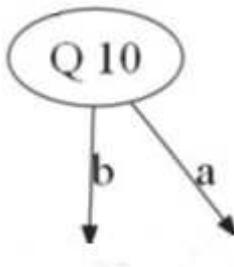
43. Tiendo a describir lugares en los que he estado  
a) fácilmente y con gran precisión  
b) con dificultad y sin mucho detalle

44. Cuando resuelvo problemas en un grupo, me gusta  
a) pensar en los pasos necesarios para solucionar el problema  
b) pensar en las posibles repercusiones o aplicaciones de la solución en otras áreas

### ANEXO III. ARBOLES DE DECISIÓN DE LAS CUATRO DIMENSIONES FELDER-SILVERMAN PARA REALIZAR EL CUESTIONARIO ADAPTATIVO [ORTIGOSA, 2008]

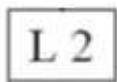
A continuación se muestran los árboles de decisión resultado de la investigación efectuada a 330 alumnos.

Los símbolos que se muestran en los árboles significan lo siguiente:

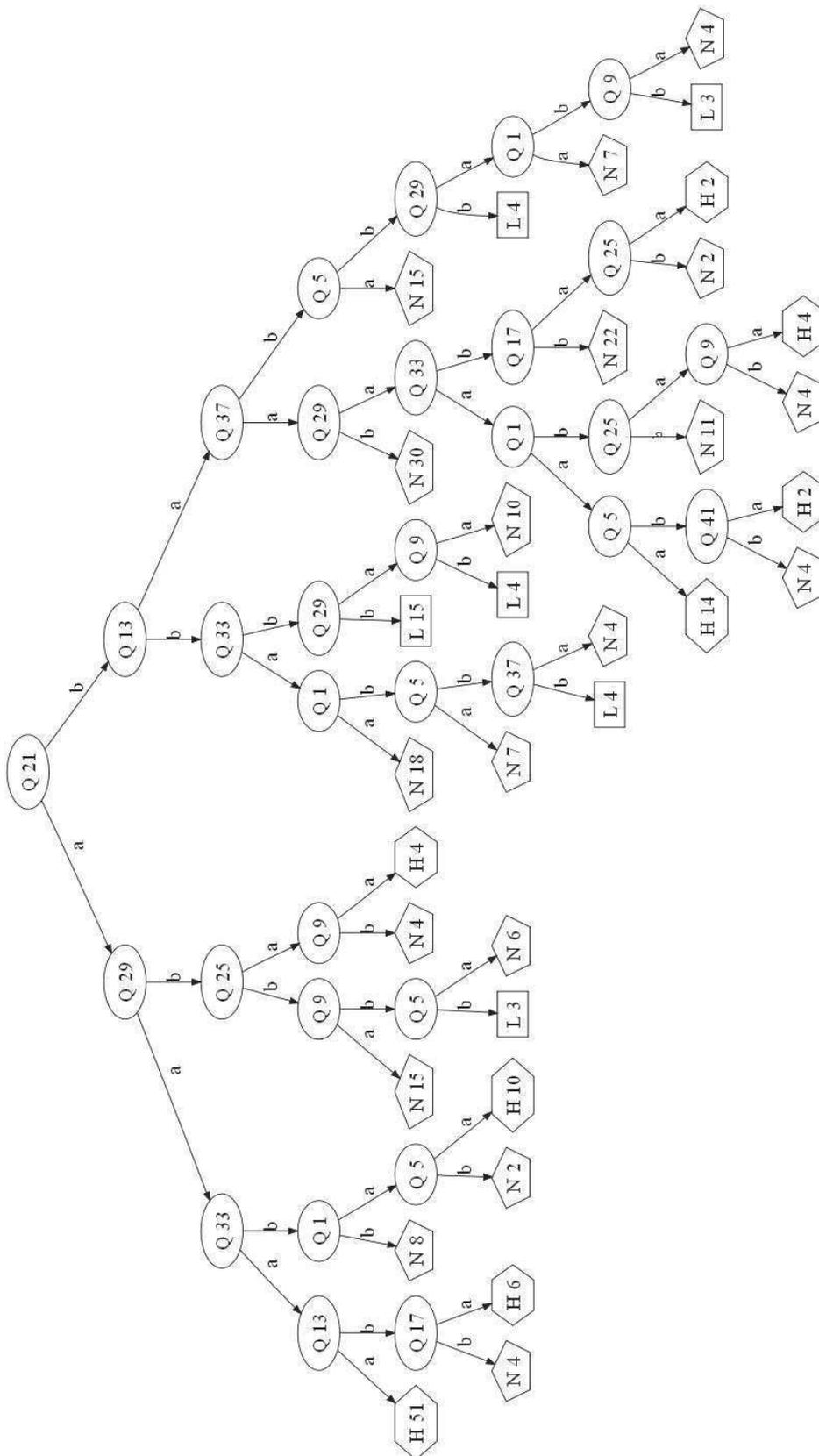


Cuestión 10 del cuestionario ILS junto con las dos posibles respuestas (“a” y “b”)

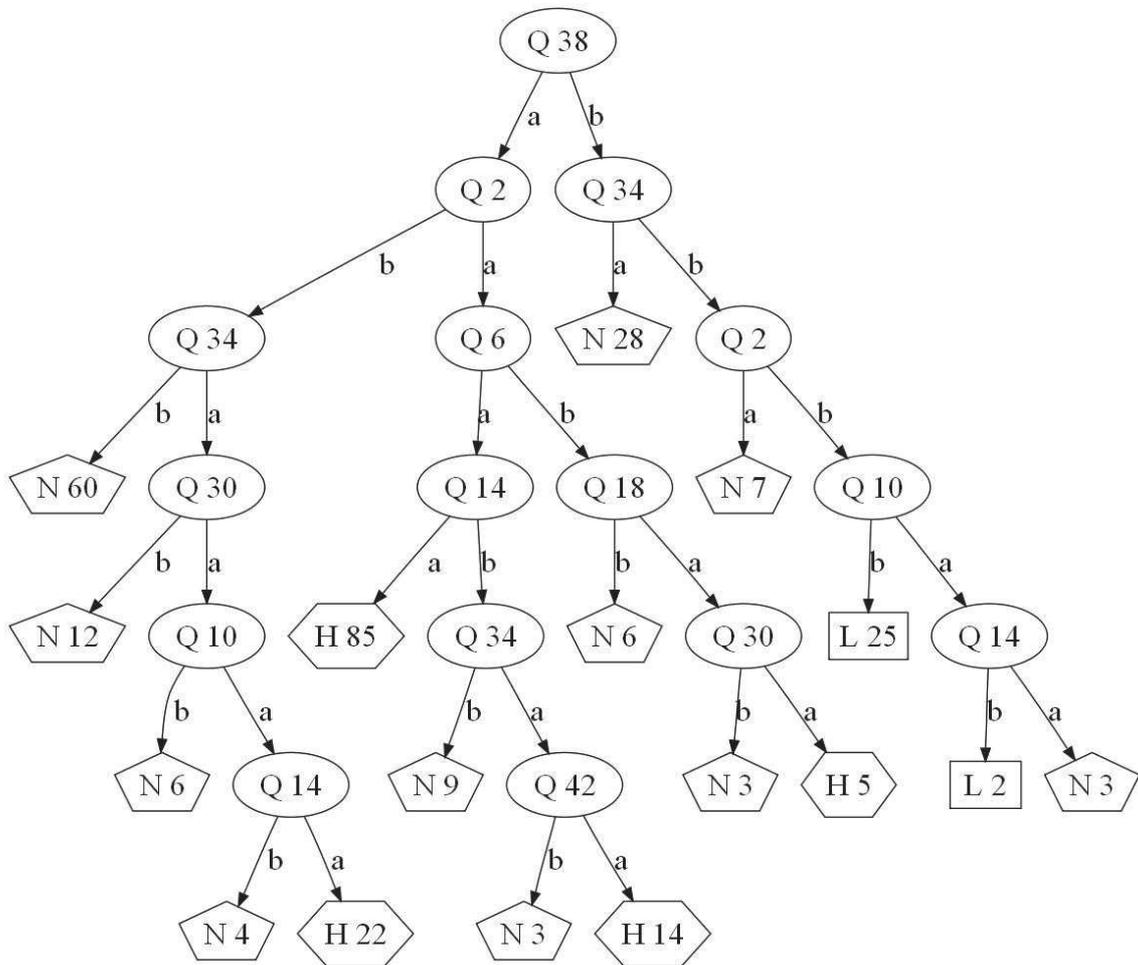
Clasificación de estudiantes como “H” (High, alto en inglés) en la dimensión que se evalúa. El número 85, significa el número de estudiantes de esos 330 que son clasificados allí.



”L” (Low, bajo en inglés) y “N” Neutro. Las cifras al igual que el caso anterior, significan el número de alumnos que han sido clasificados.



Anexo III.A Dimensión “procesar” (Activo / Reflexivo)



Anexo III.B Dimensión “percibir” (Sensorial / Intuitivo)





