

LENGOAIA ETA SISTEMA INFORMATIKOAK SAILA
DEPARTAMENTO DE LENGUAJES Y SISTEMAS INFORMÁTICOS



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

***PresenceClick*, mejorando los procesos
de enseñanza-aprendizaje mediante el
modelado de interacciones
presenciales**

MEMORIA

que para optar al Grado de Doctora en Informática presenta

Samara Ruiz Navarro

Donostia, Julio de 2017

LENGOAIA ETA SISTEMA INFORMATIKOAK SAILA
DEPARTAMENTO DE LENGUAJES Y SISTEMAS INFORMÁTICOS

eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

***PresenceClick*, mejorando los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante el modelado de interacciones presenciales**

Memoria que presenta Samara Ruiz Navarro para optar al Grado de Doctora en Informática por la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), bajo la dirección de Maite Urretavizcaya Loinaz.

Donostia, Julio de 2017

A Marta, por amor al arte

Agradecimientos

A Maite, gracias por tu confianza, tu esfuerzo y tu dedicación. Por tu sensibilidad y creatividad. Por todo lo que he aprendido contigo y porque hacemos un buen equipo. Gracias infinitas.

A Isabel, por tu disposición y aportaciones, tan acertadas siempre. Pero sobre todo por los comienzos, porque todo empezó con SBC.

A Iñaki, por ser mi compañero en este viaje. Por estar conmigo, en los momentos más difíciles y en los más divertidos. Por todo el tiempo compartido.

A todos mis compañeros del grupo GaLan y de la uni por estos años tan enriquecedores. A Ainhoa, por los cafés de máquina y tus ánimos en este último spring. A Bego F., por transmitirme tu optimismo. A Maite M., porque sin ti el grupo no es el mismo. A Mikel L., por no saber decir que no y ser el mejor compañero de equipo y de viajes. A Mikel V., por ser el mejor reviewer y tenerme siempre al día de las novedades importantes. A Bego L. y Juanmi por vuestra colaboración en el proyecto y a Ana, Jon Ander y Álex por vuestro apoyo durante estos años. A Silvia, por los ratitos que pasamos juntas. A Clemente, por tus tablas y tu inestimable ayuda cuando más lo necesitaba. A Josune, Amparo y Elena, por todos esos cafés acompañados siempre de una sonrisa, que son muchos ya...

To Erik, for being such an inspiration. Your soul will live on inside me and so many people. I feel grateful and lucky for having the opportunity to meet you.

To all my colleagues in Leuven, for including me in your group with open arms. Specially to Joris, for your fellowship before, during and after Leuven.

A Leire, Shabi y Adrián, por poner vuestro granito de arena en este proyecto.

A todos los profesores y alumnos que han participado a lo largo de todo el proyecto, sin vosotros obviamente no tendría sentido. Espero haberos ayudado de alguna forma.

A SALTO Systems (especialmente a Eduardo, Rubén e Ibón) y a José Ramón por vuestra colaboración y poner todos los medios posibles para que este proyecto se pusiera en marcha.

A mis padres, por transmitirme el valor de la educación. Ahora me toca a mí, espero saber hacerlo igual de bien. Y a mi hermano, por enseñarme que no hace falta ninguna tesis para ser alguien importante. A mi yaya, por mirarme y quererme así, por mirarte y quererte así. A toda mi familia y mi familia en Hendaya, por formar entre todos mi lugar en el mundo.

A Marta, por ser mi mayor apoyo a lo largo de los años. Por tu ayuda siempre incondicional. Porque juntas, podemos.

A India y Mara, por tanto en tan poco tiempo. Por tantas emociones nuevas y bellas. Os quiero con locura.

Para terminar, me gustaría agradecer a todos los profesores que enseñáis a aprender con pasión, porque hacéis de vuestro trabajo algo grande. Especialmente a Pili, Mari Tere y José Luis, porque siempre seréis mi primer y mejor ejemplo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen.....	VII
--------------	-----

PARTE I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	1
------------------------------------	---

CAPÍTULO 1. Introducción	3
---------------------------------------	---

1.1 Contextualización y motivación	4
1.1.1 Investigaciones del grupo GaLan.....	4
1.1.2 Aprendizaje Combinado (Blended Learning).....	5
1.1.3 Tecnologías móviles en el aula	6
1.2 Las interacciones en la enseñanza/aprendizaje.....	8
1.3 Hipótesis, objetivos y requisitos de la tesis	11
1.3.1 Objetivos de la tesis.....	12
1.3.2 Requisitos de la investigación a realizar	13
1.3.3 Estructura del método de investigación.....	15
1.4 <i>PresenceClick</i> , una herramienta para el registro, visualización y análisis de interacciones presenciales.....	17
1.4.1 Registro y Análisis de las interacciones presenciales.....	18
1.4.2 Estructura conceptual de <i>PresenceClick</i> : Una primera propuesta	18
1.5 Resumen y estructura de la memoria.....	19
Referencias	22

CAPÍTULO 2. Antecedentes y situación actual	25
--	----

2.1 Introducción.....	26
2.2 Interacciones y parámetros de presencialidad.....	27
2.2.1 Interacciones presenciales y su seguimiento	27

2.2.2	Parámetros de presencialidad	29
2.3	Analíticas del aprendizaje (Learning Analytics)	32
2.4	Minería de Datos Educativa (Educational Data Mining)	36
2.5	InterMod una metodología ágil para software interactivo	37
2.6	<i>PresenceClick</i> , una propuesta integradora	39
2.6.1	Arquitectura conceptual <i>PresenceClick</i>	40
2.6.2	Herramientas del grupo GaLan y su integración	42
2.7	Resumen y conclusiones	44
	Referencias	45
 PARTE II. MODELIZACIÓN DE INTERACCIONES		51
 CAPÍTULO 3. CLIQ, Classroom Interactions Questionnaire		53
3.1	Introducción	54
3.2	Necesidades e Hipótesis.....	55
3.3	Diseño del cuestionario CLIQ	57
3.4	Estudio preliminar: Refinando el cuestionario	58
3.4.1	Participantes	59
3.4.2	Herramientas y procedimiento.....	59
3.4.3	Resultados preliminares	60
3.4.4	Conclusiones	62
3.5	Estudio empírico: Aprendiendo de los profesores.....	63
3.5.1	Participantes	63
3.5.2	Procedimiento	63
3.5.3	Resultados.....	63
3.5.4	Conclusiones	68
3.6	Resumen y conclusiones	70
	Referencias	72
 CAPÍTULO 4. Ontología de la presencialidad. Planos de captura		73
4.1	Introducción	74
4.2	Plano de planificación general	76
4.3	Plano de Asistencia	78

4.4 Planos de Planificación y Registro de interacciones: estructura taxonómica de CLIM	79
4.4.1 Interacciones dirigidas por conocimiento.....	82
4.4.2 Interacciones dirigidas por contexto.....	91
4.5 Resumen y Conclusiones	95
Referencias	96
CAPÍTULO 5. TEAM, <i>Twelve Emotions in Academia Model</i>	99
5.1 Introducción.....	100
5.2 Modelos de emociones en educación	101
5.3 Nuestra propuesta: TEAM.....	107
5.4 Validación del modelo TEAM.....	109
5.4.1 Contexto y participantes.....	110
5.4.2 Instrumentos	110
5.4.3 Procedimiento	114
5.4.4 Resultados y discusión	116
5.5 Ontología del modelo de emociones TEAM	120
5.6 Resumen y conclusiones	122
Referencias	123
PARTE III. DEL PAPEL AL ESCENARIO	127
CAPÍTULO 6. <i>PresenceClick, monitoriza las sesiones presenciales en pocos clics</i>	129
6.1 Introducción.....	131
6.2 Contexto tecnológico de desarrollo	133
6.3 Arquitectura general: <i>webClick</i> y <i>pClick</i>	134
6.3.1 El Dispositivo de Control de Asistencia.....	137
6.4 Gestión de la Asistencia: <i>Attendance Module</i>	139
6.4.1 Planificación y Registro	140
6.4.2 Visualización	141
6.5 Control de las Emociones: <i>EmotionsModule</i>	142
6.5.1 Planificación y Registro	143

6.5.2	Visualización	145
6.6	Actividad de Preguntas-Respuestas: <i>QuizzesModule</i> y <i>qClick</i>	147
6.6.1	Planificación y registro	148
6.6.2	Visualización	150
6.7	Gestión de Ejercicios: <i>xClick</i>	153
6.7.1	Planificación y registro	154
6.7.2	Visualización	155
6.8	Gestión de las Tutorías (dudas): <i>QuestionsModule</i> . Primeros pasos.....	156
6.9	El Modelo de Grupo en <i>PresenceClick</i>	158
6.10	Resumen y Conclusiones	163
	Referencias	164

CAPÍTULO 7. De la implementación al uso: Método de evaluación e implantación.....165

7.1	Introducción	166
7.2	Proceso de evaluación general	167
7.3	Evaluación progresiva de <i>PresenceClick</i>	168
7.3.1	Método de Evaluación e Implantación.....	169
7.3.2	Calendario de Evaluación e Implantación.....	171
7.4	Evaluación de <i>AttendanceModule</i>	172
7.4.1	Primer estadio de Evaluación: Entorno Simulado.....	174
7.4.2	Segundo estadio de Evaluación: Entorno Real	175
7.4.3	Tercer Estadio de Evaluación: Prueba de Implantación	177
7.4.4	Conclusiones	181
7.5	Evaluación de <i>EmotionsModule</i>	182
7.5.1	Segundo Estadio de Evaluación: Entorno Real	183
7.5.2	Tercer Estadio de Evaluación: Prueba de Implantación	185
7.5.3	Conclusiones	188
7.6	Evaluación de <i>qClick</i> y <i>QuizzesModule</i>	189
7.6.1	Tercer Estadio de Evaluación: Prueba de Implantación	190
7.6.2	Conclusiones	194
7.7	Evaluación por registro de uso.....	195
7.8	Evaluación de accesibilidad.....	201

7.9	Resumen y Conclusiones	204
	Referencias	206
CAPÍTULO 8.	Del uso a la Predicción	209
8.1	Introducción	210
8.2	Caracterización de la muestra	211
8.2.1	Contexto y Participantes.....	211
8.2.2	Instrumentos	212
8.2.3	Procedimiento	213
8.3	Validación de la muestra.....	214
8.4	Análisis de datos y predicción	216
8.4.1	Modelos de interacción única: Matrices de Transición de Estado.....	217
8.4.2	Modelo de combinación de interacciones: Árboles de decisión	222
8.5	Resultados y discusión	224
8.6	Resumen y Conclusiones	228
	Referencias	230
CAPÍTULO 9.	Conclusiones y Líneas Futuras	233
9.1	Resumen	233
9.1.1	Enfoque del trabajo de tesis	234
9.1.2	<i>PresenceClick</i> , nuestra propuesta	235
9.2	Resultados y contribuciones	237
9.2.1	Obtención de la experiencia del profesorado: CLIQ	237
9.2.2	Modelado de las interacciones: CLIM y TEAM	238
9.2.3	Seguimiento de las interacciones presenciales: <i>PresenceClick</i>	239
9.2.4	Método de evaluación e implantación	243
9.2.5	Modelos de predicción.....	244
9.3	Lecciones aprendidas.....	245
9.4	Líneas futuras	249
9.4.1	Implantación de todos los módulos actuales	249
9.4.2	Integración y comunicación con otras plataformas.....	251
9.4.3	Integración de los Modelos de Predicción	251

9.4.4 Ampliación del Modelo del Dominio.....	252
Nuestras publicaciones.....	253
BIBLIOGRAFÍA	255
ÍNDICE DE FIGURAS	271
ÍNDICE DE TABLAS	277
ANEXO A - Acrónimos	279
ANEXO B - CLIQ: Classroom Interactions Questionnaire.....	281
ANEXO C - Emotions in Classroom: TEAMQuest (TEAMa)	291
ANEXO D - Cuestionario de usabilidad alumnado: EmotionsModule...293	
ANEXO E - Cuestionario de usabilidad alumnado: qClick.....	297

Resumen

Este trabajo de tesis propone la modelización de interacciones presenciales entre profesores y alumnos para generar conocimiento nuevo que ayude a enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante mecanismos de concienciación y reflexión. El resultado principal es la herramienta *PresenceClick*, un sistema distribuido en una plataforma web y una aplicación móvil, que permite un registro ágil de las interacciones presenciales y proporciona información a docentes y estudiantes sobre ellas mediante visualizaciones. Además de la asistencia de los alumnos de manera automática, *PresenceClick* facilita el registro de las emociones de los alumnos a través de una serie de eventos emocionales durante el curso, de preguntas-respuestas en el aula, del estado de realización de los ejercicios y de las dudas de los alumnos a resolver en tutorías. Por un lado, el alumno puede visualizar su progreso en clase en comparación al grupo con el fin de provocar un proceso de reflexión que incida en una mejora continua. Por otro lado, el profesor obtiene información sobre el progreso de sus alumnos de manera individual y grupal con el fin de promover intervenciones tempranas para adaptar la instrucción y mejorar la tasa de éxito. Además, con este fin, también se han creado modelos de predicción que permiten descubrir el éxito/fracaso de los estudiantes a partir de los datos recogidos. Se ha realizado un proceso de evaluación e implantación de la herramienta en entornos reales de aprendizaje con resultados satisfactorios.

PARTE I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1

Introducción

Esta tesis se integra en las líneas de investigación del grupo GaLan con el objetivo de enriquecer los resultados alcanzados en trabajos previos, ampliándolos con la *información relacionada con las interacciones entre profesores y alumnos en sesiones presenciales de enseñanza-aprendizaje*. En concreto, la idea que da inicio a este trabajo surge para satisfacer las necesidades abiertas por los sistemas en entorno de aprendizaje combinado, MAGAdI (Álvarez, 2010) y SIGMA (Martín, 2014), las cuales recogen y analizan las interacciones entre sistemas y personas participantes (profesores y alumnos) en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, la información relevante sobre las interacciones entre ellos en sesiones cara a cara o tutorías, debe ser almacenada explícitamente por los profesores sin ninguna ayuda añadida. Por ello, mediante la posibilidad de utilizar medios tecnológicos, nuestro esfuerzo se centra en el diseño, formalización y desarrollo de un sistema que ayude a capturar información relevante de las interacciones que suceden en sesiones presenciales.

Este capítulo describe el punto de partida del trabajo de tesis realizado. En el apartado 1.1 se presenta el entorno de investigación y la motivación en el ámbito de las herramientas desarrolladas en el grupo de investigación GaLan, los entornos de aprendizaje combinado y las tecnologías móviles. A continuación, en el apartado 1.2, se expone el concepto de interacción en los sistemas de enseñanza/aprendizaje y la necesidad de analizar las interacciones en los entornos de aprendizaje. En el apartado 1.3 se incluyen los objetivos globales de la tesis así como los requisitos para alcanzarlos. Con esta información se marca el método de investigación a seguir. Las líneas fundamentales que regirán el sistema de registro, visualización y análisis de interacciones presenciales quedan recogidas en el apartado 1.4. Finalmente se presenta un resumen y conclusiones del capítulo.

1.1 Contextualización y motivación

La motivación del trabajo desarrollado en esta tesis se enmarca en la intersección entre la investigación del grupo GaLan, los sistemas de aprendizaje combinado y las tecnologías móviles. Los siguientes apartados presentan cada uno de estos fundamentos.

1.1.1 Investigaciones del grupo GaLan

Este trabajo de tesis se ha desarrollado en el contexto del grupo de investigación en Entornos de Aprendizaje Adaptativos (GaLan) de la Universidad del País Vasco UPV/EHU (Fernández-Castro et al., 2012) que se dedica desde hace más de 25 años a la investigación sobre el desarrollo de herramientas educativas flexibles dotadas de comportamiento inteligente. A lo largo de estos años se han definido e implementado diversas plataformas de aprendizaje apoyadas por la tecnología relacionadas con la construcción y diseño de Sistemas Tutores Inteligentes (Arruarte, 1998; Elorriaga, 1998), sistemas de entrenamiento y evaluación (Ferrero, 2004), evaluación a través del lenguaje natural (Zipitria, 2011), generación automática de dominios de aprendizaje (Larrañaga, 2012; Conde, 2016) y mapas conceptuales (Rueda, 2009).

Además, una de las actividades investigadora del grupo GaLan se enmarca en el área de las herramientas de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje aprovechando las ventajas que hoy en día nos brinda el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En esta línea, se han desarrollado varios trabajos de tesis, dando lugar a diferentes plataformas educativas en el ámbito del aprendizaje combinado (Blended Learning) (Álvarez, 2010), las analíticas del aprendizaje (Learning Analytics) y las recomendaciones al estudiante (Martín, 2014), el seguimiento y evaluación de proyectos fin de grado (Villamañe, 2017), y la multiculturalidad y multilingüismo en herramientas de aprendizaje (Calvo et al., 2013, 2014). En concreto, la idea que da inicio a este trabajo surge de las líneas abiertas de los sistemas en entorno de aprendizaje combinado, MAgAdI (Álvarez, 2010) y SIGMA (Martín, 2014) para recoger y analizar las interacciones entre los actores (profesores y alumnos) en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Mientras que MAgAdI interactúa con profesores y estudiantes en un sistema de aprendizaje combinado multiasignatura alimentando las bases de datos con información de lo que sucede entre los actores y el sistema, SIGMA analiza los datos obteniendo información relevante para proporcionar avisos y realizar recomendaciones adecuadas.

Este trabajo completa la perspectiva global centrándose en el diseño, formalización y desarrollo de un sistema que ayude a capturar la información relevante de las interacciones que suceden en sesiones presenciales.

Una línea de trabajo paralela desarrollada en el grupo se sitúa en el área de las metodologías ágiles para construir sistemas interactivos (Losada, 2014) y estudiar la accesibilidad de sistemas de gestión de contenido (López et al., 2011). Esta línea se utilizará como base para desarrollar y evaluar las herramientas propuestas en esta tesis.

1.1.2 Aprendizaje Combinado (Blended Learning)

El término Aprendizaje Combinado (Blended learning), también denominado "Mixed Learning" o "Hybrid Learning", se ha definido en los últimos años de muy diversas maneras de acuerdo a distintos puntos de vista. Por ejemplo, se ha descrito como "la inclusión de múltiples enfoques de enseñanza y aprendizaje en un programa", "la combinación de distintos métodos de transmitir conocimiento", o como "una mezcla de espacios, tipos de actividades (formales e informales) y tecnologías para integrar actividades" (Rodríguez-Triana et al., 2016). Sin embargo, su acepción más corriente se refiere a "la combinación de actividades presenciales y actividades soportadas mediante tecnología" (Graham, 2016). En el sentido más extenso del término, el aprendizaje combinado se puede conceptualizar dentro de un amplio espectro determinado por dos ejes: medios tecnológicos utilizados y tipos de actividades realizadas (presenciales u online) (Picciano, 2014), como se muestra en Figura 1-1.

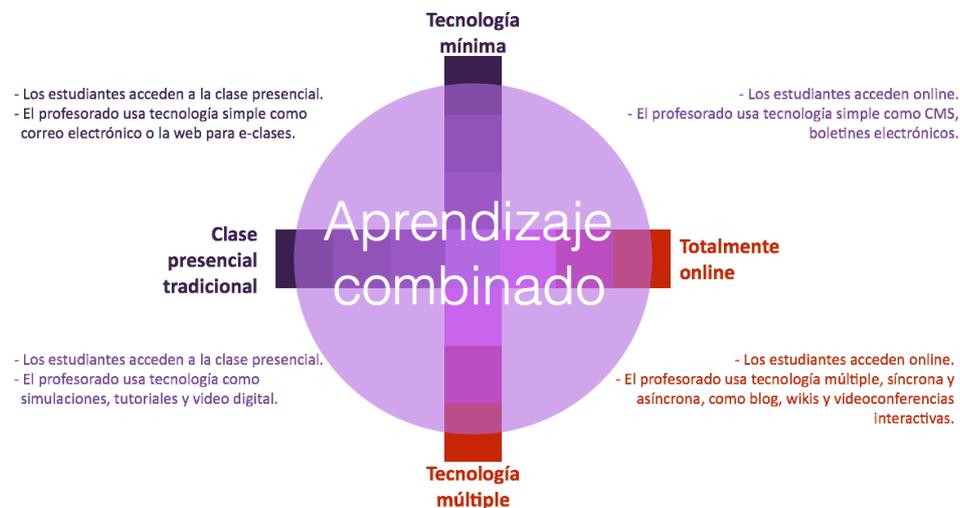


Figura 1-1. Conceptualización del Aprendizaje Combinado según (Picciano, 2014)

Generalmente los tipos de actores involucrados en los entornos de aprendizaje combinado son tres: alumno, profesor y plataforma educativa. Las plataformas más utilizadas como apoyo a las sesiones tradicionales son los sistemas de gestión del aprendizaje (*Learning Management Systems – LMS*) (Chapman, 2009) y, en menor medida, los sistemas de enseñanza adaptativos para la web (*Adaptive Intelligent Web Based Educational Systems, AIWBES*) (Brusilovsky & Peylo, 2003).

Por un lado, los LMS simplifican la administración de programas de aprendizaje y sus funcionalidades más comunes son: temarios de cursos, calendarios, gestión de contenidos, comunicación entre los usuarios del sistema y exámenes. Normalmente, proporcionan el mismo curso para todos los estudiantes almacenando una colección de recursos estáticos. Estos sistemas resultan de gran utilidad para ayudar a los alumnos en la gestión de su aprendizaje (planificación del curso, acceso a material educativo...) y en la comunicación con sus profesores o compañeros (foros, chats...). Sin embargo, no ofrecen mecanismos de adaptación ni proporcionan retroalimentación al estudiante sobre su progreso de aprendizaje. Los LMS más utilizados son Moodle¹, Blackboard² y Sakai³.

Por otro lado, los AIWES, que tienen sus antecedentes en los Sistemas Tutores Inteligentes (Nwana, 1990) y la Hipermedia Adaptativa (Brusilovsky, 2001), construyen un modelo de cada estudiante con sus metas, preferencias y conocimiento que van adaptando de modo acorde a sus necesidades, a partir de las interacciones que realiza con/en el sistema. Además, incluyen un comportamiento inteligente que incorpora algunas de las actividades que tradicionalmente ejecuta el profesor, como la propia instrucción y el diagnóstico de errores. Ejemplos de AIWES son las plataformas de aprendizaje AHA (De Bra et al., 2006), REEDM (Ainsworth & Grimshaw, 2004) y MAgADI (Álvarez, 2010).

1.1.3 Tecnologías móviles en el aula

Actualmente, las tecnologías móviles son un componente esencial en nuestra rutina diaria. Por ejemplo, el informe Deloitte⁴ manifestó que la penetración de los móviles inteligentes en España se había incrementado desde un 69% en 2013 a un 88% en 2015. Además, más del 50% de las personas consultan el móvil en los 15 primeros y últimos minutos del día y unas 41 veces al día de media. Además, otro informe

¹ <https://moodle.org>

² <https://www.blackboard.com>

³ <https://www.sakaiproject.org>

⁴ https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/es/Documents/tecnologia-media-telecomunicaciones/Deloitte_ES_TMT_Consumo-Movil-2015.pdf

presentado por Google⁵ revelaba que ya en 2012 un 59% de los usuarios utilizan sus dispositivos diariamente y que un 68% no salen de casa sin él. Esta tendencia se mantiene tanto en España como en el resto del mundo. Este cambio radical de los últimos años ha irrumpido en nuestra sociedad de igual modo que la industrialización, y esta nueva era demanda una educación acorde a ella (Sharples et al., 2010).

Un ejemplo de uso en clase son los denominados sistemas de respuesta de audiencia (*audience response systems*), también denominados “*clickers*” o “*classroom responses systems*”, que poco a poco se van introduciendo en el aula para conocer en tiempo real el conocimiento del alumno y promover la discusión en clase. Kay y Lesage revisan los beneficios que aportan estos sistemas, destacando entre ellos, el incremento de la asistencia de los alumnos a clase, del nivel de atención y de la participación (Kay & LeSage, 2009b). Sin embargo, el uso de dispositivos en el aula suele estar limitado a ordenadores personales y portátiles. El informe Pearson⁶ sobre alumnos universitarios en 2015 dice que un 42% afirma utilizar un móvil inteligente para trabajos escolares y solo un 24% una tableta. A pesar de ello, un 68% opina que las tabletas en concreto les ayudan a trabajar mejor en clase. Además, a un 40% de los estudiantes les gustaría utilizar más los dispositivos móviles en clase frente al 47% que opina que lo utilizan lo justo y tan solo el 13% que lo utilizarían en menor medida.

Son muchos los beneficios que se han relacionado con el uso de la tecnología en clase: facilita el aprendizaje centrado en el alumno, incrementa la colaboración entre profesores y alumnos, la motivación e incluso la tasa de éxito. A pesar de ello, las barreras para su integración en clase son numerosas. Tradicionalmente se ha destacado el miedo al cambio, la falta de entrenamiento, la problemática de modelizar la instrucción, el poco uso personal de la tecnología, la falta de motivación y el escaso apoyo institucional (O'Bannon & Thomas, 2015). Respecto al uso concreto de dispositivos móviles, el argumento más común en su contra hace referencia a la posible distracción del alumnado.

A pesar de ello, la combinación de una teoría constructivista con el uso de la tecnología parece la mejor opción para implementar herramientas tecnológicas que faciliten el aprendizaje, desde su planificación, incluyendo las interacciones en clase y la evaluación de rendimiento. Sin embargo, no es común que los profesores estén dispuestos a utilizar tecnologías, y menos a que éstas cambien su enfoque instructivo (Gilakjani et al., 2013). Esta falta de integración de las tecnologías

⁵ <https://web.fade.es/en/tratarDescargaDocumento.do;sessionid...?identificador=3234>

⁶ <http://www.pearsoned.com/wp-content/uploads/2015-Pearson-Student-Mobile-Device-Survey-College.pdf>

móviles en clase, y especialmente los móviles inteligentes, se considera un atraso en nuestra sociedad, en la que su uso es ya una cuestión cultural (Kraut, 2013).

1.2 Las interacciones en la enseñanza/aprendizaje

Una buena utilización de un entorno de aprendizaje combinado da lugar a un alto número y una gran variedad de interacciones entre todos los actores implicados en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Figura 1-2). En este contexto, una interacción se refiere a *cualquier tipo de comunicación entre los actores del proceso de aprendizaje conducente a producir un avance en los objetivos*. Las interacciones entre profesores y alumnos (línea de interacción **i1**) sucede durante las sesiones presenciales (*face-to-face*, F2F), ya sea en clase o en tutorías; mientras que la línea **i2** cubre las interacciones entre los sistemas de ayuda al aprendizaje y los alumnos, y la línea **i3** representa las interacciones entre los sistemas y los profesores. Con la irrupción de las TIC en educación, además de los LMS y AIWES ya citados, muchas otras herramientas no creadas con este fin, también pueden utilizarse como recursos de aprendizaje, por ejemplo, los blogs, wikis, redes sociales, etc. (Tess, 2013).

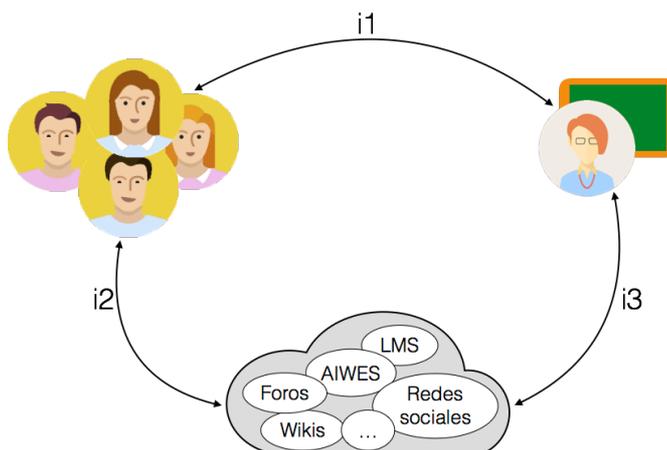


Figura 1-2. Líneas de interacción en entornos de aprendizaje combinado

Las interacciones en las sesiones presenciales (línea **i1**) pueden ser de muy diversa índole, más aún teniendo en cuenta el enfoque constructivista que destaca el papel activo del estudiante (Harel & Papert, 1991). En estos contextos, cobra protagonismo la pedagogía “aprender haciendo” donde el alumno se encarga de construir su propio conocimiento, guiado por el profesor en su rol de facilitador, hacia experiencias que cuestionen y expandan su conocimiento previo. Por tanto, las sesiones se basan en una interacción continua de los alumnos con el profesor que

involucra diversas actividades. Tal y como asume la *Hipótesis de Interacción* propuesta por VanLehn, la efectividad de la tutorización del profesor se incrementa de acuerdo al grado de interacción: cuanto más interactiva es la tutorización, más aprende el estudiante (VanLehn, 2008).

Las interacciones entre los usuarios y las herramientas de aprendizaje (líneas **i2** e **i3**) son también de muy diversa naturaleza. Los alumnos pueden leer conceptos de la asignatura, crear contenidos y realizar ejercicios, comunicarse con sus profesores y con sus compañeros, etc. Todas estas interacciones online generan información relevante que suele pasar desapercibida tanto por los profesores como por los propios alumnos. Por ejemplo, el número de veces que visitan los contenidos de aprendizaje, o el tiempo que emplean en ellos, la participación en las actividades de una asignatura, o las interacciones sociales con los compañeros pueden ser indicadores del conocimiento o de la dedicación de los alumnos.

El alumno debe ser consciente y responsable de su propio proceso de aprendizaje para mejorar y seguir aprendiendo. Es decir, debe razonar sobre las actividades realizadas, analizar y valorar sus resultados, y debe atender a las recomendaciones de los profesores. Mientras tanto, los profesores necesitan monitorizar a cada uno de sus estudiantes para conocer sus estados de conocimiento y planificar sus sesiones docentes. El nivel de dedicación, la motivación en las actividades, o las emociones que sienten respecto a los distintos contenidos pueden ser aspectos clave para determinar el progreso del alumno y detectar posibles problemas de aprendizaje. Sin embargo, esto no es una tarea fácil, especialmente en la universidad, cuando los grupos de estudiantes son numerosos y la carga de trabajo del profesor resulta absorbente. Por ejemplo, la frustración de un alumno porque no consigue finalizar una tarea o por el avance más rápido de sus compañeros puede provocar su fracaso o incluso su abandono. A menudo, el profesor no es consciente de las crisis de los estudiantes, aunque su intervención a tiempo podría ayudarles a superar estos problemas. Sin embargo, recopilar, revisar y analizar la gran cantidad de datos que surgen de las interacciones en un entorno de aprendizaje combinado es un proceso complicado y casi imposible de llevar a la práctica tanto por los profesores como por los alumnos.

El beneficio potencial derivado del análisis de los datos relativos a las interacciones entre los actores de un entorno de aprendizaje combinado (líneas de interacción **i1**, **i2** e **i3**) es incalculable para facilitar el seguimiento del alumno y enriquecer los procesos de concienciación y reflexión de los actores. Con este fin, han surgido las áreas de investigación: Analíticas del Aprendizaje (*Learning Analytics*, LA) y Minería de Datos Educativa (*Educational Data Mining*, EDM). Como presenta la Figura 1-3 los sistemas en estas áreas se nutren especialmente de los datos generados de las líneas **i2** e **i3**, quedando los datos relativos a la línea **i1**

relegados a tratamientos directos. El resultado del análisis retroalimenta a todos los actores del proceso, alumnos, profesores y la propia herramienta de aprendizaje.

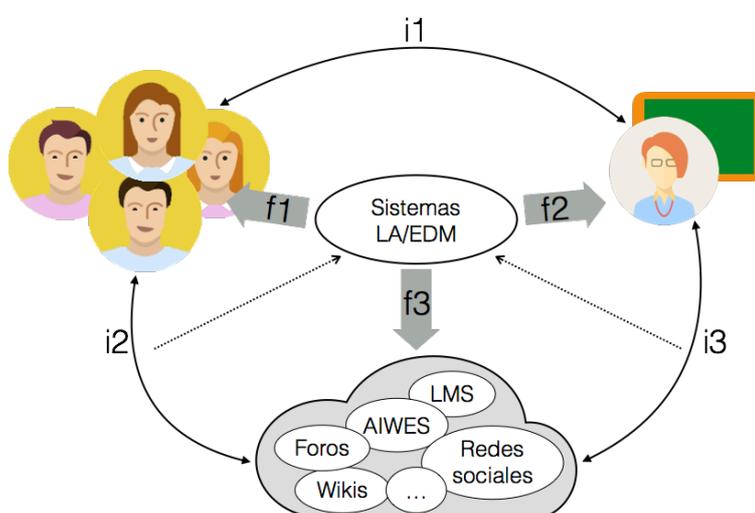


Figura 1-3. Líneas de interacción y feedback en entornos de aprendizaje combinado

Mientras que LA se centra en la interpretación de los datos mediante su visualización, EDM coloca su punto de mira en los métodos automáticos de extracción de información (Baker & Inventado, 2014). Los sistemas creados en estas áreas, a menudo difíciles de distinguir dada la línea difusa que las separa, estudian las interacciones realizadas en las herramientas mencionadas hasta ahora (LMS, AIWES, blogs, redes sociales...) y generalmente se utilizan como apoyo al aprendizaje fuera de las aulas.

Por tanto, no recogen explícitamente la información de las interacciones presenciales, tales como las preguntas que realizan los profesores a los alumnos y sus respuestas, el estado de resolución de los ejercicios, quiénes y cuántos de los estudiantes tienen dudas, ni las propias emociones de los alumnos en relación a las tareas realizadas. Por tanto, capturar las interacciones presenciales relevantes de forma no invasiva, para extraer el conocimiento implícito de estas interacciones y devolverlo en forma de visualizaciones es un reto a alcanzar. Además de las visualizaciones, los avisos y las recomendaciones a profesores y alumnos podrían mejorar en gran medida el proceso de enseñanza-aprendizaje, ayudando a detectar comportamientos erróneos.

1.3 Hipótesis, objetivos y requisitos de la tesis

La hipótesis principal de esta propuesta es que la monitorización semiautomática de las interacciones presenciales entre profesores y alumnos (línea de interacciones **i1** en la Figura 1-3) puede generar conocimiento nuevo que ayude a enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante mecanismos de concienciación y auto-reflexión sobre el progreso de los alumnos y por ende, obtener una mejora en los resultados.

Con el objeto de ilustrar el escenario sobre el que se plantea esta hipótesis, a continuación, se describen dos historias de usuario: un día típico de clase desde la perspectiva de una alumna (Mara) y su profesora (India) que contextualizan la situación educativa actual en la universidad. En la descripción se apunta el comportamiento deseado de una herramienta de ayuda que cubra las necesidades detectadas.

“Mara es una alumna de primer curso del grado de Ingeniería Informática. Normalmente va a clase con su portátil porque le gusta tomar apuntes de manera rápida y estar conectada a Moodle. Suele escribir las dudas que se le ocurren o resuelve los ejercicios para tenerlos siempre accesibles. También lleva siempre su Smartphone, que suele usar para leer el mail en cualquier momento. Se ha apuntado a evaluación continua en todas las asignaturas que la ofrecían.

En cada asignatura hay de media unos 80 estudiantes en lista, aunque asisten bastantes menos. Muchos profesores pasan una hoja de firmas. A Mara le parece un sistema arcaico. Además, ya que se molesta en firmar, le gustaría saber en cualquier momento cómo va su asistencia y si llega bien a la evaluación continua.

Mara es una persona introvertida que no suele responder a las preguntas de su profesora, y aunque sepa la respuesta no acostumbra a levantar la mano. Cuando tiene dudas en las sesiones de ejercicios pierde mucho tiempo sin avanzar porque tampoco avisa a la profesora y por tanto la profesora no detecta cuando se atasca. A pesar de sentir un gran interés por la asignatura, en el último laboratorio se frustró mucho porque no le salía una de las prácticas, pero le da vergüenza asistir sola a tutorías, parece que el resto de compañeros saben hacer los ejercicios. Le gustaría tener información sobre el grupo para compararse.

En su vida personal utiliza varias aplicaciones como Fitbit o Nike plus, donde visualiza su ejercicio físico y se compara con otros usuarios. Le resultan muy motivadores y atrayentes, y siempre le gusta probar ese estilo de aplicaciones en áreas de su interés.”

“India imparte clases en el Grado en Ingeniería Informática. Lleva 18 años dando clases en la Facultad de Informática. Antes se limitaba a dar clases magistrales y pedir que los alumnos realizaran ejercicios en los laboratorios, pero desde la llegada de Bolonia ha adoptado estilos más dinámicos de docencia. En algunas de sus asignaturas tiene muchos alumnos matriculados, hasta 80 por grupo.

Quiere que el alumno se implique más en clase, no quiere verlos aburridos y desea conocer si le atienden y le entienden. Le gustaría interactuar con sus alumnos para conocer lo que han aprendido. En el nuevo modelo que va adoptando, entre otras cosas está convencida de que la asistencia es fundamental para que los alumnos alcancen los objetivos de la asignatura. Por ello, hace tiempo que controla la asistencia para obtener estadísticas y conocer a sus estudiantes. India pasa cada día una hoja para que sus estudiantes firmen, y luego transfiere la información de los asistentes a hojas Excel. Sin embargo, este proceso es pesado, especialmente en los grupos numerosos.

Por otro lado, India ha oído hablar de unos aparatos que sirven para responder preguntas en clase y le parece una idea genial, pero le da un poco de reparo ser la primera en utilizarlos en su facultad. En el departamento no disponen de tanto dinero para los dispositivos, y su uso será reducido. También le gustaría controlar mejor los ejercicios que van realizando los alumnos en las sesiones prácticas y quiénes tienen dudas en su realización, y cuántos y cuáles son. Le da la sensación de que no atiende a los alumnos en clase como le gustaría, además, a pesar de su insistencia, no consigue que hagan uso de las sesiones de tutoría donde les podría atender mejor individualmente o en grupos pequeños.

Cada nuevo curso se encuentra con alumnos que suspenden en contra de su propia percepción. Le hubiese gustado conocer estas situaciones a tiempo para procurar evitarlas.”

1.3.1 Objetivos de la tesis

A partir de la hipótesis planteada, el objetivo general de la tesis es:

Proporcionar a profesores y estudiantes mecanismos tecnológicos para registrar los eventos en contextos de aprendizaje combinado. Estos eventos se hacen visibles en las interacciones que ocurren en el desarrollo de las actividades de aprendizaje, o bien pueden deducirse de un proceso introspectivo del actor del evento (alumno o profesor). Definir el tratamiento de esta información múltiple de modo que produzca resultados y conclusiones que permitan a profesores y estudiantes mejorar los procesos de aprendizaje.

Además, se especifican dos objetivos relacionados con cada uno de los actores del proceso, profesores y estudiantes:

- Objetivo de la tesis desde la perspectiva del estudiante:

Obtener información sobre el propio proceso de aprendizaje en comparación con el grupo que le permita reflexionar para mejorar su progreso y evitar su fracaso.

- Objetivo de la tesis desde la perspectiva del profesor:

Obtener información general sobre el proceso de aprendizaje global e individual de cada estudiante que promueva intervenciones tempranas para adaptar las actividades individualmente o en grupo y mejorar la tasa de éxito.

1.3.2 Requisitos de la investigación a realizar

Partiendo de estos objetivos generales, surgen una serie de necesidades (requisitos) que se deben cubrir para asegurar el éxito de la investigación que se propone. A continuación, planteamos algunas cuestiones sobre los objetivos propuestos cuyas respuestas permiten establecer las necesidades y requisitos.

- ¿Qué interacciones presenciales permitirán conocer mejor el estado formativo del grupo?

Durante el desarrollo de una sesión presencial, no todas las interacciones que suceden entre los actores tienen la misma importancia. Incluso no todas las actividades realizadas presencialmente o fuera del aula pueden dar pistas igual de significativas para derivar los estados de aprendizaje: motivación, participación, conocimiento, etc. Además, las actividades propuestas en una asignatura, no sólo dependen de las inquietudes del profesor, sino también de las propias características y objetivos de aprendizaje de la asignatura. Por ello, es fundamental *determinar las interacciones más significativas para los profesores (reqInteracción), y formalizarlas (reqFormalización).*

Necesidad 1: *Identificar previamente las interacciones presenciales a registrar y formalizarlas (reqInteracción y reqFormalización)*

- ¿Es posible realizar el seguimiento de los alumnos incluso en grupos grandes?

Es lógico pensar que en grupos grandes de alumnos es prácticamente imposible realizar un seguimiento eficaz del progreso de cada uno de ellos, dada la carga que supondría para el profesor. Sin embargo, el uso de la tecnología puede disminuir significativamente dicha carga. Así, se propone que los profesores (sobre todo en grupos grandes) *usen medios tecnológicos*

como apoyo en clase para capturar y poder hacer seguimiento de lo que sucede en clase.

Necesidad 2: *Incorporar tecnología en las aulas para registrar lo que en ellas sucede (reqTecnológico)*

→ **¿Cómo superamos las barreras tradicionales del uso de la tecnología?**

Como se ha comentado anteriormente, se han detectado numerosas barreras a la hora de implantar el uso de la tecnología en las aulas. Una de ellas podría ser la escasa destreza del profesor en el uso de la tecnología debida a la falta de entrenamiento. Además, un aspecto que preocupa mucho a los docentes es la distracción de los alumnos. Por ello, partiendo de la base de que los nativos no digitales son más reacios al uso de la tecnología y necesitan más motivación para perder el miedo a su mal uso y para evitar las distracciones de los alumnos es necesario *implementar una herramienta intuitiva cuya curva de aprendizaje sea fácil de superar y evite la distracción de los estudiantes.*

Necesidad 3: *Tener una herramienta intuitiva y simple (reqSimple)*

→ **¿En una asignatura concreta qué interacciones considera cada profesor más necesarias para hacer el seguimiento a sus alumnos?**

Ya se ha visto que las interacciones que ocurren en clase representan un factor clave para el éxito del estudiante en la asignatura, especialmente en enfoques centrados en el alumno. Es razonable pensar, que cada profesor-asignatura describe un contexto diferente en el que impartir docencia, por lo que las necesidades de registro pueden variar y en consecuencia, la herramienta debe ajustarse permitiendo un registro personalizado. Por ello y según cada contexto los profesores están interesados en *registrar sólo aquellas interacciones más destacadas de lo que ocurre en clase para recibir información sobre el progreso de los alumnos.*

Necesidad 4: *Tener una herramienta modular y personalizable (reqPersonalizable)*

→ **¿Cómo podemos saber qué alumnos están en clase para registrar sus interacciones sin perder tiempo?**

Es indispensable saber los alumnos que están en clase para poder asociar su comportamiento en cada momento. Suponiendo que este conocimiento es muy ventajoso para los profesores, planteamos *obtener en tiempo real y de forma automática la lista de los alumnos asistentes a la sesión, sin que se requiera un trabajo extra.*

Necesidad 5: *Controlar automáticamente y en tiempo real la asistencia de los alumnos (reqAsistencia)*

- ¿Qué mecanismos de transmisión de información pueden generar en los usuarios procesos de concienciación y reflexión adecuados para su aprendizaje?

La información visual, estructurada y gráfica es de fácil y rápida asimilación y comprensión. Por ello, la visualización de interacciones puede ser un mecanismo adecuado para ayudar a profesores y estudiantes en un proceso de introspección que les permita entender la peculiaridad de las actividades que realizan y reflexionar sobre ellas. Por este motivo, es un requisito indispensable como apoyo a profesores y alumnos en el seguimiento de su progreso, *crear visualizaciones concisas, claras e impactantes, tanto de manera individual como grupal.*

Necesidad 6: *Visualizar el comportamiento individual y grupal (reqVisual)*

- ¿Es posible detectar a los estudiantes que se encuentran en riesgo de fracaso o abandono de la asignatura a través del registro de interacciones presenciales?

El fracaso y abandono de la asignatura es un problema común en la universidad. Por ello, son muchos los estudios que se han llevado a cabo para detectar problemas y predecir el resultado de los alumnos con tiempo suficiente como para poder evitarlo. Partiendo de la base de que registrar las interacciones permite crear modelos de predicción de alumnos en riesgo de fracaso, es necesario *establecer las interacciones que permiten predecir los estudiantes en riesgo de fracaso (reqInteracción, reqPersonalizable) y proponer modelos de predicción visuales para abordar el fracaso (reqPredicción).*

Necesidad 7: *Identificar los alumnos en riesgo mediante modelos de predicción (reqPredicción)*

1.3.3 Estructura del método de investigación

La estructura del método seguido se basa en 4 fases iterativas no necesariamente secuenciales y de vuelta atrás en procesos de refinamiento continuo (Figura 1-4). En primer lugar, se ha realizado una revisión bibliográfica sobre las interacciones presenciales y no presenciales, y un estudio empírico en el que participaron un conjunto de profesores en un proceso de introspección para obtener información sobre su experiencia (*reqInteracción*). A partir de las necesidades, creencias y deseos del profesorado en lo concerniente a las interacciones directas con sus alumnos, se

han identificado las actividades relevantes de aprendizaje que habitualmente se realizan en sesiones presenciales. Aunque el estudio empírico se focaliza a nivel universitario, es extrapolable a otros estadios de la educación, como por ejemplo, primaria, bachiller, etc. Como resultado se ha obtenido un conjunto de interacciones relevantes a clasificar y formalizar para establecer las bases del esquema conceptual que ha permitido su instanciación posterior en un sistema (*reqFormalización*).

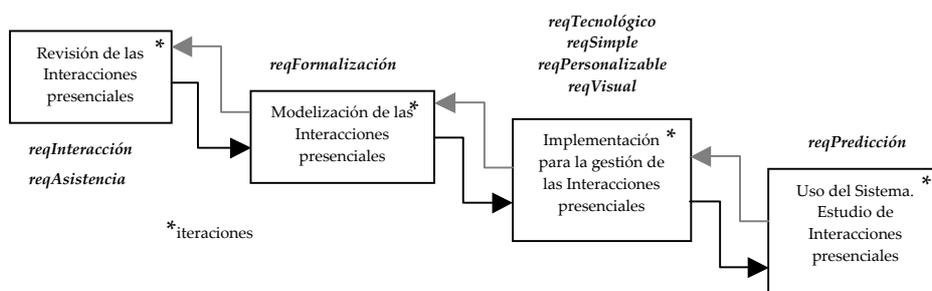


Figura 1-4. Estructura del método de investigación

La herramienta objetivo se ha diseñado para ser fácil de utilizar, proporcionar información relevante a los profesores y motivar su uso. Además, para evitar la distracción de los estudiantes con mucha información, se ha diseñado una versión restringida (*reqSimple*). La herramienta permite a los profesores elegir las interacciones que consideran importantes y desean registrar para el desarrollo general de su asignatura (*reqPersonalizable*). Uno de los aspectos relevantes ha sido disponer de la información de los estudiantes asistentes en el aula. Por ello, detectar en tiempo real los alumnos que se encuentran en clase para evitar su firma diaria en la hoja de asistencia y su posterior manipulación por el profesor (*reqAsistencia*) también ha sido un requisito de la herramienta. Las posibilidades que nos brindan las tecnologías móviles, permite realizar todas las transacciones de información de manera rápida sin interrumpir el proceso de instrucción (*reqTecnológico* y *reqSimple*). Asimismo, se han proporcionado mecanismos que favorecen su comprensión (*reqVisual*) de manera que su impacto en las aulas propicie un cambio en los métodos pedagógicos del profesor y en la actitud de los alumnos, en caso necesario. Finalmente, se ha estudiado la posibilidad de crear modelos a partir de los datos de uso de la herramienta para descubrir los estudiantes que estén en riesgo de fracaso o abandono (*reqPredicción*).

1.4 *PresenceClick*, una herramienta para el registro, visualización y análisis de interacciones presenciales

Como respuesta a los objetivos y necesidades descritas en este trabajo se plantea como propuesta tecnológica la herramienta *PresenceClick* que permite a los profesores y alumnos realizar un seguimiento de las interacciones sucedidas en sesiones tradicionales de manera semiautomática sin entorpecer el curso de la sesión.

En el seguimiento de las interacciones se distingue un proceso en tres fases: *planificación*, *registro* y *visualización* (Figura 1-5).

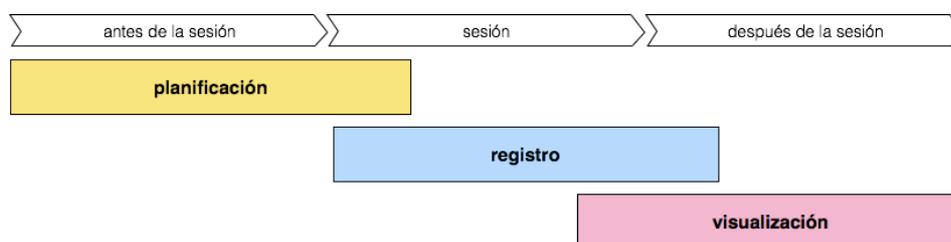


Figura 1-5. Fases en el seguimiento de las interacciones

La *planificación* de las interacciones abarca la fase en la que el profesor diseña las actividades de instrucción para trabajar en el aula con sus alumnos. Generalmente, esto ocurre antes de la sesión, aunque en ocasiones, y debido a la dinámica de la clase, el profesor puede realizar cambios en tiempo real y replanificar el tiempo dedicado a ciertas actividades, incluyendo algunas nuevas o eliminando las que no son necesarias. La captura de información sobre la asistencia a clase e interacciones in situ se establece en una fase de *registro* en la propia sesión de aprendizaje. Es posible que algunas interacciones se puedan registrar una vez finalizada, como por ejemplo, las dudas de los alumnos, que normalmente se resuelven a través del correo electrónico o en tutorías. Finalmente, la fase de *visualización* de interacciones permite proyectar la información de las sesiones presenciales proporcionando mecanismos de concienciación y auto-reflexión.

Además, el análisis de estas interacciones posibilita la generación de modelos de predicción que ayuden a evitar el fracaso y abandono de la asignatura.

El subapartado 1.4.1 presenta el alcance de esta tesis y el subapartado 1.4.2 introduce la estructura conceptual de la herramienta *PresenceClick-monitorea las sesiones presenciales en pocos clics*.

1.4.1 Registro y Análisis de las interacciones presenciales

La Figura 1-6 resume las líneas de interacción entre todos los actores del aprendizaje (en entorno combinado) y el flujo de retroalimentación a profesores y estudiantes. Para alcanzar los objetivos marcados en la tesis, se deben diseñar procesos no costosos ni en recursos, ni en tiempo, que permitan registrar las interacciones relevantes. Por ello, la comunicación entre profesores y estudiantes en sesiones presenciales se realizará mediante dispositivos móviles que capturen la información relevante de las interacciones que surjan entre ellos (línea **i1**).

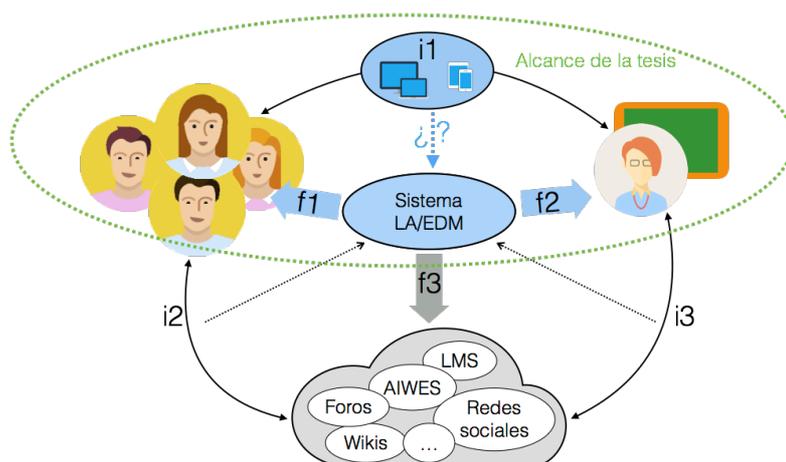


Figura 1-6. Líneas de interacción y feedback en entornos combinados y su relación con esta tesis

Una vez obtenida esta información, la herramienta (enmarcada en las áreas LA y EDM) proporcionará retroalimentación sobre el progreso en la asignatura (flechas **f1** y **f2**), y ofrecerá además la posibilidad de aumentar las bases de conocimiento de los sistemas de ayuda al aprendizaje con información relevante (flecha **f3**). El alcance de este trabajo se ha restringido a la retroalimentación directa a estudiantes y profesores (flechas **f1** y **f2**), mientras que su integración con terceros sistemas (flechas **f3**) se abordará en líneas futuras.

1.4.2 Estructura conceptual de *PresenceClick*: Una primera propuesta

La estructura conceptual de *PresenceClick* ofrece un espacio de trabajo especializado para cada rol de usuario (profesor y alumno) conectados mediante una Capa de Conocimiento compartida. Tanto el espacio del profesor como el del alumno se encuentran distribuidos entre un *sistema web* y un *sistema móvil* (Figura 1-7). Por un

lado, el *sistema web* llamado *webClick* está enfocado a las fases de *planificación* y *visualización* de las interacciones. Por otro lado, y dadas las posibilidades de agilidad e inmediatez que proporcionan los dispositivos móviles, el *sistema móvil* llamado *pClick* está enfocado al *registro* de interacciones presenciales. Finalmente, la capa de conocimiento está formada por el conjunto de datos sobre las interacciones registradas que permiten el flujo de información de manera inmediata entre ambos espacios.

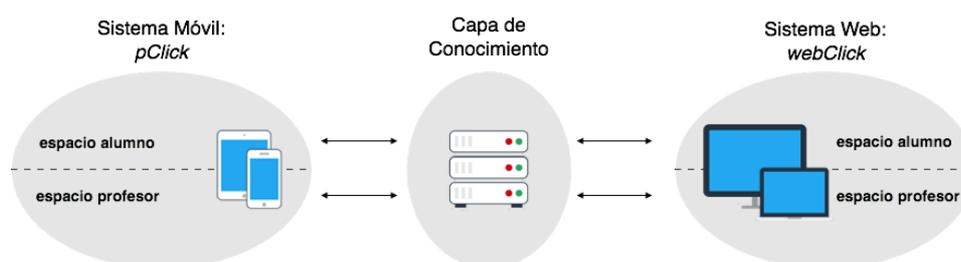


Figura 1-7. Estructura conceptual de *PresenceClick*

1.5 Resumen y estructura de la memoria

En este capítulo se ha contextualizado el trabajo desarrollado en la tesis como intersección de los trabajos del grupo de investigación GaLan, las áreas del aprendizaje combinado y las tecnologías móviles.

Como base y fundamento de los desarrollos realizados se han estudiado las *interacciones* generales que suceden en los entornos de enseñanza/aprendizaje combinado, y las características relacionadas con las *sesiones presenciales*. Enmarcado el trabajo, se ha planteado como hipótesis de partida que la monitorización semiautomática de las interacciones presenciales entre profesores y alumnos puede generar conocimiento nuevo que ayude a enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

A partir de esta hipótesis se establece como objetivo proporcionar a *profesores y estudiantes un entorno tecnológico para registrar estas interacciones y ofrecer mecanismos de concienciación y auto-reflexión sobre el progreso de los alumnos a partir de la información procesada, con el fin último de provocar un impacto en las aulas.*

Para ello, se necesitan mecanismos para registrar y mostrar las actividades que se realizan en las sesiones. Todo el proceso de obtención y acceso a dicha información debe ser sencillo y fácil, minimizando la sobrecarga de tareas y evitando la pérdida de tiempo en clase. Además, debe incluir mecanismos que detecten cuanto antes el grupo de estudiantes en riesgo de fracaso para intervenir a

tiempo. Este objetivo general se especifica en objetivos particulares desde la perspectiva de los estudiantes y los profesores. Para los primeros, el objetivo específico es obtener la información sobre los procesos de aprendizaje que les permita reflexionar para mejorar su propio progreso. La información mostrada debe incluir la del grupo para propiciar su comparación situándole en el estado general de la clase, y promover así la motivación y reflexión. Para los segundos, obtener información sobre los procesos de aprendizaje que permita intervenir y adaptar las actividades individualmente o en grupo. La información mostrada debe incluir tanto la de cada estudiante individual como la global del grupo. Además, la herramienta debe ser personalizable para registrar sólo lo que el profesor considere que mejor se adapte a cada asignatura. Resumiendo, la herramienta debe capturar las interacciones en clase, analizarlas y devolver la información a profesores y alumnos mediante visualizaciones para incrementar su conocimiento sobre la situación actual de la clase.

Para abordar estos objetivos y requisitos establecidos se propone el uso de las nuevas tecnologías, como dispositivos móviles, y se justifica su introducción en las aulas. Como resultado, se plantea el desarrollo del sistema *PresenceClick- monitoriza las sesiones presenciales en pocos clics*. La estructura conceptual del sistema está dividida en dos espacios diferenciados para profesores y estudiantes, y distribuido en dos subsistemas: *webClick* (sistema web) y *pClick* (sistema móvil).

Esta memoria se compone de tres partes con nueve capítulos que abordan las bases y el desarrollo del trabajo de tesis.

La Parte I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS, presenta la base teórica en la que se apoya el desarrollo de la herramienta *PresenceClick*. El primer capítulo ha planteado la problemática a resolver y ha propuesto una visión general de la estructura conceptual de la herramienta objetivo. El segundo capítulo describe las interacciones y los parámetros de presencialidad que rodean a una sesión de aprendizaje, y expone las áreas en las que se sitúa el trabajo de investigación de esta tesis, las áreas Analíticas del Aprendizaje y Minería de Datos Educativa. Además, se presenta la metodología ágil InterMod (desarrollada en el grupo GaLan) utilizada para el desarrollo y evaluación de *PresenceClick*. Finalmente presenta la arquitectura conceptual de esta herramienta.

La Parte II: MODELIZACIÓN DE INTERACCIONES, detalla en el capítulo 3 el proceso de captura de la experiencia del profesor a través del cuestionario CLIQ, para determinar las interacciones más relevantes en el aula. El capítulo 4 se corresponde con la modelización y formalización de los planos de captura del conocimiento, desde la planificación general y la asistencia hasta la planificación y registro de interacciones (modelo CLIM). El capítulo 5 presenta el modelo de emociones TEAM (incluido en CLIM) y su validación.

La Parte III: DEL PAPEL AL ESCENARIO, expone el proceso llevado a cabo desde la concepción inicial de *PresenceClick* hasta desplegar la herramienta en los escenarios reales de enseñanza-aprendizaje. En primer lugar, el capítulo 6 presenta la arquitectura detallada e implementación de *PresenceClick*. El capítulo 7 expone los métodos de evaluación e implantación llevados a cabo para integrar la herramienta en el uso diario de profesores y alumnos. El capítulo 8 presenta los modelos de predicción obtenidos a partir de los datos almacenados de su uso. Para concluir, el capítulo 9 resume el proyecto extrayendo sus contribuciones, lecciones aprendidas y líneas futuras de trabajo.

NOTA: Dada la extensión del trabajo y las variadas temáticas que trata, cada capítulo incluye sus propias referencias bibliográficas y un apartado de conclusiones. Además, en el inicio de cada capítulo se presentan las contribuciones de la tesis.

Referencias

- Ainsworth, S., & Grimshaw, S. (2004). Evaluating the REDEEM Authoring Tool: Can Teachers Create Effective Learning Environments? *Int. J. Artif. Intell. Ed.*, 14(3,4), 279–312.
- Álvarez, A. (2010). *MAgAdI, a proposal for a multi-agent adaptive framework for blended learning* (LSI). University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Arruarte, A. (1998). *Herramientas de ayuda para la construcción de Sistemas Educativos Inteligentes* (LSI). University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics. In J. A. Larusson & B. White (Eds.), *Learning Analytics* (pp. 61–75). New York, NY: Springer New York. doi:10.1007/978-1-4614-3305-7_4
- Brusilovsky, P. (2001). Adaptive Hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11(1), 87–110. doi:10.1023/A:1011143116306
- Brusilovsky, P., & Peylo, C. (2003). Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems. *Int. J. Artif. Intell. Ed.*, 13(2–4), 159–172.
- Calvo, I., Arruarte, A., Elorriaga, J. A., Larranaga, M., & Mccalla, G. (2013). Identifying Meaningful Concept Map Elements from a Cultural Perspective (pp. 250–252). IEEE. doi:10.1109/ICALT.2013.77
- Calvo, I., Lasa, A. A., Elorriaga, J. A., & Larrañaga, M. (2014). Work in Progress: Multicultural Concept Map Editor. In *UMAP Workshops*. Citeseer. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.664.1404&rep=rep1&type=pdf>
- Chapman, D. D. (2009). Introduction to Learning Management Systems. In Patricia L. Rogers, Gary A. Berg, Judith V. Boettcher, Caroline Howard, Lorraine Justice, & Karen D. Schenk (Eds.), *Encyclopedia of Distance Learning, Second Edition* (pp. 1280–1286). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-60566-198-8.ch183
- Conde, A. (2016). *LiDom Builder: Automatising the Construction of Multilingual Domains* (LSI). University of the Basque Country, UPV/EHU.
- De Bra, P., Smits, D., & Stash, N. (2006). Creating and Delivering Adaptive Courses with AHA! In W. Nejdl & K. Tochtermann (Eds.), *Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing: First European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2006 Crete, Greece, October 1-4, 2006 Proceedings* (pp. 21–33). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/11876663_4
- Elorriaga, J. A. (1998). *Planificación de la Instrucción en Sistemas Tutores Inteligentes Evolutivos desde un Enfoque de Razonamiento Basado en Casos* (LSI). University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Fernández-Castro, I., García-Alonso, A., Urretavizcaya, M., Arruarte, A., Elorriaga, J. A., Ferrero, B., Álvarez, A., López-Gil, J. M., Zipitria, I., Larrañaga, Losada, B., Martín, M., Ruiz, S., Calvo, I., Villamañe, M., Conde, A., Reina, D. (2012).

- GaLan (Entornos de Aprendizaje Adaptativos, Lenguajes y Sistemas Informáticos), UPV/EHU. *IE Comunicaciones. Revista Iberoamericana de Informatica Educativa, ADIE*, 15, 47–56.
- Ferrero, B. (2004). *DETECTive: un entorno genérico e integrable para diagnóstico de actividades de aprendizaje. Fundamentos, diseño y evaluación (LSI)*. University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Gilakjani, A. P., Leong, L.-M., & Ismail, H. N. (2013). Teachers' Use of Technology and Constructivism. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 5(4), 49–63. doi:10.5815/ijmeecs.2013.04.07
- Graham, C. R. (2016). Blended learning systems: Definitions, current trends and future directions. In *The Handbook of blended learning: Global perspectives, local designs* (C. J. Bonk, C. R. Graham., pp. 3–21). San Francisco: Pfeiffer.
- Harel, I., & Papert, S. (1991). *Constructionism*. Norwood: Ablex Publishing.
- Kay, R. H., & LeSage, A. (2009). Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of the literature. *Computers & Education*, 53(3), 819–827. doi:10.1016/j.compedu.2009.05.001
- Kraut, R. (2013). *Policy guidelines for mobile learning*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Larrañaga, M. (2012). *Semi-Automatic Generation of Learning Domain Modules for Technology Supported Learning Systems (LSI)*. University of the Basque Country, UPV/EHU.
- López, J., Pascual, A., Masip, L., Granollers, T., & Cardet, X. (2011). Influence of web content management systems in web content accessibility. *Human-Computer Interaction–INTERACT 2011*, 548–551.
- Losada, B. (2014). *InterMod: Un enfoque ágil, dirigido por modelos y centrado en el usuario, para desarrollar aplicaciones interactivas (LSI)*. University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Martín, M. (2014). *Análisis de interacciones de aprendizaje y generación de avisos multi-usuario en entornos combinados (LSI)*. University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Nwana, H. S. (1990). Intelligent tutoring systems: an overview. *Artificial Intelligence Review*, 4(4), 251–277. doi:10.1007/BF00168958
- O'Bannon, B. W., & Thomas, K. M. (2015). Mobile phones in the classroom: Preservice teachers answer the call. *Computers & Education*, 85, 110–122. doi:10.1016/j.compedu.2015.02.010
- Picciano, A. (2014). Big Data and Learning Analytics in Blended Learning Environments: Benefits and Concerns. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 2(7), 35. doi:10.9781/ijimai.2014.275
- Rodríguez-Triana, M. J., Prieto, L. P., Vozniuk, A., Boroujeni, M. S., Schwendimann, B. A., Holzer, A. C., & Gillet, D. (2016). Monitoring, Awareness and Reflection in

- Blended Technology Enhanced Learning: a Systematic Review. *International Journal of Technology Enhanced Learning*.
- Rueda, U. (2009). *Desarrollo de software reutilizable de Mapas Conceptuales y estudio de su aplicación en contextos de aprendizaje y en los Modelos Abiertos de Estudiante (LSI)*. University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Sharples, M., Taylor, J., & Vavoula, G. (2010). A Theory of Learning for the Mobile Age. In B. Bachmair (Ed.), *Medienbildung in neuen Kulturräumen* (pp. 87–99). VS Verlag für Sozialwissenschaften. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-92133-4_6
- Tess, P. A. (2013). The role of social media in higher education classes (real and virtual) – A literature review. *Computers in Human Behavior*, 29(5), A60–A68. doi:10.1016/j.chb.2012.12.032
- VanLehn, K. (2008). The Interaction Plateau: Answer-Based Tutoring < Step-Based Tutoring = Natural Tutoring. In B. P. Woolf, E. Aïmeur, R. Nkambou, & S. Lajoie (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems* (Vol. 5091, pp. 7–7). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from <http://www.springerlink.com/content/8x614214xw34n52q/>
- Villamañe, M. (2017). *Análisis y mejora de los marcos actuales de desarrollo y evaluación de los Trabajos Fin de Grado mediante el uso de las TIC (LSI)*. University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Zipitria, I. (2011). *From Human to Automatic Summary Grading (LSI)*. University of the Basque Country, UPV/EHU.

2

Antecedentes y situación actual

La puesta en marcha de distintos modelos pedagógicos junto a la posibilidad de incluir medios tecnológicos en las aulas ha dado lugar a múltiples escenarios pedagógicos que el profesor ha de gestionar en tiempo real en las sesiones de aprendizaje. Estos escenarios pueden integrar actividades individuales (ej. leer), trabajo en grupo (ej. resolución de ejercicios) y actividades para la clase en general (ej. clase magistral). Algunas de estas actividades pueden necesitar el ordenador, y otras no. Algunas se pueden realizar en sesiones presenciales y otras online. Estos nuevos modelos se reflejan en la integración técnica de diferentes herramientas (simulaciones, test, wikis, etc.) distribuidas en diversos artefactos (portátiles, sensores, tabletas, etc.). La manera de gestionar la integración de distintos escenarios pedagógicos alude al término “*Orquestación*” (Dillenbourg, 2013). Con la acuñación de este nuevo término en la educación, un número creciente de investigadores ha tratado de formalizarlo ofreciendo un marco teórico a su alrededor, como por ejemplo (Prieto et al., 2015).

Para poder abordar satisfactoriamente los procesos educativos llevados a cabo a través de los modelos pedagógicos deseados, es necesario aplicar técnicas que permitan descubrir y comunicar conocimiento para mejorar estos procesos. Las áreas Analíticas del Aprendizaje (Learning Analytics, LA) y Minería de Datos Educativa (Educational Data Mining, EDM) incluyen técnicas para alcanzar este objetivo. En particular LA trata de *descubrir maneras de informar* a los usuarios sobre posibles comportamientos erróneos, mientras que EDM se enfoca en el reto técnico de cómo *extraer valor* a partir de los datos procedentes de plataformas de aprendizaje.

2.1 Introducción

Las tendencias educativas actuales consideran a los alumnos como los actores principales en su progreso de aprendizaje en lugar de ser receptores pasivos de conocimiento (Baeten et al., 2013). Así, el proceso de enseñanza-aprendizaje se considera como un intercambio de información en dos direcciones: alumno-profesor-alumno. Por ello, el tiempo de clase se distribuye principalmente en diversas actividades (ej. tareas grupales, discusiones o reflexiones) que permitan a los alumnos explorar, resolver problemas y demostrar sus conocimientos, relegando la lección magistral a un segundo plano (Hoidn, 2017). Este enfoque constructivista ha dado lugar a reconocidos modelos como la teoría evolutiva de Piaget, el enfoque socio-cultural de Vygostsky, y el aprendizaje significativo de Ausubel (Duffy & Jonassen, 2013), y vive actualmente un momento de despertar social mediante la instauración en nuestra cultura de diversos métodos pedagógicos centrados en el alumno, como el método Montessori (Montessori, 1964). Sin embargo, la implementación de este tipo de entornos encara diversos obstáculos, especialmente a nivel universitario, tales como la tradición arraigada de la clase magistral, el incremento en la carga de trabajo del profesor, la falta de motivación e interés de los alumnos, o la complejidad de crear una atmósfera de confianza que facilite la participación (Hoidn, 2017). A pesar de que ya a finales de los 90, Hannafin y Land destacaban el rol que la tecnología podía jugar a la hora de hacer factible alternativas centradas en el alumno (Hannafin & Land, 1997), lo cierto es que dos décadas después y a pesar de la infinidad de posibilidades que nos brindan las nuevas tecnologías, aún estamos lejos de incluirlas en la rutina académica. Las áreas de Analíticas del Aprendizaje (Learning Analytics, LA) y Minería de Datos Educativa (Educational Data Mining, EDM) resultan un apoyo indiscutible para encontrar sentido a los datos recogidos en escenarios de aprendizaje combinado desde múltiples perspectivas. Entre otras, existe una comunidad creciente de investigadores interesados en la problemática de *seguimiento, concienciación y reflexión* (Rodríguez-Triana et al., 2016), términos centrales en esta tesis.

La estructura de este capítulo se fundamenta sobre los ocho requisitos presentados en el capítulo 1 (*reqInteracción, reqFormalización, reqTecnológico, reqSimple, reqPersonalizable, reqAsistencia, reqVisual y reqPredicción*). Algunos de esos requisitos, *reqInteracción* y *reqAsistencia*, se refieren a los modelos de interacción presencial en su más amplio sentido de la palabra. El apartado 2.2 revisa de forma general las interacciones y su seguimiento y los parámetros de presencialidad que rodean al aprendizaje como base fundamental de esta propuesta de tesis, mientras que los capítulos 4 y 5 presentarán cada tipo de interacción y su formalización, *reqFormalización*; ambas revisiones sitúan el trabajo realizado.

El requisito, *reqVisual* se aborda en el área de LA y el *reqPredicción* en EDM. Ambas áreas se revisan en los apartados 2.4 y 2.5 respectivamente. Los requisitos *reqTecnológico*, *reqSimple* y *reqPersonalizable*, se entienden dentro del área de la Ingeniería del Software en la que se incluye el desarrollo de *PresenceClick*, tanto para el *sistema web* como para el *sistema móvil*. InterMod es una metodología ágil adecuada para desarrollos de software interactivo creada en el seno del grupo GaLan (Losada et al., 2012). Por ello, el apartado 2.3 muestra las características fundamentales de la metodología ágil InterMod, necesarias en el desarrollo de *PresenceClick*.

En el apartado 2.6 centramos la arquitectura *PresenceClick* relacionándola en función de los parámetros de presencialidad y los requisitos establecidos en el capítulo 1. Además, se da la visión completa del sistema de aprendizaje combinado integrado por las herramientas del grupo GaLan. Finalmente, el apartado 2.7 resume y expone las conclusiones alcanzadas.

2.2 Interacciones y parámetros de presencialidad

En primer lugar, esta sección presenta de manera general los principales modelos de interacciones en educación desde el modelo socrático y un resumen de las herramientas que realizan un seguimiento de distintas interacciones en contextos presenciales. En segundo lugar, se presentan los parámetros de presencialidad que intervienen en una sesión de aprendizaje y enmarcan la arquitectura de la herramienta objetivo.

2.2.1 Interacciones presenciales y su seguimiento

Las interacciones que ocurren en clase se han estudiado fundamentalmente desde un punto de vista conversacional, desde el modelo socrático hasta el reconocido modelo presentado por Flanders, basado en la interacción verbal entre profesores y estudiantes (Flanders, 1968). El modelo tradicional basado en “propósitos instructivos” (hablar, escribir, pensar y juzgar) gira alrededor de los conceptos y explicaciones del profesor. Carroll (Carroll, 1963) establece que el aprendizaje está determinado por el tiempo e identifica varios factores en el comportamiento del alumno, como la aptitud, perseverancia o habilidad. Los modelos de Ferrández y colegas describen el diseño instructivo incluyendo seis aspectos: contenidos de aprendizaje, actividades profesor-alumno, material didáctico, incentivos para motivar a los alumnos y resultados de evaluación (Ferrández et al., 1995).

Actualmente, la educación se dirige hacia el aprendizaje centrado en el alumno, situando al alumno en el centro del proceso educativo, desarrollando nuevos modos

de aprendizaje e incrementando el uso de recursos de aprendizaje. Este enfoque requiere otros métodos de enseñanza aparte de la clase magistral, tales como ejercicios, trabajo en grupo, presentaciones o proyectos (Froyd & Simpson, 2008). La perspectiva del *Aprendizaje Activo (Active Learning)* pone un mayor énfasis en desarrollar habilidades del estudiante que en transmitir información. Como resultado, los alumnos se involucran en actividades (lectura, discusión, escritura, etc.) más que en escuchar al profesor, lo que deriva en *pensamiento de más alto nivel* (análisis, síntesis, evaluación). En este contexto, las estrategias que promueven el aprendizaje activo tratan de involucrar a los estudiantes en *hacer cosas* y en *pensar sobre lo que están haciendo* (Bonwell & Eison, 1991). A lo largo de los años se ha demostrado que hay estrategias que promueven el aprendizaje activo que resultan más eficientes que la clase magistral para el desarrollo de las habilidades de los alumnos en pensar y escribir.

Además, de acuerdo a la investigación cognitiva, unas estrategias pedagógicas resultan más adecuadas que otras según el estilo de aprendizaje de cada alumno. Incluso, los propios alumnos prefieren estrategias que promuevan el aprendizaje activo en lugar de las clases tradicionales (Bonwell & Eison, 1991). En consecuencia, han surgido nuevos modelos pedagógicos, como aquellos derivados del *aprendizaje basado en proyectos* (Krajcik & Shin, 2014), *aprendizaje basado en grupos* (Gregory & Thorley, 2013) o *aprendizaje basado en preguntas* (Rodríguez-Triana et al., 2015) en los que se realizan otras actividades, como presentaciones en equipo, debates o diarios reflexivos.

Existen algunas herramientas de enseñanza a distancia que ayudan al profesor en el seguimiento síncrono de las actividades individuales de sus estudiantes. Por ejemplo, ESSAIM (Després, 2003) permite observar el progreso del estudiante, percibiendo las acciones que realiza sobre una actividad. FORMID (Gueraud & Cagnat, 2004) ofrece una visión global de la clase durante una sesión en la que los alumnos realizan actividades interactivas mediante simulaciones y micro-mundos. Estas herramientas solo orientadas a los profesores tampoco están preparadas para situaciones asíncronas, en las que la información de las actividades de los alumnos se genera durante un período de tiempo largo.

Las técnicas de seguimiento más utilizadas en las sesiones tradicionales son los métodos de observación, y MEShaT es un ejemplo representativo (Michel & Garrot-Lavoué, 2009). Esta plataforma se utiliza en el contexto de aprendizaje basado en proyectos para seguir las actividades y proporcionar información a cada actor o tutor, alumno o grupo del proyecto; además de ayudar en la adquisición y transferencia de experiencia. Mediante tres interfaces, una para cada tipo de actor, se recoge la información observada a través de blogs y auto informes (ej. tiempo invertido, actividades realizadas).

Finalmente, con la irrupción de las aplicaciones móviles en nuestra rutina diaria, se han creado herramientas que facilitan la gestión diaria de la clase, como por ejemplo Teacher Kit⁷ para los profesores e iStudiez⁸ para los alumnos. La primera permite controlar aspectos como el horario, asistencia, notas o anotaciones sobre el comportamiento de los alumnos. La segunda permite a los alumnos planificar sus clases, gestionar sus tareas o añadir sus notas. Estas aplicaciones se centran en aspectos individuales de planificación y gestión, sin ofrecer canales de comunicación entre profesores y alumnos y sin procesos de retroalimentación que enriquezcan la vida académica. Además, al carecer de procesos automáticos requieren mucho esfuerzo de los usuarios para recoger toda la información de su día a día. Otras aplicaciones se centran en tareas específicas, por ejemplo: preguntas-respuestas en tiempo real (Socrative⁹), evaluaciones (Easy Assessment¹⁰) y discusiones (Verso¹¹). La aplicación LIM app permite incluso medir el interés de la audiencia (Rivera-Pelayo et al., 2013). Además, han surgido una nueva serie de dispositivos y aplicaciones para dar soporte a la orquestación de la clase, y ayudar al profesor a gestionar los recursos y medios tecnológicos mediante distintos modelos pedagógicos (Dillenbourg & Jermann, 2010).

2.2.2 Parámetros de presencialidad

En la mayoría de contextos de enseñanza-aprendizaje cada asignatura se imparte a los estudiantes durante una serie de sesiones presenciales consecutivas, las cuales se convierten en el escenario principal donde se producen las interacciones y ocurre el aprendizaje. La propia definición del concepto de *sesión presencial* nos descubre los parámetros que intervienen en su realización. En este trabajo se define una *sesión presencial docente, de aprendizaje, o simplemente sesión*, como *el conjunto de actividades docentes (explicar, hacer preguntas, resolver ejercicios, etc.) planificadas (con más o menos detalle) por el profesor (actor del proceso de enseñanza-aprendizaje) orientadas a una audiencia particular (alumnos matriculados asistentes que conforman el resto de actores de los procesos) para alcanzar los objetivos de aprendizaje establecidos en la asignatura, y llevadas a cabo en un lugar concreto (aula, laboratorio, etc.) y en un momento determinado (día y hora).*

⁷ Teacher Kit, <http://www.teacherkit.net>

⁸ iStudiez, <http://istudentpro.com>

⁹ Socrative, <https://www.socrative.com>

¹⁰ Easy Assessment, <https://thepegeekapps.com/?app=easy-assessment>

¹¹ Verso, <http://versoapp.com>

Así, cada sesión establece el punto de conexión entre los 5 parámetros constituyentes de los procesos de enseñanza-aprendizaje presencial: *qué, cómo, quién(es), dónde y cuándo*:

- *¿Qué contenidos se trabajan en la sesión? Los que permiten alcanzar los objetivos de aprendizaje de la asignatura (temario: conceptos, ejercicios, etc.)*
- *¿Cómo se trabajan los contenidos en la sesión? Las actividades de aprendizaje (explicar-clase magistral, realizar ejercicios, responder dudas, etc.)*
- *¿Quiénes son los participantes en la sesión? Los actores de los procesos de aprendizaje (profesores y estudiantes)*
- *¿Dónde ocurre la sesión? En las clases (aulas, laboratorios, seminarios, etc.)*
- *¿Cuándo ocurre la sesión? En el momento establecido según los horarios y el calendario lectivo*

Estos parámetros conforman los aspectos relevantes de las sesiones y se van concretando paulatinamente, desde su concepción abstracta e inicial por las instituciones académicas, hasta el momento en el que suceden presencialmente. Antes de que el profesor prepare las sesiones presenciales de un curso lectivo, la organización académica establece cuatro de los parámetros de presencialidad en una etapa previa de *planificación general*: *qué, dónde, cuándo y quién*. Es decir, *qué* asignaturas se deben impartir (encargo docente, la universidad), *dónde* y *cuándo* se van a desarrollar (calendario lectivo y horarios, los centros), *quiénes* son los profesores responsables de cada asignatura (asignación docente, los departamentos) y *quiénes* son los estudiantes matriculados que forman cada uno de los grupos (administración de servicios en la universidad). Una vez que está todo preparado y comienza el curso, son los profesores y los alumnos quienes conducen el proceso de enseñanza-aprendizaje en cada una de las sesiones presenciales.

Una vez establecidos los parámetros anteriores queda el *cómo*, referido a cada sesión presencial, y para obtenerlo se distinguen tres etapas: *planificación de interacciones, asistencia e interacciones*. En primer lugar, el profesor (*quién*) *planifica* la sesión según la asignatura (*qué*) definiendo las actividades a realizar (*cómo*). Después, los estudiantes (*quién*) con su presencia según el horario y calendario (*cuándo* y *dónde*) determinan la *asistencia* en la sesión. Finalmente, las actividades realizadas en clase (*cómo*), por profesores y alumnos (*quién*), en las que se trabaja el contenido (*qué*), proporcionan el sustrato en el que ocurren las interacciones entre los participantes, cerrando así el proceso de captura de información presencial. La Figura 2-1 representa la captura progresiva de estos parámetros a través del curso académico con la sesión de aprendizaje como núcleo central de estas cuatro etapas

(planificación general, planificación de interacciones, asistencia a clase e interacciones in situ).

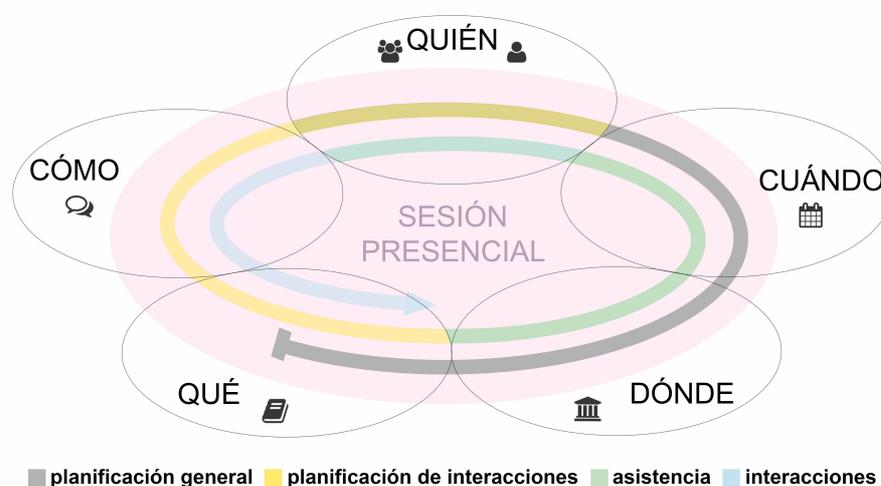


Figura 2-1. Captura de parámetros de presencialidad que define las sesiones

En general, para conocer la evolución de los estudiantes durante el curso se precisa el seguimiento de lo que sucede presencialmente, y para ello se necesita gestionar la *asistencia* y las *interacciones*. Por un lado, la asistencia determina el subconjunto de estudiantes que trabajan in situ los contenidos previamente planificados por el profesor. Por otro lado, las interacciones que ocurren durante la sesión (hablar, escuchar, preguntar, responder, evaluar, etc.), como parte intrínseca del desarrollo de las actividades (explicar/clase magistral, resolver ejercicios, preguntas-respuestas, etc.), representan un factor promotor del éxito del estudiante, especialmente en enfoques centrados en el alumno. Por ejemplo, realizar preguntas a los alumnos durante sesiones presenciales resulta altamente efectivo para incrementar la atención y motivación de los estudiantes así como para potenciar su pensamiento crítico y creativo. De la misma forma, otras actividades, como la resolución de problemas, discusiones y evaluaciones, influyen positivamente en el progreso de los estudiantes y en sus actitudes, convirtiéndose también en factores cruciales para determinar el éxito. En general, estas actividades ayudan de diferente forma a los estudiantes, mejorando la retentiva a largo plazo, incrementando su motivación o permitiéndoles evaluar su propio conocimiento, habilidades y actitudes (Cotton, 1988; McKeachie, 1987; Prince, 2004; Eison, 2010). Por tanto, es necesario establecer un modelo de actividades presenciales/no presenciales que permita a profesores y alumnos realizar un seguimiento del progreso de aprendizaje para mejorar los resultados de la clase (motivación, participación, etc.) y detectar problemas a tiempo.

2.3 Analíticas del aprendizaje (Learning Analytics)

El área de Analíticas del Aprendizaje (Learning Analytics, LA) es un campo de investigación emergente dedicado a la colección, análisis y aplicación de datos acumulados para evaluar el comportamiento de comunidades educativas. Esta área cuenta con medios de difusión propios desde el año 2011 en la *International Conference on Learning Analytics and Knowledge* y la *Journal of Learning Analytics*.

El objetivo de los sistemas LA es optimizar las oportunidades del aprendizaje online tratando de *descubrir maneras de informar* a los usuarios sobre posibles comportamientos erróneos. Algunos de los objetivos específicos que unen a esta comunidad de investigadores son: optimizar la realización de tareas de estudiantes y educadores, refinar las estrategias pedagógicas, minimizar los costes institucionales, determinar el nivel de dedicación de los estudiantes, descubrir a los alumnos con problemas potenciales (y actuar en consecuencia), ajustar los sistemas de notas utilizando análisis en tiempo real, y permitir a los profesores valorar la eficiencia de las sesiones presenciales (Larusson & White, 2014).

Para alcanzar estos objetivos, en LA se utilizan: **técnicas estadísticas** para describir la información de los datos, **visualización de datos** mediante representación gráficas, **análisis de redes sociales** para establecer las relaciones entre personas mediante análisis de grafos de comunicación, **análisis de sentimientos** para determinar opiniones y actitudes de las personas que interactúan con el sistema, **análisis de discurso** que descubran las características psico-sociales de los intervinientes en un discurso, **predicción** para la detección temprana del éxito o fracaso del estudiante y **análisis de conceptos** para establecer una jerarquía de temas o conceptos presentes en los datos (Siemens & Baker, 2012).

Campbell y Oblinger definieron la analítica en contextos educativos como un mecanismo que funciona en cinco pasos: *capturar, presentar, predecir, actuar y refinar* (Campbell et al., 2007). La primera fase de *captura* engloba las medidas y técnicas que aseguran el almacenamiento de la información necesaria sobre los eventos ocurridos en un entorno de aprendizaje. Durante la fase de *presentación* se procesan los datos recogidos en la fase anterior mediante métodos que van desde simples visualizaciones a algoritmos más complejos que resumen o combinan los datos. Esta fase produce nueva información que se presenta a los usuarios. La fase de *predicción* involucra las aplicaciones específicas para proporcionar respuestas a preguntas previamente formuladas, como por ejemplo *la probabilidad de que un estudiante fracase en una asignatura*. A continuación, la fase de *actuación* tiene como objetivo generar acciones que cambien algún aspecto de la actividad de aprendizaje. Finalmente, durante la fase de *refinado*, se supervisa constantemente todo el proceso y se incluyen los ajustes necesarios para mejorar su adecuación (Pardo, 2014).

Los usuarios de aplicaciones LA atraviesan una serie de etapas (Figura 2-2) en el denominado modelo de procesamiento de analíticas del aprendizaje: *concienciación, reflexión, búsqueda de sentido e impacto* (Verbert et al., 2013).

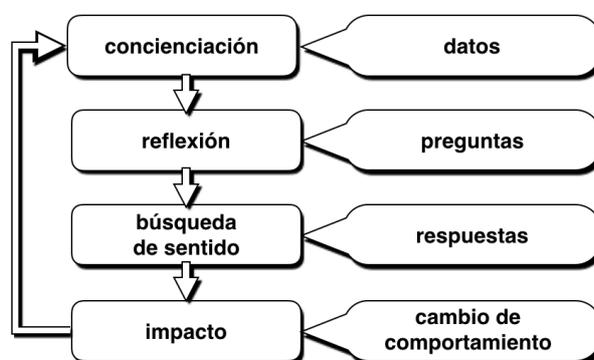


Figura 2-2. Modelo de proceso para LA según (Verbert et al., 2013)

La fase de *concienciación* se relaciona únicamente con la información que puede visualizarse mediante distintas técnicas (ej: flujo de actividades, tablas resumen). Durante la fase de *reflexión*, los usuarios evalúan y se cuestionan la relevancia y utilidad de sus actividades. La fase de *búsqueda de sentido* se relaciona con las respuestas a las preguntas realizadas de la fase anterior y con la creación de nuevo conocimiento. Para terminar, el objetivo final de la fase de *impacto* es inducir nuevos significados o cambiar el comportamiento si el usuario así lo considera. La mayoría de los entornos LA se desarrollan para dotar a los profesores de una visión más amplia de la actividad de la asignatura (fase 1: *concienciación*), ayude a reflexionar sobre su método de enseñanza (fase 2: *reflexión*), a encontrar estudiantes en riesgo (fase 3: *búsqueda de sentido*) y finalmente, a cambiar su comportamiento para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje (fase 4: *impacto*).

Asimismo, Duval relaciona el enfoque "*quantified self*"¹² con este tipo de entornos, con el fin de crear visualizaciones orientadas a metas, de manera que visualizar el progreso respecto a una meta ayude a conseguirla (Duval, 2011). Por ejemplo, si en una asignatura es necesario alcanzar una mínima asistencia para seguir en evaluación continua, conocer el dato actual del alumno (o incluso su comparación con el grupo) puede motivarlo a no faltar a clase para obtener el mayor porcentaje posible. Este tipo de aplicaciones está ganando un espacio importante en nuestras rutinas y cubren diferentes aspectos de la vida diaria, como la salud, el deporte o los viajes. Su objetivo principal es ayudar a las personas a

¹² Quantified-self: <http://quantifiedself.com>

recoger datos sobre sus propios comportamientos, hábitos o pensamientos, para mejorarlos. En el caso concreto del aprendizaje, se obtienen de las trazas que van dejando en sus actividades en blogs o tweets, mediante los ficheros log de sus navegaciones web, a través de sensores (gps, acelerómetro, etc.) o mediante autoinformes (self-report) (Verbert et al., 2013).

Existe una gran variedad de sistemas que estudian las interacciones de los estudiantes en una asignatura. En (Rodríguez-Triana et al., 2016) se presenta una revisión exhaustiva del estado del arte sobre propuestas de *seguimiento*, *concienciación* y *reflexión* en contextos de aprendizaje combinado. A continuación, se describe brevemente algunos de los sistemas que analizan y visualizan interacciones de aprendizaje mediante técnicas LA (la Figura 2-3 muestra sus visualizaciones).

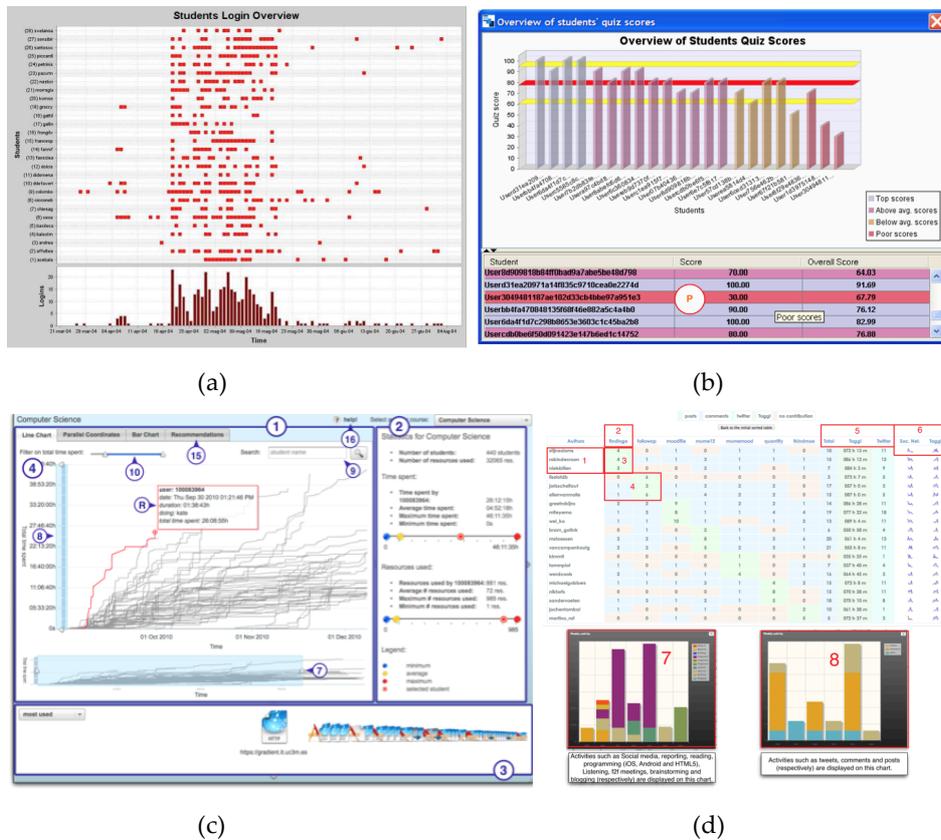


Figura 2-3. Visualizaciones de los sistemas: (a) GISMO, (b) LOCO-Analyst, (c) SAM y (d) StepUp!

El sistema GISMO (Mazza & Milani, 2004) es un plugin para Moodle (aunque puede adaptarse a otros LMS) que proporciona visualizaciones sobre las acciones de los estudiantes en las actividades que han desarrollado. GISMO facilita información sobre varios aspectos de los estudiantes, como sus accesos al sistema (Figura 2-3a mediante histogramas), los materiales leídos o las entregas realizadas. Los profesores pueden visualizar el comportamiento de un estudiante, un recurso concreto o la clase en general. Los estudiantes ven información sobre el uso que hacen de los recursos del curso (si los han visitado, descargado o realizado).

LOCO-Analyst (Jovanović et al., 2007) proporciona retroalimentación al profesor sobre aspectos relevantes del proceso de aprendizaje en un entorno web, con lo que ayuda a mejorar el contenido y la estructura de los cursos. Los aspectos considerados en la retroalimentación son: las actividades de aprendizaje que realizan los alumnos, el uso y la comprensibilidad de los contenidos de aprendizaje y las interacciones sociales entre estudiantes y el entorno virtual de aprendizaje. La generación de dicha retroalimentación se basa en la información de las trazas del usuario cuando realizan algún tipo de actividad (ej: leer, responder preguntas o chatear). La Figura 2-3b muestra mediante un diagrama de barras y una tabla la puntuación general obtenida por los alumnos a preguntas ordenada de mayor a menor.

El sistema SAM (Govaerts et al., 2012) visualiza los datos registrados en entornos de aprendizaje relacionados con algunas métricas, como el tiempo y uso de los recursos o las vistas (accesos) y acciones de publicación en los foros. SAM ayuda a los profesores en su proceso de concienciación sobre qué están trabajando sus alumnos y cómo lo están haciendo, ayudándoles a detectar quiénes van bien en el curso y aquellos que están en riesgo. También ayuda a los alumnos en su proceso de concienciación y autoreflexión, visualizando cómo han trabajado en las actividades del curso en comparación con sus compañeros, y presentando medias y tendencias. En la Figura 2-3c presentan un diagrama de líneas donde cada línea representa a un estudiante y conecta los períodos de tiempo en los que ha trabajado en la materia (cuanto más inclinada es una línea más esfuerzo ha invertido). En la parte derecha muestran información concreta del estudiante seleccionado.

Finalmente, SetpUp! (Santos et al., 2013) visualiza el uso de Twitter, wikis, blogs e informes de los estudiantes en entornos abiertos de aprendizaje. El objetivo de este sistema es el de ayudar a los alumnos y al profesor a reflexionar sobre las actividades del curso. En la Figura 2-3d se muestra una tabla donde cada fila se corresponde con un estudiante. El contenido de las celdas indican el número de posts que han hecho en su propio grupo de alumnos y los comentarios a otros grupos, el uso de Togggle y de Twitter. Las últimas dos columnas representan una visión rápida de la evolución de los alumnos en las actividades mediante pequeños

diagramas de líneas (sparklines). Además, mediante diagramas de barras muestran información más detallada de un estudiante en concreto.

2.4 Minería de Datos Educativa (Educational Data Mining)

La Minería de Datos Educativa (Educational Data Mining, EDM) se puede ver desde dos perspectivas: como una comunidad investigadora o como área de investigación científica (Baker & Inventado, 2014). Como comunidad investigadora, hermana de LA, emergió en una serie de workshops (2005) y se convirtió en conferencia anual en 2008 (*International Conference on Educational Data Mining*). En 2009 se creó *The Journal of Educational Data Mining* (JEDM), revista internacional gratuita y de acceso abierto, donde investigadores de todo el mundo pueden acceder y analizar repositorios electrónicos de datos de alumnos para responder a preguntas relativas a la educación.

Como área de investigación científica, EDM es una disciplina emergente interesada en el desarrollo de métodos de exploración de datos a gran escala provenientes de fuentes educativas. De nuevo, el objetivo pedagógico es identificar estudiantes en situaciones problemáticas y enviar avisos al profesor para que tome las medidas oportunas para corregir comportamientos no deseados. Se observa la aplicación de métodos EDM en los sistemas Teacher Advisor (Kosba et al., 2005) en un contexto e-learning, y Classroom Sentinel (Singley & Lam, 2005) en un contexto de aprendizaje combinado. El objetivo final es entender mejor a los estudiantes y los escenarios en los que estos aprenden. A lo largo de los últimos años se han utilizado entre otros: **modelos de predicción** para inferir un aspecto determinado de los datos a partir de la combinación de otros, **descubrimiento de estructuras** en los datos sin una idea a priori de lo que se debería descubrir, **minería de relaciones** encontrando relaciones de asociación interesantes entre datos con un gran número de variables, y **descubrimiento con modelos** como componente clave para un nuevo análisis (Baker & Inventado, 2014). Se pueden encontrar revisiones exhaustivas del estado del arte en (Baker & Yacef, 2009; Scheuer & McLaren, 2012; Romero & Ventura, 2013).

El proceso de aplicar minería de datos a los sistemas educativos se puede interpretar desde la perspectiva educativa y desde la minería de datos. Desde el punto de vista educativo, se puede ver como un ciclo iterativo de formación de *hipótesis, comprobación y refinamiento* (Figura 2-4). En este proceso, la meta no es solo convertir la información en conocimiento, sino también filtrar el conocimiento analizado para tomar decisiones sobre cómo modificar el entorno educativo y mejorar así el proceso de aprendizaje del alumno. Desde el punto de vista de

minería de datos en la educación, se realiza el proceso propio del área pero restringiendo los métodos aplicados a aquellos más apropiados para los datos educativos (Romero & Ventura, 2013).

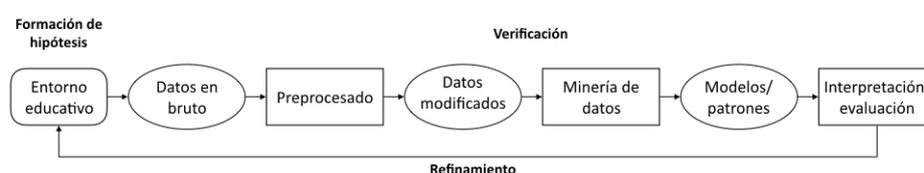


Figura 2-4. Descubrimiento de conocimiento educativo y minería de datos (Romero & Ventura, 2013)

Se han realizado innumerables estudios para detectar problemas en los estudiantes o para predecir resultados a partir de la aplicación de técnicas de minería de datos a las interacciones ocurridas con sistemas tutores inteligentes (Baker et al., 2004) y con LMS (Delgado et al., 2006; Romero et al., 2009). Otros trabajos incluyen un amplio rango de predictores como, por ejemplo, rasgos de personalidad, logros académicos o información demográfica, para predecir el abandono de los alumnos y los resultados en la universidad (Touron, 1983; Herzog, 2005; Dekker et al., 2009; Kabakchieva, 2013; Pal & Pal, 2013). Sin embargo, los estudios relacionados con las interacciones en sesiones tradicionales de aprendizaje son escasos y se refieren más a temas administrativos, información online (como se ha mencionado, generalmente a partir de los LMS), asistencia, metas curriculares o notas, dejando a un lado las interacciones de los estudiantes en clase. El seguimiento de estas interacciones lo realiza el profesor procurando mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, analizando las tareas realizadas (en papel) y mediante la observación (Romero y Ventura, 2013).

2.5 InterMod una metodología ágil para software interactivo

Las características fundamentales de adaptación dinámica, mejora continua y ampliación de la funcionalidad a lo largo de la vida del proyecto, encajan con las necesidades de desarrollo de nuestra herramienta. Además, la necesidad de entrega continua de software considerando siempre aspectos centrados en el usuario son fundamentales para cubrir los requisitos que vayan surgiendo de profesores y estudiantes. InterMod es una metodología ágil adecuada para desarrollos de software interactivo (Losada et al., 2012). Los métodos ágiles se diferencian de los procesos de desarrollo de software predictivos en que proporcionan una adaptación

dinámica a los nuevos contextos que surgen durante la elaboración del proyecto. Destaca la mejora continua y ampliación de la funcionalidad a lo largo de la vida del proyecto (Beck, 2002). Sin embargo, la necesidad de entrega de software en los métodos ágiles podría descuidar el desarrollo organizado de la interfaz y por ello incluye aspectos de desarrollo centrado en el usuario. Además, InterMod propone aplicar el enfoque Model Driven Architecture¹³ para el desarrollo de software interactivo sobre la base de los modelos generados y evaluados durante el avance del proyecto de acuerdo con los Objetivos del Usuario.

Un Objetivo de Usuario (en adelante UO) es un deseo del usuario (por ejemplo, "*Mara quiere saber en cualquier momento cómo va su asistencia*" o "*India quiere controlar los ejercicios que van realizando sus alumnos, cuántos y quiénes*") que se puede lograr mediante una o más funcionalidades. Un UO puede incluir uno o más requisitos funcionales y/o no funcionales. En InterMod se distinguen entre otros dos tipos de Uso: Directo e Indirecto. El Directo es un objetivo propuesto directamente por el usuario final. Pero el Indirecto, aunque relacionado siempre con necesidades de usuario, surge por cuestiones internas del desarrollo. Es decir, aparecen durante el desarrollo debido a la fusión o división de otros UOs. Al igual que las metodologías ágiles, InterMod propone organizar el proyecto como una serie de iteraciones y distribuir el trabajo entre las iteraciones de acuerdo a las diferentes actividades de desarrollo asociadas a los UOs. Estas actividades pueden llevarse a cabo en paralelo por diferentes grupos de trabajo. Por cada actividad se desarrollan siempre dos fases: la creación de un modelo (independiente de la plataforma) y su posterior evaluación. Las evaluaciones de usabilidad son especialmente útiles para los UOs Directos ya que reflejan una necesidad del usuario, por tanto es importante que estén involucrados desde el principio. Para agilizar el proyecto, algunos modelos pueden ser evaluados únicamente por expertos en usabilidad. Las actividades no se dan por acabadas y pueden continuar activas durante varias iteraciones hasta conseguir una evaluación positiva.

InterMod propone dos modelos generales que aseguran la consistencia de la aplicación y un grupo de tres modelos de desarrollo, fuertemente relacionados entre sí, para el desarrollo de cada UO (Figura 2-5). Los modelos generales son el *Modelo del Usuario* y el *Modelo del Sistema* que contienen la información común a toda la aplicación y que condiciona el proyecto. Los modelos implicados directamente en el desarrollo de cada UO son el *Modelo de Requisitos*, el *Modelo de Presentación* y el *Modelo de Funcionalidad*. El *Modelo del Usuario* recoge características del tipo: preferencias de color, fuente, tamaño, posibles limitaciones en la interacción con la aplicación como el daltonismo, sordera, visión limitada, etc. El *Modelo del Sistema* recoge las características que definen el tipo de plataforma, el tipo de dispositivo, el

¹³ <http://www.omg.org/mda/>

tamaño de la ventana, el color, etc. Además, este modelo incluye elementos de la aplicación en general, como la seguridad, el nivel de accesibilidad, el logo, o incluso descripciones de servicios web, en el sentido de la propuesta de Paternò (Paternò et al., 2011). Ambos modelos se establecen especialmente al principio del proyecto y se van refinando a lo largo del proceso de desarrollo. Las decisiones globales de diseño unifican el proceso incremental de creación de la aplicación.

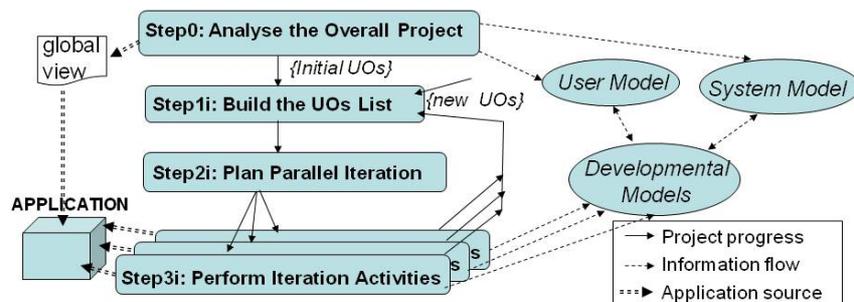


Figura 2-5. Metodología InterMod (izquierda) y relaciones entre modelos (derecha)

InterMod define una metodología dividida en iteraciones pero incluye un paso previo, Step 0–Análisis del proyecto completo. En esta etapa previa se realiza el análisis del proyecto y se definen los UOs iniciales del mismo y el diseño general. A continuación, se pasa a la iteración 1, luego la 2, etc. y se continúa así hasta dar por finalizado el proyecto. Cada iteración *i* está dividida en 3 pasos: Step 1.*i*–Construir/Actualizar la lista de UOs, Step 2.*i*–Planificar las actividades (obtienen/evalúan modelos) para los diferentes equipos, y Step 3.*i*–Realizar las actividades planificadas.

2.6 PresenceClick, una propuesta integradora

El diseño de *PresenceClick* incluye dos subsistemas *webClick* (sistema web) y *pClick* (sistema móvil). Todo el diseño ha sido dirigido por los requisitos expresados en el desarrollo (sección 1.3.2), y considerando los parámetros de presencialidad que se integran en la noción de sesión presencial (sección 2.2.2). En las subsecciones siguientes se dará una visión más detallada de la arquitectura *PresenceClick*. Además, se presentan los desarrollos del grupo GaLan directamente relacionados con *PresenceClick* y que lo complementan, MAgAdI (Álvarez, 2010), SIGMA (Martín, 2014) y LiDom Builder (Larrañaga, 2012; Conde, 2016).

2.6.1 Arquitectura conceptual *PresenceClick*

La Figura 2-6 presenta la arquitectura conceptual detallada a partir de la estructura conceptual presentada en el capítulo 1 (Figura 1-7). Como se ha mencionado, la arquitectura de *PresenceClick* se compone de dos medios distribuidos, el sistema web *webClick* y el sistema móvil *pClick*, y una Capa de Conocimiento que los comunica.

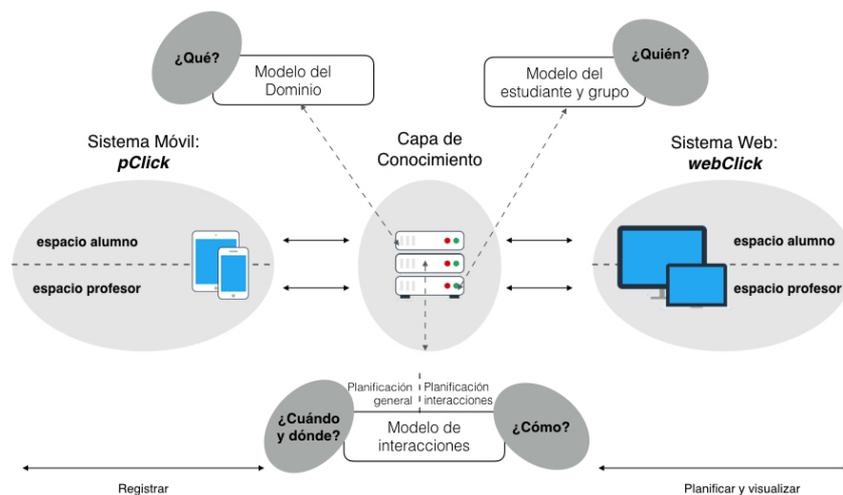


Figura 2-6. Arquitectura conceptual detallada *PresenceClick*

Los sistemas se utilizarán de acuerdo a las necesidades específicas de cada momento y cubrirán los requisitos *reqTecnológico* y *reqPersonalizable*. Generalmente *webClick* se utilizará antes y después de una sesión de aprendizaje para *planificar* y *visualizar* las interacciones, mientras que *pClick* servirá como apoyo en las sesiones de aprendizaje. Este sistema está restringido exclusivamente al registro de interacciones de la manera más simple posible para evitar la distracción del alumnado, tratando de cumplir el requisito *reqSimple* planteado anteriormente. Tanto *pClick* como *webClick* incluyen una serie de componentes a los que acceden los usuarios (profesor y alumno) mediante una interfaz especializada denominada Espacio de Trabajo. Los Espacios de Trabajo presentarán, mediante técnicas LA, visualizaciones de lo que sucede en el aula a profesores y alumnos abordando el requisito *reqVisual*. Además, mediante técnicas EDM se crearán los modelos de predicción obtenidos a partir del análisis de los datos almacenados y que irán aprendiendo continuamente con la nueva información almacenada de cada curso para ofrecer la detección temprana de alumnos en riesgo (*reqPredicción*).

Cada sesión tiene un desarrollo específico de acuerdo con los valores concretos de los 5 parámetros inmersos en los procesos de enseñanza-aprendizaje presencial: *qué, cómo, quién(es), dónde y cuándo*. La Capa de Conocimiento recoge la información de estos parámetros (Figura 2-6). *PresenceClick* asume estructuras de meta-conocimiento de los Sistemas Tutores Inteligentes, como el *Modelo del Dominio (qué)* y el *Modelo del Estudiante (quién)*. El *Modelo de Interacciones* almacena información sobre aspectos de planificación. Por un lado, asume los parámetros *dónde y cuándo*, determinados por la gestión académica universitaria que se encarga de realizar una planificación general. Y por otro lado, recoge las interacciones entre profesores y alumnos en sesiones presenciales (*cómo*).

Las bases de conocimiento son independientes de los espacios de trabajo y su estructura conceptual se define mediante un conjunto de ontologías. La Ontología de Interacciones incluye a la del Dominio de manera que cada interacción está relacionada con objetos del dominio. Finalmente, la Ontología del Estudiante representa a su vez un modelo superpuesto (*overlay*) sobre la Ontología de Interacciones para almacenar información sobre las interacciones que ha realizado el estudiante en cada actividad de aprendizaje. La Figura 2-7 muestra la estructura de ontologías de la presencialidad diseñada para *PresenceClick*.

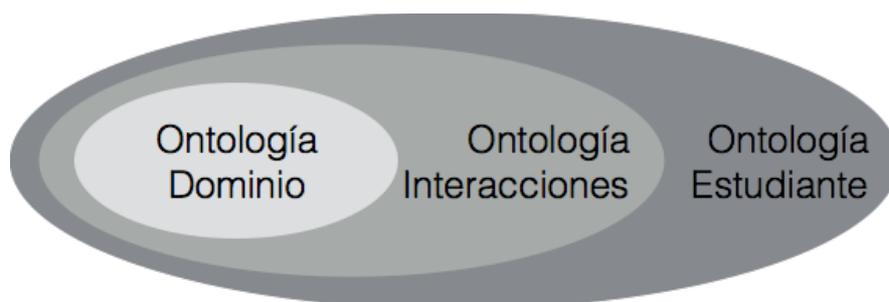


Figura 2-7. Ontologías definidas en *PresenceClick*

El diseño e implementación de *PresenceClick* es modular y personalizable, de manera que el profesor pueda elegir las interacciones que quiera registrar en cada asignatura (*reqPersonalizable*). Por tanto, cada uno de sus módulos se encargará de una interacción específica independiente del resto (en la mayoría de los casos) y que se comunicará con la base de conocimiento de interacciones. Los profesores y los estudiantes tendrán acceso al progreso de estos en la asignatura recogido a través de las interacciones.

2.6.2 Herramientas del grupo GaLan y su integración

MAGAdI es un sistema adaptativo multi-agente de apoyo al aprendizaje en un marco que combina interacciones cara a cara entre profesor y alumnos con actividades online, y por tanto, perteneciente a la categoría de los AIWES (Álvarez, 2010). Este sistema proporciona actividades de entrenamiento adaptadas a estudiantes en varios dominios y asignaturas. El modelo del dominio de MAGAdI se compone de Unidades Básicas de Aprendizaje (UBAs), también denominadas *topics*, que incluyen contenidos de la asignatura y su clasificación se basa en la “*Component Display Theory*” de Merrill (Merrill, 1983). Su mecanismo de adaptación tiene en cuenta el conocimiento adquirido por el alumno y sus interacciones previas. Para ello el sistema integra las características del aprendizaje del alumno que infiere automáticamente, con aquellas detectadas por el profesor en interacciones cara a cara durante sesiones tradicionales de aprendizaje. La información de la comunicación entre los estudiantes y MAGAdI se recoge cuando el alumno desarrolla las sesiones online de aprendizaje libres o guiadas (como por ejemplo, leer documentos o resolver actividades de aprendizaje). La información entre MAGAdI y los profesores se recoge en las sesiones de autoría y análisis, cuando se realizan modificaciones o ajustes personalizados en el modelo del estudiante. Este flujo de información se almacena en las bases de datos de MAGAdI.

Por su parte, SIGMA es un sistema de análisis integrado en la plataforma educativa MAGAdI. El sistema analiza las interacciones obtenidas por MAGAdI para descubrir las dificultades, deseos y estrategias que puedan ser útiles para el proceso completo de aprendizaje. SIGMA transmite la información a través de avisos y recomendaciones tanto para profesores como para estudiantes (Martín, 2014). Su análisis produce información para que los profesores conozcan el desarrollo del curso y sugiere una serie de posibles cambios y mejoras. SIGMA proporciona diferentes funcionalidades e interfaces a cada actor abriendo el modelo del estudiante (Bull & Kay, 2010) a su propietario con el fin de permitirle reflexionar sobre su aprendizaje.

La propuesta de *PresenceClick* da respuesta a la necesidad de los sistemas MAGAdI y SIGMA para enriquecer sus bases de datos con interacciones presenciales (Figura 2-8). De esta forma, MAGAdI ofrecería contenidos más adaptados al alumno según su progreso en la asignatura y SIGMA podría ofrecer avisos y recomendaciones más precisas, ya que al poseer una mayor información sobre la evolución del alumno, se podrían detectar con mayor celeridad los posibles problemas que pudieran surgir a lo largo del curso y por tanto lograr intervenciones tempranas del profesor. Así, se cubrirían todas las líneas de interacción y feedback entre los actores de sistemas combinados de aprendizaje como se ha visto en el capítulo anterior.

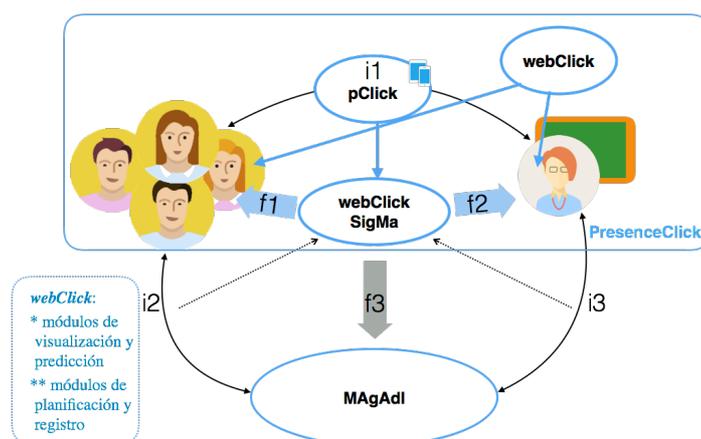


Figura 2-8. Integración de PresenceClick con herramientas GaLan

Finalmente, LiDom Builder (Figura 2-9) es un entorno de trabajo para el desarrollo automático de Módulos de Dominio Multilingües a partir de documentos electrónicos para un sistema tecnológico de aprendizaje (Larrañaga, 2012; Conde, 2016). Un Módulo de Dominio Multilingüe tiene como objetivo representar un dominio con propósitos educativos en más de un lenguaje. LiDom Builder emplea técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural y Aprendizaje Automático, junto a recursos multilingües, como Wikipedia o WordNet, para el proceso de adquisición de conocimiento.

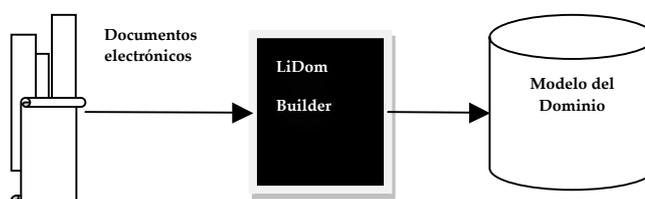


Figura 2-9. Proceso de obtención del Modelo del Dominio con LiDom Builder

Un Módulo de Dominio Multilingüe implica una Ontología de Dominio de Aprendizaje en cada uno de los lenguajes soportados. A partir de un documento escrito en un lenguaje específico, LiDom Builder construye inicialmente el Módulo de Dominio y los recursos electrónicos se utilizan para obtener los Objetos de Aprendizaje. El uso de LiDom Builder permitirá a PresenceClick obtener desde el principio y sin excesivo trabajo para el profesor el Modelo del Dominio que posteriormente se irá refinando con las sucesivas actividades asociadas a las sesiones presenciales.

2.7 Resumen y conclusiones

Este capítulo se ha centrado en revisar los antecedentes necesarios para desarrollar el trabajo de tesis propuesto. Se han introducido las áreas principales en las que se enmarca nuestra propuesta: interacciones presenciales y su seguimiento, parámetros de presencialidad, las áreas de Analíticas del Aprendizaje y Minería de Datos Educativa, así como la metodología de desarrollo de software que encaja con nuestros requisitos y modo de trabajo. Finalmente, se ha presentado detalladamente la arquitectura conceptual de *PresenceClick*, cuya estructura se definió en el capítulo anterior, y se presenta su encaje con algunas herramientas del grupo GaLan.

Desde los primeros sistemas tutores inteligentes hasta las herramientas de ayuda al aprendizaje actuales, los investigadores en tecnologías educativas han dedicado todos sus esfuerzos a encontrar mecanismos que enriquezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante información relevante y no evidente para profesores y alumnos. Sin embargo, el registro de interacciones realizado por los entornos informáticos más utilizados, generalmente los LMS, (ej. Moodle o Blackboard) está prácticamente restringido al flujo de interacciones alumno-sistema, a pesar de que las interacciones presenciales son una fuente inmediata de información y el método más satisfactorio y útil de tutorización. Desde esta perspectiva, las herramientas mencionadas se reducen al almacenamiento de información (ej. subida de archivos y wikis) y a la apertura de otros canales de comunicación entre alumnos y profesores fuera de las aulas (ej. foros y chats).

Tanto los sistemas enmarcados en LA y EDM estudian las interacciones de los estudiantes con sistemas de ayuda al aprendizaje, como LMS o redes sociales. Por tanto, se deja a un lado la posibilidad de incluir información sobre las sesiones presenciales, aún siendo la fuente más importante de información sobre el progreso de los alumnos. Los sistemas presentados en este capítulo trabajan, o bien con trazas de actividades obtenidas del flujo de comunicación alumno-sistema, o bien con técnicas de observación que requieren mucho esfuerzo por parte de los usuarios. Algunas aplicaciones móviles permiten el registro de algunas actividades en clase, por ejemplo, los sistemas de pregunta-respuesta o las aplicaciones que ayudan a la orquestación de la clase. Sin embargo, a pesar de ofrecer retroalimentación relevante a profesores y alumnos, no existe un entorno global que permita el seguimiento de todas las actividades en clase como un todo, centralizando el conocimiento que sea posible adquirir, y que ofrezca retroalimentación general sobre el progreso de aprendizaje. Por ello, proponemos la arquitectura *PresenceClick* distribuida en dos plataformas, web y móvil, teniendo en cuenta los requisitos que se han definido en el capítulo 1 y que expresan el comportamiento deseado de la herramienta.

Referencias

- Álvarez, A. (2010). *MAGAdI, a proposal for a multi-agent adaptive framework for blended learning* (LSI). University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Baeten, M., Struyven, K., & Dochy, F. (2013). Student-centred teaching methods: Can they optimise students' approaches to learning in professional higher education? *Studies in Educational Evaluation*, 39(1), 14–22. doi:10.1016/j.stueduc.2012.11.001
- Baker, R., Corbett, A., & Koedinger, K. (2004). Detecting Student Misuse of Intelligent Tutoring Systems. In J. Lester, R. Vicari, & F. Paraguaçu (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems* (Vol. 3220, pp. 531–540). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-30139-4_50
- Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics. In J. A. Larusson & B. White (Eds.), *Learning Analytics* (pp. 61–75). New York, NY: Springer New York. doi:10.1007/978-1-4614-3305-7_4
- Baker, R. S., & Yacef, K. (2009). The state of educational data mining in 2009: A review and future visions. *JEDM-Journal of Educational Data Mining*, 1(1), 3–17.
- Beck. (2002). *Test Driven Development: By Example*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. Wiley. Retrieved from <https://books.google.com.au/books?id=AW7uAAAAMAAJ>
- Bull, S., & Kay, J. (2010). Open learner models. In *Advances in intelligent tutoring systems* (pp. 301–322). Springer. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-14363-2_15
- Campbell, J. P., Oblinger, D. G., & others. (2007). Academic analytics. *EDUCAUSE Review*, 42(4), 40–57.
- Carroll, J. B. (1963). A model for school Learning. *Teacher College Record*, 64 (8), 723–733.
- Conde, A. (2016). *LiDom Builder: Automatising the Construction of Multilingual Domains* (LSI). University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Cotton, K. J. (1988). Monitoring Student Learning in the Classroom. School Improvement Research Series Close-Up# 4. Retrieved from <http://eric.ed.gov/?id=ED298085>
- Dekker, G., Pechenizkiy, M., & Vleeshouwers, J. (2009). Predicting Students Drop Out: A Case Study. In *EDM* (pp. 41–50).
- Delgado, M., Gibaja, E., Pegalajar, M., & Pérez, O. (2006). Predicting students' marks from Moodle logs using neural network models. *Current Developments in Technology-Assisted Education*, 1, 586–590.
- Després, C. (2003). Synchronous Tutoring in Distance Learning. In R. Mizoguchi (Ed.), *AIED 2003* (pp. 271–278). Sydney (Australie): IOS Press.

- Dillenbourg, P., & Jermann, P. (2010). Technology for Classroom Orchestration. In M. S. Khine & I. M. Saleh (Eds.), *New Science of Learning* (pp. 525–552). New York, NY: Springer New York. Retrieved from http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-5716-0_26
- Dillenbourg, P. (2013). Design for Classroom Orchestration. *Comput. Educ.*, 69, 485–492. doi:10.1016/j.compedu.2013.04.013
- Duffy, T. M., & Jonassen, D. H. (2013). *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*. Routledge.
- Duval, E. (2011). Attention please!: learning analytics for visualization and recommendation. In *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 9–17). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2090116.2090118
- Eison, J. (2010). Using active learning instructional strategies to create excitement and enhance learning. *Jurnal Pendidikantentang Strategi Pembelajaran Aktif (Active Learning) Books*, 2. Retrieved from <https://www.cte.cornell.edu/documents/presentations/Eisen-Handout.pdf>
- Ferrández, A., Sarramona, J., & Tarín, L. (1995). *Tecnología Didáctica. Teoría y Práctica de la programación escolar*. (Ceac.). Barcelona: CEAC.
- Flanders, N. A. (1968). Interaction Analysis and Inservice Training. *The Journal of Experimental Education*, 37(1), 126–133. doi:10.1080/00220973.1968.11011099
- Froyd, J., & Simpson, N. (2008). Student-centered learning addressing faculty questions about student centered learning. In *Course, Curriculum, Labor, and Improvement Conference, Washington DC, 30 (11)*. Retrieved from <http://www.jfn.ac.lk/OBESCL/MOHE/SCL-articles/Academic-articles/16.SCL-Froyd.pdf>
- Govaerts, S., Verbert, K., Duval, E., & Pardo, A. (2012). The student activity meter for awareness and self-reflection. In *CHI '12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 869–884). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2212776.2212860
- Gregory, R., & Thorley, L. (2013). *Using group-based learning in higher education*. Routledge.
- Gueraud, V., & Cagnat, J.-M. (2004). Suivi à distance de classe virtuelle active. In *Technologies de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement Supérieur et de l'Industrie* (pp. 377–383). Université de Technologie de Compiègne. Retrieved from <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00000725/>
- Hannafin, M. J., & Land, S. M. (1997). The foundations and assumptions of technology-enhanced student-centered learning environments. *Instructional Science*, 25(3), 167–202. doi:10.1023/A:1002997414652

- Herzog, S. (2005). Measuring Determinants of Student Return VS. Dropout/Stopout VS. Transfer: A First-to-Second Year Analysis of New Freshmen. *Research in Higher Education*, 46(8), 883–928. doi:10.1007/s11162-005-6933-7
- Hoidn, S. (2017). *Student-Centered Learning Environments in Higher Education Classrooms*. New York: Palgrave Macmillan US. doi:10.1057/978-1-349-94941-0
- Jovanović, J., Gašević, D., Brooks, C., Devedžić, V., & Hatala, M. (2007). LOCO-Analyst: A Tool for Raising Teachers' Awareness in Online Learning Environments. In E. Duval, R. Klamma, & M. Wolpers (Eds.), *Creating New Learning Experiences on a Global Scale* (Vol. 4753, pp. 112–126). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from <http://www.springerlink.com/content/5131867177432k26/>
- Kabakchieva, D. (2013). Predicting Student Performance by Using Data Mining Methods for Classification. *Cybernetics and Information Technologies*, 13(1), 61. doi:10.2478/cait-2013-0006
- Kosba, E., Dimitrova, V., & Boyle, R. (2005). The Evaluation of an Intelligent Teacher Advisor for Web Distance Environments. In *Proceedings of the 2005 Conference on Artificial Intelligence in Education: Supporting Learning Through Intelligent and Socially Informed Technology* (pp. 370–377). Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands: IOS Press. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1562524.1562577>
- Krajcik, J. S., & Shin, N. (2014). Project-based learning. In *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences, Second Edition* (pp. 275–297). Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139519526.018
- Larrañaga, M. (2012). *Semi-Automatic Generation of Learning Domain Modules for Technology Supported Learning Systems (LSI)*. University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Larusson, J. A., & White, B. (Eds.). (2014). *Learning Analytics*. New York, NY: Springer New York. doi:10.1007/978-1-4614-3305-7
- Losada, B., Urretavizcaya, M., López-Gil, J.-M., & Fernández-Castro, I. (2012). Combining InterMod Agile Methodology with Usability Engineering in a Mobile Application Development. In *Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador* (p. 39:1–39:8). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2379636.2379674
- Martín, M. (2014). *Análisis de interacciones de aprendizaje y generación de avisos multi-usuario en entornos combinados (LSI)*. University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Mazza, R., & Milani, C. (2004). GISMO: a Graphical Interactive Student Monitoring Tool for Course Management Systems. In *T.E.L.'04 Technology Enhanced Learning '04 International Conference. Milan* (pp. 18–19).
- McKeachie, W. J. (1987). Teaching and Learning in the College Classroom. A Review of the Research Literature (1986) and November 1987 Supplement. Retrieved from <http://eric.ed.gov/?id=ED314999>

- Merrill, M. D. (1983). Component display theory. In C. M. Reigeluth, (Ed.), *Instructional*.
- Michel, C., & Garrot-Lavoué, É. (2009). Meshat: Monitoring and Experience Sharing Tool for Project-Based Learning. *CoRR*, *abs/0911.0310*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/0911.0310>
- Montessori, M. (1964). *The Montessori method*. New York: Schocken Books.
- Pal, A. K., & Pal, S. (2013). Data Mining Techniques in EDM for Predicting the Performance of Students. *International Journal of Computer and Information*, 2(Issue 06), 1110–1116.
- Pardo, A. (2014). Designing Learning Analytics Experiences. In J. A. Larusson & B. White (Eds.), *Learning Analytics: From Research to Practice* (pp. 15–38). New York, NY: Springer New York. doi:10.1007/978-1-4614-3305-7_2
- Paternò, F., Santoro, C., & Spano, L. D. (2011). Engineering the authoring of usable service front ends. *Journal of Systems and Software*, 84(10), 1806–1822. doi:10.1016/j.jss.2011.05.025
- Prieto, L. P., Dimitriadis, Y., Asensio-Pérez, J. I., & Looi, C.-K. (2015). Orchestration in learning technology research: evaluation of a conceptual framework. *Research in Learning Technology*, 23(1), 28019. doi:10.3402/rlt.v23.28019
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231.
- Rivera-Pelayo, V., Munk, J., Zacharias, V., & Braun, S. (2013). Live interest meter: learning from quantified feedback in mass lectures. In *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 23–27). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2460296.2460302
- Rodríguez-Triana, M. J., Holzer, A., Vozniuk, A., & Gillet, D. (2015). Orchestrating Inquiry-Based Learning Spaces: An Analysis of Teacher Needs. In F. W. B. Li, R. Klamma, M. Laanpere, J. Zhang, B. F. Manjón, & R. W. H. Lau (Eds.), *Advances in Web-Based Learning -- ICWL 2015: 14th International Conference, Guangzhou, China, November 5-8, 2015, Proceedings* (pp. 131–142). Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-25515-6_12
- Rodríguez-Triana, M. J., Prieto, L. P., Vozniuk, A., Boroujeni, M. S., Schwendimann, B. A., Holzer, A. C., & Gillet, D. (2016). Monitoring, Awareness and Reflection in Blended Technology Enhanced Learning: a Systematic Review. *International Journal of Technology Enhanced Learning*.
- Romero, C., & Ventura, S. (2013). Data mining in education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 3(1), 12–27. doi:10.1002/widm.1075
- Romero, C., Ventura, S., Espejo, P. G., & Hervás, C. (2009). Data mining algorithms to classify students. In *In Proc. of the 1st Int. Conf. on Educational Data Mining (EDM'08)*, p. 187191, 2008. 49 *Data Mining 2009*.

- Santos, J. L., Verbert, K., Govaerts, S., & Duval, E. (2013). Addressing Learner Issues with StepUp!: An Evaluation. In *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 14–22). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2460296.2460301
- Scheuer, O., & McLaren, B. M. (2012). Educational Data Mining. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (pp. 1075–1079). Boston, MA: Springer US. doi:10.1007/978-1-4419-1428-6_618
- Siemens, G., & Baker, R. S. (2012). Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration. In *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 252–254). ACM. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2330661>
- Singley, M. K., & Lam, R. B. (2005). The classroom sentinel: supporting data-driven decision-making in the classroom. In *Proceedings of the 14th international conference on World Wide Web* (pp. 315–321). ACM. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1060793>
- Touron, J. (1983). The determination of factors related to academic achievement in the university: Implications for the selection and counselling of students. *Higher Education*, 12(4), 399–410. doi:10.1007/BF00158243
- Verbert, K., Duval, E., Klerkx, J., Govaerts, S., & Santos, J. L. (2013). Learning Analytics Dashboard Applications. *American Behavioral Scientist*. doi:10.1177/0002764213479363

PARTE II

MODELIZACIÓN DE INTERACCIONES

3

CLIQ, Classroom Interactions Questionnaire

Es necesario descubrir las interacciones presenciales entre profesores y estudiantes más utilizadas y demandadas por el profesorado para poder modelizarlas, registrarlas y visualizarlas. Las interacciones presenciales que influyen en los procesos de aprendizaje no son sólo aquellas en las que se produce una transferencia de conocimiento, sino que otros muchos aspectos son relevantes en los mismos. Cuando un profesor imparte una clase cada estudiante asistente tiene posibilidad de entender y asimilar los conocimientos vistos. No obstante, esto no siempre sucede debido a que el estudiante no comprende el material, la manera de enseñar del profesor no encaja con su estilo de aprendizaje, problemas personales que no le permiten concentrarse, etc. Los rasgos individuales, las interacciones sociales relacionadas con la materia o el estado afectivo del alumno, las herramientas educativas, las actividades realizadas en clase, el trabajo en grupo, los tipos de evaluación y muchos otros factores influyen directamente en la enseñanza-aprendizaje.

Para asegurar la captura de requisitos cercanos al contexto en el que se iba a desarrollar el caso a estudio que nos ocupa, la Universidad, se utilizaron técnicas de indagación hablando con los profesores, observándolos o dejándoles responder a preguntas. En particular, se utilizó también una de las técnicas típicamente utilizadas como son los cuestionarios. Este capítulo describe el proceso llevado a cabo en el diseño del cuestionario CLIQ (*CLassroom Interactions Questionnaire*) y los resultados obtenidos (a través de una prueba piloto y un estudio empírico) cuyo objeto era el de obtener la experiencia de los profesores y deducir en consecuencia las necesidades inherentes de enseñar en contextos universitarios. Con la

información obtenida se establecieron las interacciones relevantes que la herramienta *PresenceClick* de ayuda al aprendizaje en sesiones presenciales debe considerar.

La aportación de la tesis en este capítulo es el cuestionario CLIQ (Classroom Interaction Questionnaire) que indaga sobre la experiencia del profesor en contextos presenciales.

Publicaciones y trabajos

* Artículo en el congreso *Frontiers in Education (FIE'13)* sobre los resultados obtenidos en el cuestionario y un primer acercamiento hacia la futura herramienta.

Ruiz, S., Urretavizcaya, M., & Fernández-Castro, I. (2013). Monitoring F2F interactions through attendance control. In *Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE* (pp. 226–232). doi:10.1109/FIE.2013.6684822

* Informes internos sobre la prueba piloto.

Ruiz, S., Urretavizcaya, M., Fernández-Castro, I. (2012a). Learning from human teaching strategies. Internal Report, UPV/EHU / LSI / TR 04-2012. <https://addi.ehu.es/bitstream/10810/8654/1/TR%2004-2012.pdf>

Ruiz, S., Urretavizcaya, M., Fernández-Castro, I. (2012b). Obtaining teaching expertise from F2F learning interactions. Internal Report, UPV/EHU / LSI / TR 05-2012. <https://addi.ehu.es/bitstream/10810/8655/1/TR%2005-2012.pdf>

3.1 Introducción

Este capítulo recoge y amplía el trabajo presentado en (Ruiz et al., 2013) sobre el cuestionario CLIQ (*CLassroom Interactions Questionnaire*) y los datos recogidos, cuyo análisis ha dado pie a la modelización de las interacciones ampliando el modelo del estudiante con información nueva sobre lo que ocurre en sesiones presenciales. Se han llevado a cabo numerosos estudios en el área de los sistemas educativos sobre el modelo del estudiante en relación a las competencias de los alumnos y los logros académicos (Woolf, 2010). La mayoría presentan diferentes enfoques hacia la modelización del estudiante: el conocimiento adquirido, intereses, metas y tareas (Brusilovsky & Millán, 2007). Además, otros estudios apuntan a la importancia de aumentar el modelo para mejorar la personalización y adaptación del estudiante. Por ejemplo, considerando aspectos como los estilos de aprendizaje (Dagger et al., 2003) o los estilos cognitivos (Bull & McCalla, 2002). Otros trabajos se centran en el contexto de aprendizaje, modelizando la localización del usuario (Krüger et al., 2007), el entorno y dimensión humana (Schmidt et al., 1998) o los estados afectivos de los alumnos (Frasson & Chalfoun, 2010). Sin embargo, hasta ahora se ha

focalizado el estudio de las interacciones en el flujo entre el alumno y el sistema de aprendizaje, como se ha descrito ya en el capítulo anterior.

Asumiendo que el profesorado utiliza información relevante de lo que sucede en clase para diseñar y adaptar las estrategias de enseñanza-aprendizaje según las necesidades de su alumnado, se ha llevado a cabo un proceso de captura de dicha información. Para ello, se ha diseñado el cuestionario CLIQ sobre las actividades docentes en clase con el fin de inferir la experiencia del profesor y descubrir la perspectiva actual sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje (Ruiz et al., 2013). CLIQ fue diseñado mediante un proceso en dos fases. En la primera fase se identificó un conjunto de preguntas significativas que fue gradualmente evaluado, corregido y mejorado. Se realizó una prueba piloto cuyas respuestas y entrevistas permitieron refinar el cuestionario. En la segunda fase, se hizo un estudio empírico con el fin de extraer al máximo la experiencia del profesorado. Este cuestionario promovió un proceso de introspección orientado a reflexionar sobre las condiciones de aprendizaje de los alumnos para ayudar a los profesores a especificar, articular e identificar toda esa información. A partir de sus resultados se justificaron las necesidades detectadas relacionadas con el registro de las interacciones más significativas.

Las siguientes secciones del capítulo se estructuran como sigue. La sección 3.2 agrupa las necesidades e hipótesis de trabajo de los procesos de enseñanza-aprendizaje presenciales. La sección 3.3 presenta el cuestionario CLIQ que permite descubrir las interacciones presenciales más representativas y corroborar las hipótesis planteadas. A continuación, la sección 3.4 recoge un estudio preliminar en forma de prueba piloto, a partir del cual se realizaron una serie de mejoras del cuestionario. La sección 3.5 describe el estudio empírico que da respuesta a las hipótesis planteadas. El capítulo concluye con un resumen y conclusiones obtenidas a partir de dicho estudio.

3.2 Necesidades e Hipótesis

Con el fin de crear una herramienta que capture información derivada de las interacciones presenciales, se han estudiado las necesidades que favorecen la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje (capítulo 1). Para ello, a partir de dichas necesidades se han planteado, entre otras, una serie de hipótesis relacionadas con la experiencia docente del profesorado.

Necesidad 1: La primera necesidad identificada era la de conocer las interacciones presenciales más significativas a registrar (*reqInteracción*). La revisión del estado del arte ha dado pistas de cuáles son, sin embargo, la

predisposición del profesorado hacia su registro debía confirmarse. Obviamente, no tendría sentido crear la herramienta con la posibilidad de registrar interacciones que no interesan a los profesores. Por ello, se establece la primera hipótesis:

Hipótesis H1- Los profesores están interesados en registrar ciertas interacciones de clase para recibir información de ellas.

Necesidad 2: También se planteó si era posible el seguimiento de los alumnos en grupos grandes y para ello se propuso acercar los medios tecnológicos a las aulas (*reqTecnológico*). A partir de esta necesidad, planteamos la siguiente hipótesis:

Hipótesis H2- El número de estudiantes en clase influye en las estrategias docentes, como el material y herramientas utilizadas o la información registrada.

Necesidad 3: Asimismo, se destacaba la necesidad de crear una herramienta intuitiva y simple (*reqSimple*) principalmente por la posible falta de entrenamiento de los profesores y la brecha generacional abierta con sus estudiantes, nativos digitales. Factores como la edad, los años que llevan como docentes, la experiencia previa con herramientas educativas pueden influir enormemente en el profesorado a la hora de utilizar una nueva herramienta de ayuda a la docencia. Por ello, planteamos la siguiente hipótesis:

Hipótesis H3- Los nativos no digitales son más reacios al uso de la tecnología.

Necesidad 4: Finalmente, en relación a la captura de la asistencia como requisito imprescindible y relacionado con el resto de interacciones (*reqAsistencia*), surge la última hipótesis:

Hipótesis H4- Los profesores necesitan/desean registrar la asistencia en clase.

Mediante la confirmación de esta serie de hipótesis, además de descubrir las interacciones más relevantes ocurridas en el aula para su modelización, se pretende ratificar la conveniencia de construir una herramienta de ayuda en contextos presenciales, que acerque la tecnología a las aulas, especialmente en grupos grandes, que sea simple y cuyo primer requisito de implementación sea la asistencia. El resto de necesidades, relacionadas con la formalización de dichas interacciones (*reqFormalización*), y el diseño y retroalimentación del sistema se cubrirán en los siguientes capítulos (*reqPersonalizable*, *reqVisual*, *reqPredicción*).

3.3 Diseño del cuestionario CLIQ

CLIQ fue diseñado mediante un proceso iterativo que dio lugar a un total de 26 preguntas como las mostradas en la Tabla 3-1 y que son de tres tipos: selección múltiple (pregunta 17), selección única en una escala nominal (pregunta 16) y pregunta abierta para permitir expresarse mejor al profesorado (pregunta 13). El cuestionario se ha categorizado en cuatro bloques: (1) Contexto docente, (2) Planificación de la sesión, (3) Interacciones con los alumnos, y (4) Colaboración entre profesores. En el Anexo B se recoge todo el cuestionario.

Tabla 3-1. Fragmento del cuestionario

<p>13. Durante las clases presenciales, ciertas interacciones docentes pueden obligarle a cambiar su plan de forma inmediata. Describa los sucesos, actividades o interacciones que producirían dicho cambio.</p>			
<p>16. Sobre las actividades e interacciones ocurridas durante las clases presenciales, identifique los tipos de información que registra, le gustaría registrar o no le parece relevante registrar.</p>			
	Lo registro	Me gustaría registrarlo	No me parece relevante
<i>Conceptos impartidos</i>	o	o	o
<i>Ejercicios resueltos</i>	o	o	o
<i>Respuestas de los alumnos a preguntas al aire</i>	o	o	o
...	o	o	o
<p>17. Seleccione los mecanismos que utiliza para comunicarse con los alumnos fuera del aula</p>			
<input type="checkbox"/> E-mail	<input type="checkbox"/> Tutorías individuales	<input type="checkbox"/> Tutorías colectivas	
<input type="checkbox"/> Foros	<input type="checkbox"/> Chat	<input type="checkbox"/> Otros	

El *Contexto docente* incluye seis preguntas para cubrir aspectos sobre las características del profesor (edad, experiencia docente en años, etc.), asignatura (número de alumnos, curso, etc.), material docente, y herramientas de apoyo y funcionalidades utilizadas. Aunque cada profesor suele impartir varias asignaturas, para este cuestionario se les solicitó que eligiera sólo una, aquella que considerasen interesante por su alta matriculación, por ser intrínsecamente compleja o por la variedad de actividades de aprendizaje utilizadas. Estos datos se han utilizado sobre todo para realizar un estudio estadístico cruzado con preguntas de otros

grupos. Además, estudiaremos el uso que hacen los profesores de las herramientas educativas a su disposición, para descubrir sus necesidades.

En cuanto a la *Planificación de la sesión*, se han incluido en este bloque seis preguntas sobre la planificación del curso: herramientas informáticas de apoyo, a quién va dirigida (profesor y/o estudiante(s)), qué información se incluye, si se realizan modificaciones y qué las provocan, y qué sucesos de clase pueden obligarle a cambiar su plan. Mediante estas preguntas se trata de establecer los hábitos de los profesores a la hora de planificar el curso. La información derivada de estas preguntas puede ayudar a establecer pautas/patrones de trabajo sobre la preparación de contenidos y la gestión de la docencia. Así como de establecer los motivos que obligan a los profesores a replanificar.

Las *Interacciones con alumnos* han quedado agrupadas a su vez en tres focos: las clases presenciales, las tutorías y la evaluación. Sobre las **clases presenciales** se formulan tres preguntas sobre las actividades realizadas en clase y la información registrada de ellas, y si se trabaja en grupos. En cuanto a **las tutorías** se formulan cinco preguntas para conocer los medios de comunicación habituales fuera del aula, frecuencia y tipo de cuestiones planteadas en tutorías, y conclusiones que el profesorado deriva a partir de las tutorías. Finalmente, con **la evaluación** se formulan otras cinco preguntas sobre la información registrada para valorar el progreso del alumno, soportes del registro realizado y si se incluyen aspectos relacionados con el comportamiento del alumno en clase, como la participación o la constancia en el estudio. Por tanto, de la *Interacción con el alumno* se tratará de deducir cómo trabajan actualmente los profesores y descubrir las interacciones más significativas para registrar en una herramienta tecnológica de ayuda al profesor en sesiones presenciales.

Finalmente, en cuanto a la *Colaboración entre profesores* se les pregunta a los profesores una pregunta sobre el interés que tendrían en conocer aspectos de sus alumnos en otras asignaturas como el progreso general, carga lectiva y características personales de los alumnos, como el comportamiento o rasgos de personalidad. Todos estos aspectos deberán contar con las medidas de privacidad que exige el uso de información sensible.

3.4 Estudio preliminar: Refinando el cuestionario

Esta sección contiene el procedimiento, resultados y conclusiones obtenidas en este primer estudio preliminar sobre las interacciones entre profesores y alumnos en la educación formal (Ruiz et al., 2012a, 2012b). El objetivo principal de esta primera prueba piloto es el refinamiento del cuestionario antes de enviarlo al conjunto del

profesorado, para evitar enunciados ambiguos o poco claros, minimizar los posibles errores en la herramienta de captación de respuestas y preparar el análisis de los datos deseados.

3.4.1 Participantes

Nueve profesores de la Facultad de Informática de la UPV/EHU formaron la muestra a estudio. Se establecieron una serie de criterios para formar el grupo: sexo, edad, experiencia docente, departamento, curso y uso de herramientas educativas. A continuación, se describe la muestra de la prueba según estos criterios.

- **Sexo:** se escogió un grupo balanceado de 5 mujeres (55%) y 4 hombres (45%).
- **Edad:** se consideraron tres grupos divididos en menores de 30, entre 30 y 45 y mayores de 45.
- **Experiencia docente:** se formaron dos grupos de 3 y 6 personas con una experiencia menor de 25 años y otra mayor de 25 años respectivamente.
- **Departamento:** se eligieron 3 personas de cada departamento (LSI, CCIA y ATC) para estudiar si diferentes asignaturas pueden influir en los estilos de enseñanza
- **Curso:** se trató de cubrir diferentes cursos, con 6 profesores en asignaturas obligatorias y 3 en optativas. Una de las obligatorias era de primero, 4 de segundo y 1 de cuarto.
- **Herramientas educativas:** se intentó considerar profesores que utilizaran herramientas educativas para tener información relevante de su uso.

3.4.2 Herramientas y procedimiento

Los profesores participantes recibieron una invitación por e-mail sin enviar el cuestionario. En el mensaje se explicaba con especial cuidado el propósito general del cuestionario para involucrarles y motivar su participación en el proyecto. La respuesta fue muy positiva aceptando todos la invitación. Una semana después recibieron el cuestionario con una breve descripción sobre su objetivo y las preguntas de cada bloque.

Una vez que todos los profesores rellenaron el cuestionario, fueron individualmente entrevistados. La finalidad de las entrevistas era detectar las dudas o problemas que los profesores hubieran podido tener mientras respondían (por ejemplo, si resultaba muy pesado o difícil de entender), conocer su punto de vista respecto a las distintas partes del cuestionario y capturar posibles requisitos de la futura herramienta. Se utilizó GoogleDocs debido a que sus características de

presentación permitían el tipo de preguntas deseado, su facilidad de acceso y la recolección sencilla de los resultados.

3.4.3 Resultados preliminares

Al analizar las respuestas de los profesores, se detectaron algunos problemas técnicos que dificultaban su análisis. Por ejemplo, algunas respuestas de texto libre se podían convertir en seleccionables para evitar que cada profesor respondiera de diferente forma para una misma respuesta (ej: el curso) y en otras las selecciones no eran adecuadas ya que la mayoría escogían la misma opción (ej. rango de años de docencia). Asimismo, se añadió un apartado con el sexo del profesor por si en un futuro se quisieran buscar diferencias de comportamiento entre sexos. Se detectó un problema a la hora de recoger los comentarios de los profesores en una respuesta con la opción "Otros" al final de cada pregunta, por ello se añadieron opciones "Otros" separadas de las propias preguntas. Se corrigieron también algunas expresiones para mejorar la comprensión del cuestionario. También se detectó que algunos profesores dejaron de marcar ciertas preguntas, probablemente por despiste. Por ello, se marcó como respuesta obligada algunas preguntas para mantener la consistencia en los datos.

En cuanto al contenido del cuestionario, se redujo el número de preguntas dado que algunas de ellas daban resultados muy similares y varios profesores señalaron en las entrevistas que el cuestionario les resultó extenso. Finalmente, en relación al registro que realizaban de las interacciones, inicialmente, por un lado, se les preguntaba si registraban o no una serie de opciones, y por otro lado el interés que tenían en registrar otra serie de opciones muy similar. Por ello, se unificaron proponiendo tres opciones de selección: lo registro, me gustaría registrarlo y no me parece relevante (tal y como se veía en la pregunta 16 de la Tabla 3-1).

Los resultados indican que los profesores sienten interés en registrar interacciones concretas, especialmente las relacionadas con los ejercicios, los resueltos en la pizarra o los que realizan los alumnos (**H1**). Otras interacciones que les parecería interesante registrar son las respuestas a preguntas al aire, las preguntas de los alumnos (dudas) o información sobre el trabajo en grupo. En todos los casos, dos tercios o más de los profesores se muestran favorables hacia el registro.

Se espera que cuantos más estudiantes matriculados haya en su asignatura, el profesor busque más ayuda en herramientas de apoyo al aprendizaje (**H2**). Por ello, se estudió el tamaño del grupo en comparación a las funcionalidades disponibles que normalmente utilizan los profesores en herramientas de ayuda al aprendizaje. Los resultados muestran que el uso de blogs, las alertas globales y la subida de

ficheros están relacionados significativamente con el número de alumnos en el curso ($R^2=0.99$). Para la distribución de Snedecor se obtuvo $F_{0.05}(3,5)=318.02$, siendo el valor crítico para estos datos de 5.409 en la tabla de distribución F y por tanto superándolo ampliamente.

Uno de los aspectos incluidos en el bloque de la evaluación de los estudiantes eran los soportes utilizados para el registro de información relevante sobre los alumnos. Sorprendentemente, muchos profesores (56%) todavía utilizan papel para registrar las evaluaciones de los alumnos. Dado este descubrimiento, se probó la hipótesis de que los profesores más jóvenes tendían a recurrir más a la tecnología que los mayores para almacenar las evaluaciones (**H3**). Mediante el cálculo del coeficiente de correlación de Spearman se encontró una correlación no despreciable en el uso de papel y la edad del profesor. Siendo la hipótesis nula que no existe correlación, se obtuvo $r_s=0.67$ y $\alpha=0.05$ (con valor crítico de 0.683 para estos datos y por tanto, al ser menor, rechazando la hipótesis nula). Este hecho se vuelve aún más significativo teniendo en cuenta que los profesores participantes en la prueba imparten docencia en la Facultad de Informática. También se ha encontrado una inclinación de los profesores con mayor experiencia docente hacia el registro de interacciones en tutorías. Sin embargo, aunque los datos muestran una cierta tendencia, no se han encontrado correlaciones entre la experiencia docente y el registro de interacciones en tutoría.

También, se ha encontrado una clara tendencia en los datos hacia el deseo de registrar la asistencia con un 62,5% de profesores (5 de 8¹⁴) que muestran su acuerdo (**H4**). Sin embargo, dado que la muestra no es significativa todavía no se puede confirmar esta necesidad.

Además de dar respuesta a las hipótesis, se estudiaron los datos recogidos en cada una de las preguntas. En la última pregunta sobre el deseo de la coordinación entre profesores (ver Anexo B pregunta 26), se encontraron diferencias significativas mediante la ANNOVA de Friedman en términos de interés entre las distintas opciones propuestas ($\chi^2(2)=12.56$ y $\alpha<0.05$, siendo el valor crítico para dos grados de libertad de 5.991). Conocer la carga académica de los alumnos en otras asignaturas obtuvo medidas más altas que las características personales de los alumnos ($Z=-2.41$, $\alpha<0.05$, y por tanto una probabilidad de 0.92) y que su progreso en otras asignaturas ($Z=-2.21$, $\alpha<0.05$, y por tanto una probabilidad de 0.98).

Originalmente, la prueba piloto contenía una pregunta que sugería algunas funcionalidades potenciales en una herramienta nueva de ayuda. Entre ellas, el 100% de los profesores destacaron obtener ayuda sobre la detección de problemas y

¹⁴ Dada la no obligatoriedad de las preguntas uno de los profesores de la prueba no respondió a esta. Esto se subsanó en el cuestionario final haciendo obligatorias las preguntas de selección.

coordinación entre profesores (respondieron 8 profesores y los 8 se interesaron por ello). También mostraron interés por visualizar gráficos de evolución de la clase (con un 86%, 6 profesores de 7 que estuvieron de acuerdo) y por visualizar gráficos individuales (60%, 4 de 6).

3.4.4 Conclusiones

En la prueba de refinamiento del cuestionario se ha conseguido ajustar varias preguntas, reducir el número de preguntas iniciales y asegurar los mecanismos de captura de los resultados. En cuanto a la preparación del análisis de los resultados obtenidos se puede establecer que los profesores en general muestran un interés favorable hacia el registro de ciertas interacciones en clase, como los ejercicios, dudas o respuestas a preguntas (**H1**). Por tanto, se ha confirmado el acercamiento a la necesidad de registrar las interacciones (*reqInteracciones*). Además, también se ha encontrado una predisposición hacia el registro de la asistencia (**H4**). Por lo que se asume que, además de permitir el registro de otras interacciones, el requisito de registrar la asistencia es beneficioso para los profesores (*reqAsistencia*).

Los resultados muestran que cuantos más alumnos hay matriculados en la asignatura, los profesores buscan más ayuda en herramientas educativas (**H2**). Concretamente el uso de blogs, alertas globales y la subida de ficheros están relacionados con la cantidad de alumnos del curso. Por tanto, como en clases grandes el seguimiento individual del alumno se hace más complicado, buscan apoyo en la tecnología, confirmando su disposición a ser ayudados. Esto es un primer paso hacia la justificación de la necesidad identificada de acercar la tecnología a las aulas (*reqTecnológico*).

Asimismo, se ha encontrado relación entre la edad del profesor y el uso de la tecnología en la evaluación. Cuanto más joven es el profesor tiende más a buscar apoyo tecnológico (**H3**). Es posible que esta relación se deba al salto generacional que impide a muchos profesores lidiar con toda la información gestionada en los sistemas educativos, perdiéndose a menudo y renunciando a su uso. Dado que la mayoría de profesores no son nativos digitales en un principio también estaría justificado el requisito de crear una herramienta simple (*reqSimple*).

Finalmente, se ha descubierto también cierto interés hacia la coordinación entre profesores, principalmente en lo que se refiere a la carga académica de los alumnos. Esto lleva a la conclusión de que poca comunicación entre profesores puede significar problemas para los alumnos, por lo que será un aspecto posible a tener en cuenta. Además de temas de coordinación, los profesores muestran especial interés en obtener mecanismos de detección de problemas en los estudiantes y sus procesos de aprendizaje.

3.5 Estudio empírico: Aprendiendo de los profesores

Una vez terminado el proceso de refinamiento del cuestionario, el siguiente paso era enviarlo a un grupo significativo de profesores. Esta sección describe los participantes, procedimiento, resultados y conclusiones obtenidas del estudio realizado.

3.5.1 Participantes

Participaron 69 profesores de diversas titulaciones: Ingeniería Informática, Ingeniería Mecánica, Topografía, Organización Industrial e Ingeniería Electrónica entre otras.

Respondieron 22 mujeres y 47 hombres. La edad de los profesores variaba desde los 26 a 64 años, mientras que la experiencia docente variaba de 3 años a 36. Contestaron profesores de todos los cursos, siendo mayoría los de primero (19 profesores) y segundo (25 profesores). De tercero respondieron 13, mientras que 5 eran de cuarto y 7 de optativas.

El rango de alumnos matriculados en las asignaturas que impartían variaba también considerablemente, desde 2 a 340 (con una media de 53 alumnos por asignatura). Un 84% de los profesores utilizaba Moodle.

3.5.2 Procedimiento

Un número importante de profesores de las titulaciones señaladas, recibió la invitación formal por correo electrónico solicitando su colaboración en el proyecto. En dicho correo se explicaba el propósito general del cuestionario, así como un pequeño resumen de cada bloque. El cuestionario estuvo abierto durante dos meses y al finalizar el primero se envió un recordatorio para captar más respuestas. En este estudio también se utilizó GoogleDocs para pasar el cuestionario.

3.5.3 Resultados

Esta sección presenta los resultados más reseñables a partir de las hipótesis planteadas anteriormente y que la prueba piloto confirmó inicialmente.

Hipótesis H1: Los profesores están interesados en registrar ciertas interacciones de clase para recibir información de ellas.

Como se puede deducir de la gráfica presentada en la Figura 3-1, a un número considerable de profesores le gustaría disponer de facilidades para registrar la

mayoría de las interacciones propuestas, que confirma esta hipótesis y establece el punto de partida de esta tesis. Dicha gráfica recoge las interacciones presenciales relacionadas tanto con las propuestas del propio profesor a los alumnos (conceptos impartidos, ejercicios propuestos), como con la inferencia del conocimiento del alumno a partir de las actividades propuestas (resolución de ejercicios, errores cometidos, valoración de presentaciones, evolución de los trabajos en grupo, preguntas de los alumnos, satisfacción sobre los laboratorios y respuestas a preguntas al aire). Asimismo, se recoge la opinión del profesorado sobre el comportamiento de los alumnos (desempeño en las actividades, participación, constancia en el estudio, rasgos de personalidad) o sobre la comunicación fuera del aula (tutorías). En general, la mayoría de profesores registra aquellos aspectos relacionados con la planificación y que envían a sus alumnos, como por ejemplo los conceptos impartidos (81%) o los ejercicios que ellos mismos proponen (79%), normalmente mediante herramientas conocidas por todos, como Word, Excel o incluso, Moodle.

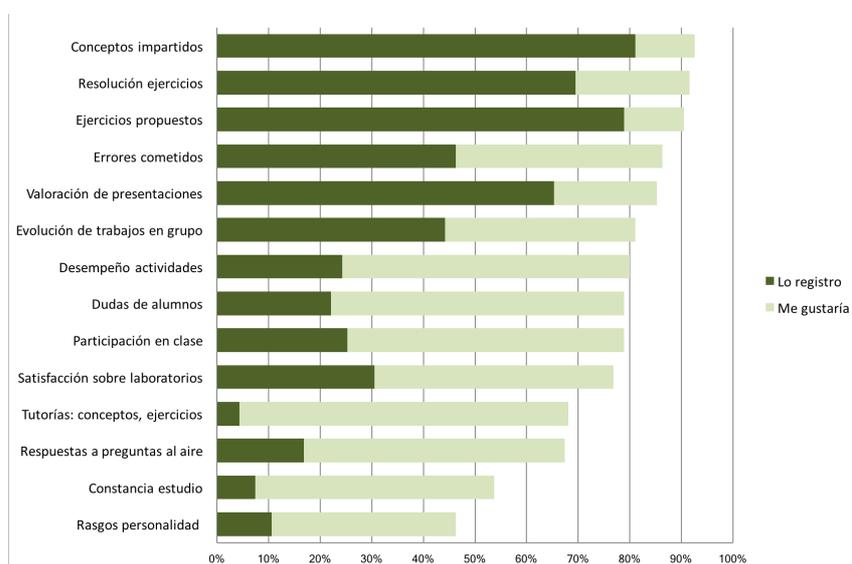


Figura 3-1. Opinión de los profesores sobre las sesiones presenciales

Respecto a las interacciones de los alumnos que permiten realizar inferencias sobre su conocimiento, los profesores, aunque en menor medida, también registran información, especialmente en aspectos relacionados con actividades planificadas y fácilmente evaluables, como por ejemplo la resolución de ejercicios (69%) y las presentaciones que realizan en clase (65%). Algunos profesores también registran aspectos como los errores cometidos por los alumnos en las distintas actividades (46%), la evolución de trabajos en grupo (44%) o la satisfacción del profesor sobre

los laboratorios realizados por los estudiantes (31%). Respecto a los que no registran este tipo de informaciones, la mayoría muestra su deseo de hacerlo. Sin embargo, hay profesores a quienes no les parece relevante registrar estas actividades, un 7% en conceptos impartidos y un 23% en la satisfacción sobre los laboratorios.

En cuanto a interacciones más espontáneas, como las dudas de los alumnos en clase o las respuestas a preguntas al aire, se puede ver que pocos son los profesores que las registran (22% y 17% respectivamente). Sin embargo, en ambos casos el interés de los profesores hacia su registro es significativo (57% y 51% respectivamente), quedando menos de un tercio de profesores a quienes no les parece relevante.

En lo que se refiere al comportamiento de los alumnos en clase, muchos profesores se interesan por el desempeño con el que realizan los alumnos las distintas actividades del curso y su participación. Siendo menos del 21% de los profesores a quienes no les parece relevante deducir estos aspectos de sus alumnos. Otros aspectos del comportamiento de los alumnos no levantan tanto interés, como la constancia en el estudio o los rasgos de personalidad, con un 46% y un 54% respectivamente de profesores a quienes no les parece relevante.

Finalmente, aunque pocos profesores registran los contenidos que se tratan en las tutorías (como los conceptos o los ejercicios), muchos muestran su interés por ello (64%).

Hipótesis H2: El número de estudiantes en clase influyen en las estrategias docentes, como el material y herramientas utilizadas o la información registrada.

Para analizar los datos se han dividido los profesores en tres grupos dependiendo del número de alumnos matriculados en sus clases: *Gsmall* (menos de 25 estudiantes), *Gmedium* (de 25 a 59 estudiantes) y *Glarge* (más de 59 estudiantes). Los grupos estaban balanceados, de forma que el grupo *Gsmall* tenía 24 profesores, *Gmedium* 22 y *Glarge*, 23. Se encontraron diferencias significativas en el comportamiento de los grupos en los siguientes casos:

Contexto docente–Funcionalidades en las herramientas de ayuda al aprendizaje (ej: Moodle). Los profesores en el grupo *Glarge* buscan significativamente más funcionalidades de apoyo que los profesores con menos de 25 estudiantes (p -value=1.2e-07), especialmente para la evaluación de ejercicios: p -value=0.02 entre *Glarge* y *Gsmall*, y p -value=0.01 entre *Gmedium* y *Gsmall*.

Interacciones con los alumnos–Registro de información, ej: evaluación de presentaciones. Los profesores en el grupo *Gsmall* registran considerablemente más información que los profesores en *Gmedium* (p -value=0.03) o *Glarge* (p -value=0.001). Como es lógico, según se incrementa el número de estudiantes se vuelve más difícil realizar presentaciones en clase por la falta de tiempo.

Interacciones con los alumnos–Mecanismos de comunicación, ej: tutorías colectivas o foros. Los estudiantes en grupos grandes requieren más tutorías colectivas u otros canales de comunicación fuera de clase que aquellos en grupos pequeños (p-value=0.002). También se ha encontrado una correlación positiva entre el uso de foros y el número de estudiantes. La Tabla 3-2 muestra los medios típicos de comunicación entre profesores y alumnos, y el porcentaje de profesores que normalmente los utilizan. Esta información se ha inferido de la pregunta 17 del cuestionario (ver Tabla 3-1). La Tabla 3-3 muestra los p-value al comparar las distribuciones de los tipos de comunicación utilizados por los profesores considerando el número de alumnos en sus clases. Como se puede observar existe una diferencia significativa en su uso entre el grupo más grande (Glarge) y el más pequeño (Gsmall).

Interacciones con los alumnos–Contenido de tutorías y su implicación. Los contenidos de conocimiento teórico y de ejercicios en tutorías se correlacionan con el número de estudiantes matriculados en el grupo. Como cabía esperar, los estudiantes en grupos más pequeños tienden a preguntar más dudas sobre tareas prácticas o laboratorios durante el tiempo de clase. Pero los profesores en el grupo Glarge aprovechan las sesiones de tutorías de diferentes formas, tanto para el seguimiento individual como para el colectivo. Así como para generalizar en clase las preguntas que se realizan en las tutorías (hay diferencia entre Gsmall y Glarge p-value=0.02).

Tabla 3-2. Estadísticas en el uso de los distintos mecanismos de comunicación

Group	n	Communication Types				
		Email	Individual Tutorials	Collective Tutorials	Forum	Chats
Gsmall (<25)	24	96%	96%	29%	38%	4%
Gmedium (25 to 59)	22	100%	96%	55%	45%	5%
Glarge (>59)	23	96%	96%	79%	52%	0%

Tabla 3-3. p-values comparando las distribuciones de los mecanismos de comunicación según el tamaño de los grupos

p-value comparing the employment of communication types		
distribution x	distribution y	p-value
Gsmall (<25)	Gmedium (25 to 59)	0.51
Gsmall (<25)	Glarge (>59)	0.001
Gmedium (25 to 59)	Glarge (>59)	0.38

Hipótesis H3: Los nativos no digitales son más reacios al uso de la tecnología.

Para testear esta hipótesis, se han dividido los profesores en tres grupos según su edad: G40- (menos de 40), G49- (de 40 a 49) y G49+ (más de 49). Se encontraron diferencias significativas en el comportamiento de estos tres grupos en los siguientes casos:

Planificación de las sesiones de aprendizaje –Herramientas de planificación. Los profesores en el grupo G49+ tienden a utilizar más documentos de texto u hojas de cálculo para planificar, mientras que los profesores en G40- comienzan a utilizar otro tipo de herramientas, como MoodleCalendar, GoogleCalendar, Outlook, etc. (p-value=0.004 entre G40- y G49+, y p-value=0.01 entre G40- y G49-). Casi la mitad de los profesores más jóvenes utilizan estos tipos de herramientas, mientras que los profesores mayores de 40 utilizan más las hojas de cálculo y los documentos de texto (Figura 3-2). Esto lleva a la conclusión de que los jóvenes están más dispuestos a utilizar la tecnología que los más mayores.

Interacciones con los alumnos –Registro de interacciones. Se han encontrado diferencias significativas en algunos aspectos como los errores de los alumnos, donde los profesores más jóvenes (G40-) intentan registrarlos mientras que los mayores (G49+) simplemente expresan su interés por ello (p-value=0.002). Esto puede estar relacionado con el miedo que los nativos no digitales pueden tener hacia la tecnología, a quienes aunque suelen utilizar algunas herramientas, no les gusta probar aplicaciones nuevas, ni siquiera en carreras técnicas como las que nos ocupan. El profesorado con más experiencia presta más atención a las respuestas de los alumnos a preguntas al aire. Mientras que los G40- piensan que estos aspectos no son importantes (p-value=0.03), a pesar de las pistas que pueden ofrecer sobre el nivel de conocimiento individual o general de la clase.

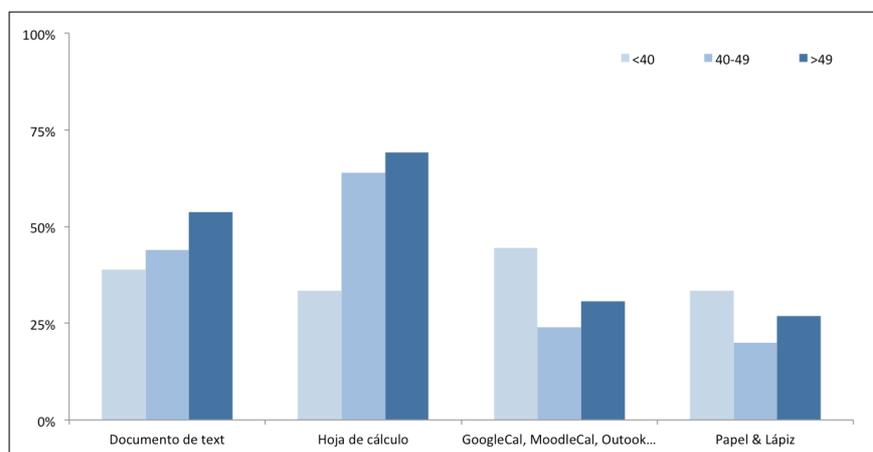


Figura 3-2. Uso de herramientas de planificación en relación a la edad del profesor

Hipótesis H4: Los profesores necesitan/desean registrar la asistencia en clase.

Un 55% de los profesores señaló que registran la asistencia, mientras que a un 22% les parecería interesante hacerlo. Por tanto, tres cuartas partes del profesorado están interesados en la gestión de la asistencia. En la Figura 3-3 se muestran las respuestas de los profesores a la pregunta correspondiente al registro de la asistencia en función del número de alumnos matriculados en su asignatura. Como se puede observar, la mayor distribución de profesores a quienes no les parece relevante el registro de la asistencia es a los que imparten su asignatura en un grupo más reducido de alumnos. Esto se puede deber a que de un vistazo pueden realizar el seguimiento de los alumnos en clase y no sienten la necesidad de anotar la asistencia cada día. Sin embargo a partir de 50 alumnos la figura muestra que la mayor distribución se encuentra entre los profesores a quienes les gustaría registrarla, lo que revela la necesidad de automatización del proceso.

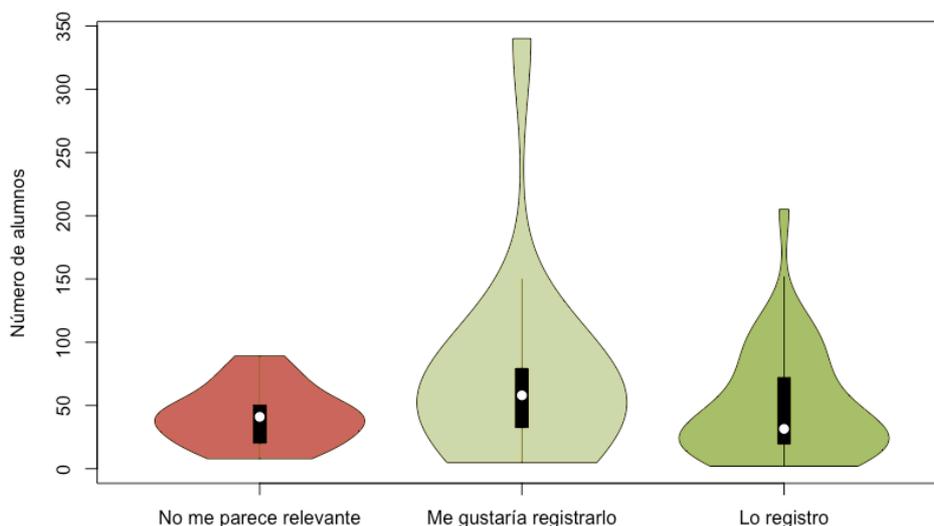


Figura 3-3. Registro de la asistencia en función del número de alumnos matriculados en la asignatura

3.5.4 Conclusiones

En primer lugar, en relación a la primera hipótesis (H1) se ha detectado un interés por parte del profesorado en registrar ciertas interacciones. En concreto las más destacadas en cuanto al registro o deseo de registro han sido: conceptos impartidos, resolución de ejercicios, ejercicios propuestos, errores cometidos, valoración de presentaciones, evaluación de trabajos en grupo, desempeño de actividades, dudas del alumnado, participación en clase, satisfacción sobre

laboratorios, tutorías y respuestas a preguntas al aire. Sin embargo, se descartó en un principio tratar los conceptos impartidos ya que la mayoría de profesores ya los registraba y no iba a suponerles un cambio notable. Otras interacciones relacionadas con la evaluación de aspectos planificados, como la valoración de presentaciones, la evolución del trabajo en grupo o la satisfacción en laboratorios, también se descartaron ya que menos profesores mostraron su interés y son interacciones que no se realizan en todas las asignaturas. Por ejemplo, en el cuestionario, un 68% indicó que trabajaba con grupos de alumnos y solo la mitad de los profesores realiza evaluaciones, mientras que un 91% realiza ejercicios. Por ello será más interesante centrarnos en actividades relacionadas con el registro de información de esta actividad. Algunas actividades destacadas con más de un 50% de deseo de registro son las preguntas que se realizan en clase y los aspectos relacionados con las dudas de los estudiantes en tutorías.

Los resultados relacionados con la segunda hipótesis (**H2**) han confirmado que los profesores que imparten docencia en grupos grandes utilizan más ciertas funcionalidades en las herramientas de ayuda a la docencia, y que además registran menos información sobre algunas interacciones dada la dificultad de realizar su seguimiento. Asimismo, los propios alumnos matriculados en grupos grandes buscan más ayuda fuera de las clases mediante tutorías colectivas o foros, por lo que se hace visible la necesidad de un seguimiento más continuo. Por tanto, confirmamos la necesidad de acercar los medios tecnológicos a las aulas como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje en contextos presenciales (*reqTecnológico*).

También se ha confirmado que la edad del profesor puede ser a veces un impedimento a la hora de servirse de la tecnología (**H3**), ya que se ha demostrado que los más jóvenes registran ciertas interacciones mientras que los profesores mayores de 59 años muestran el interés por hacerlo (errores cometidos), probablemente por la falta de entrenamiento en el uso de nuevas tecnologías. Por ello, se confirma la necesidad de crear una herramienta ágil e intuitiva (*reqSimple*). También se ha descubierto que los profesores con más experiencia sienten más interés hacia algunas interacciones, como las respuestas a preguntas al aire que los profesores más jóvenes.

En relación a la última hipótesis planteada sobre la necesidad de registrar la asistencia (**H4**), efectivamente la mayoría de profesores o bien la registran o bien les gustaría registrarlas (*reqAsistencia*). Además, los profesores en grupos grandes muestran un mayor deseo hacia el registro, por lo que una herramienta que les proporcionara automáticamente la lista de los alumnos en clase, además de facilitar el registro de otras interacciones, implicaría un beneficio notable en las aulas. Por un lado, aliviaría considerablemente la carga de los profesores que ya registran la

asistencia, mientras que por otro lado, animaría a aquellos profesores que sienten interés en ello.

Al margen de las hipótesis planteadas, también se ha confirmado la disposición de los profesores a compartir información sobre sus estudiantes, concretamente respecto a su carga de trabajo (88%) y progreso en otras asignaturas (77%), lo que abre la puerta a ofrecer mecanismos de colaboración a través del intercambio de información no privada.

3.6 Resumen y conclusiones

Este capítulo ha presentado el proceso de indagación llevado a cabo para extraer la experiencia del profesorado y poder modelizar las interacciones que surgen actualmente en contextos presenciales. Se ha obtenido un conjunto de interacciones destacadas para diseñar una herramienta que las capture y ofrezca información relevante para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En primer lugar, se diseñó un cuestionario que se testeó mediante una prueba piloto con nueve profesores para refinarlo y obtener así un instrumento claro y preciso que facilitara un proceso de introspección en los profesores. También se realizó un primer estudio de los datos, en el que se confirmaron una serie de hipótesis basadas en las necesidades previamente detectadas. En segundo lugar, el cuestionario final, refinado y corregido, participaron 69 profesores de la Universidad del País Vasco. Sus respuestas ratificaron las necesidades en relación a la creación de una herramienta de apoyo a sesiones presenciales.

La mayoría de profesores mostró su interés en registrar los ejercicios que proponen y las resoluciones de sus alumnos (ya lo hacían o deseaban hacerlo). Por ello, una herramienta que permita a profesores proponer una serie de ejercicios y a alumnos comunicar el estado de resolución en clase, podría resultar de mucha ayuda para enriquecer el contexto de las clases prácticas. Para el profesor tener información en tiempo real le ayudará a ajustar el ritmo de la clase. De momento se deja a un lado la posibilidad de incorporar información sobre los errores que cometen los alumnos en las actividades que se realizan ya que puede derivar en una pérdida de tiempo importante en clase, especialmente en grupos grandes.

Por otro lado, se decidió tener en cuenta los aspectos más espontáneos de las clases, como las respuestas a las preguntas al aire. Además, se ha considerado las dudas de los alumnos, con la idea de crear una herramienta que permita registrarlas y en caso necesario concertar una cita con el profesor para resolverlas, de manera que parcialmente se abordan tanto las dudas de los alumnos como los contenidos de las tutorías, dos interacciones valoradas positivamente por los profesores. De las

respuestas de los profesores al cuestionario, también se pudo deducir su interés en inferir ciertos comportamientos de los estudiantes, como su desempeño o participación. Estos aspectos pueden deducirse tanto de los ejercicios, como de las respuestas a preguntas y de las dudas.

Del estudio de los datos se han deducido las interacciones más significativas hoy en día en contextos universitarios con el fin de modelizarlas y se ha estudiado el interés de los profesores en registrarlas (*reqInteracciones*). Así mismo se confirmó tanto la necesidad de llevar la tecnología a las aulas (*reqTecnológico*) como de crear una herramienta simple e intuitiva (*reqSimple*). Finalmente, se validó la necesidad de registrar automáticamente la asistencia (*reqAsistencia*).

Referencias

- Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. In P. Brusilovsky, A. Kobsa, & W. Nejdl (Eds.), *The adaptive web* (pp. 3–53). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1768197.1768199>
- Bull, & McCalla, G. (2002). Modelling cognitive style in a peer help network. *Instructional Science*, 30(6), 497–528. doi:10.1023/A:1020570928993
- Dagger, D., Conlan, O., & Wade, V. (2003). An Architecture for Candidacy in Adaptive eLearning Systems to Facilitate the Reuse of Learning Resources. *World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2003*, 2003(1), 49–56.
- Frasson, C., & Chalfoun, P. (2010). Managing Learner ' s Affective States in Intelligent Tutoring Systems. In *Advances in Intelligent Tutoring Systems* (Vol. 308, pp. 339–358). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Krüger, A., Baus, J., Heckmann, D., Kruppa, M., & Wasinger, R. (2007). The Adaptive Web. In P. Brusilovsky, A. Kobsa, & W. Nejdl (Eds.), (pp. 521–549). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1768197.1768217>
- Ruiz, S., Urretavizcaya, M., & Fernández de Castro, I. (2012a). *Learning from human teaching strategies* (LSI No. TR 04-2012.). UPV/EHU. Retrieved from <https://addi.ehu.es/bitstream/10810/8654/1/TR%2004-2012.pdf>
- Ruiz, S., Urretavizcaya, M., & Fernández de Castro, I. (2012b). *Obtaining teaching expertise from F2F learning interactions* (LSI No. TR 05-2012). UPV/EHU. Retrieved from <https://addi.ehu.es/handle/10810/8655>
- Ruiz, S., Urretavizcaya, M., & Fernández-Castro, I. (2013). Monitoring F2F interactions through attendance control. In *Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE* (pp. 226–232). doi:10.1109/FIE.2013.6684822
- Schmidt, A., Beigl, M., & Gellersen, H. (1998). There is more to Context than Location. *COMPUTERS AND GRAPHICS*, 23, 893–901.
- Woolf, B. P. (2010). Student Modeling. In R. Nkambou, J. Bourdeau, & R. Mizoguchi (Eds.), *Advances in Intelligent Tutoring Systems* (Vol. 308, pp. 267–279). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from <http://www.springerlink.com/content/qq12357w33620311/>

4

Ontología de la presencialidad. Planos de captura

Este capítulo presenta la estructura de la capa de conocimiento de la arquitectura de *PresenceClick* basada en cuatro planos secuenciales de captura del mismo. Estos planos se relacionan directamente con los parámetros de presencialidad anteriormente identificados y las etapas que los asumen alrededor del eje central de la sesión presencial.

Estos planos son: el plano de planificación general, de planificación de interacciones, de asistencia y de registro de interacciones. Si bien el plano de planificación general viene claramente definido por la estructura organizativa de las instituciones educativas y la asistencia por la presencia de los alumnos en la sesión, no está tan clara la definición de interacciones. Y es que, ¿Qué interacciones presenciales permitirán conocer mejor el estado formativo del grupo? A partir de esta pregunta se procuran concretar los objetivos generales de esta tesis. Tal y como se ha mostrado en el apartado 2.2.1 son varias las interacciones presenciales destacadas en un entorno de enseñanza-aprendizaje. Incluso no todas las actividades realizadas presencialmente o fuera del aula pueden dar pistas igual de significativas para derivar los estados de aprendizaje: motivación, participación, conocimiento, etc. Por ello, es fundamental además de *determinar las interacciones más significativas para los profesores (reqInteracción)*, *formalizarlas (reqFormalización)*.

Con el fin de formalizar un modelo con las interacciones más significativas entre docentes y estudiantes en sesiones presenciales (*reqInteracción*) y conseguir así el requisito de formalización (*reqFormalización*) a partir de las interacciones más destacadas capturadas mediante el cuestionario CLIQ, se ha construido el modelo

Classroom Interactions Model (CLIM). Mediante las ontologías del dominio, interacciones y estudiante se representa todo el conocimiento necesario para formalizar los cuatro planos de captura de conocimiento.

La aportación de la tesis en este capítulo es la modelización de la ontología de la presencialidad según los cuatro planos de captura de conocimiento. En la ontología, el modelo *Classroom Interactions Model*, (CLIM) formaliza tanto el plano abstracto de planificación de interacciones como el plano concreto del registro de las interacciones más significativas en clase.

Publicación

* Artículo enviado a la revista *Computers & Education*:

Ruiz, S., Urretavizcaya, M., Fernández-Castro, I. (submitted). From modelling to visualizing classroom interactions: The *PresenceClick* approach. *Computers & Education*.

4.1 Introducción

El aprendizaje y todos los parámetros que lo envuelven (profesores, alumnos, conceptos, aulas, horarios...) giran en torno a una sesión presencial. Se pueden distinguir cuatro etapas a la hora de preparar y llevar a cabo las sesiones durante el curso: planificación general, planificación de interacciones, asistencia e interacciones in situ (sección .1.2). El aprendizaje en cualquier estadio de la educación presencial se organiza alrededor del concepto *sesión*, y es la *organización académica* de cada institución la que comienza estableciendo algunos de sus parámetros mediante una planificación general: *qué* asignaturas y temarios, *quién(es)* son los actores profesores y alumnos que formarán parte de las mismas, *dónde* se impartirá la docencia y *cuándo* según el calendario lectivo y los horarios. Una vez comenzado el curso, los profesores *planifican* las actividades a realizar en las sesiones y los estudiantes con su *asistencia* junto al profesor son los que toman las riendas del proceso de enseñanza-aprendizaje mediante las *interacciones* que suceden en el aula.

Estas cuatro etapas se representan a su vez mediante cuatro planos secuenciales de captura de conocimiento:

- **Plano de planificación general:** incluye toda la información relacionada con la organización de un curso académico ligando los parámetros *qué*, *dónde*, *cuándo* y *quién*. Es decir, este plano abarca a la propia universidad, con sus espacios (aulas, laboratorios) y oferta académica (grados, cursos, asignaturas), la distribución de las sesiones según el calendario lectivo y los

horarios, el profesor según su encargo docente y los estudiantes matriculados.

- **Plano de planificación de interacciones:** incluye toda la información relacionada con la organización de la sesión por parte del profesor: los temas y actividades a realizar.
- **Plano de asistencia:** incluye la información sobre qué alumnos asisten a cada sesión de aprendizaje.
- **Plano de registro de las interacciones:** incluye la información registrada sobre las interacciones de los alumnos.

La información que cubren estos planos se representa mediante tres ontologías: la ontología del dominio, de interacciones y la del estudiante (sección 2.6.1).

- **Ontología del dominio:** recoge la información de las asignaturas junto con su temario. La asignatura viene establecida por el plano de planificación general mientras que los temas vienen establecidos por el plano de planificación de interacciones, ya que es el profesor quien decide que contenidos tratar en cada momento.
- **Ontología de las interacciones:** recoge toda la información relacionada con la planificación. Por un lado, incluye la planificación general realizada por la organización académica (plano de planificación general) y por otro la planificación que realiza el profesor sobre las interacciones que después sucederán en el aula (plano de planificación de interacciones determinada por CLIM). Los objetos de la ontología del plano de planificación de interacciones estarán ligados con los temas de la ontología del dominio.
- **Ontología del estudiante:** recoge toda la información relacionada con el estudiante y los grupos de estudiantes, las asignaturas en las que están matriculados, si asisten a clase, cómo interactúan con las actividades que propone el profesor, así como la información de conocimiento, participación y progreso (plano de asistencia y plano de registro de interacciones, este también determinado por CLIM).

La estructura del capítulo se centra en la descripción de los planos mencionados y como apoyo se emplearán historias de usuario para clarificar el contexto. En primer lugar, se presenta en la sección 4.2 la estructura organizativa de la educación reglada mediante el caso de estudio de la universidad, es decir lo que se correspondería con el *plano de la planificación general*. Seguidamente, se formaliza en la sección 4.3 el *plano de asistencia* necesario para poder registrar el resto de interacciones. Después, en la sección 4.4, se muestran en conjunto los planos de *planificación de interacciones* y de *registro de interacciones* para cada una de las interacciones instanciadas ya que ambos están estrechamente ligados y determinados por CLIM. El capítulo termina con un resumen y conclusiones en la sección 4.5.

4.2 Plano de planificación general

En cualquier estadio de la educación reglada, desde primaria hasta la universidad, las enseñanzas se distribuyen en varios cursos (niveles), divididos en cuatrimestres o trimestres en los que se imparten determinadas asignaturas. En cada curso académico se ofertan (en general) las mismas asignaturas impartidas por los mismos o diferentes profesores y en las que se matriculan grupos diferentes de estudiantes. Por tanto, las asignaturas (el *qué*) permanecen estables en el tiempo, mientras que los grupos de estudiantes (*quién*) cambian cada año. El modelo de interacciones propuesto por CLIM se relaciona con las actividades llevadas a cabo en cada sesión presencial entre estudiantes y profesores. Aunque el modelo presentado es extrapolable a cualquier estadio de la educación, la evaluación del trabajo se ha llevado a cabo en el entorno universitario.

Para contextualizar el trabajo se presenta la siguiente historia de usuario:

Mara ha comenzado el grado de Ingeniería Informática en el curso académico 2016-2017 que la Universidad del País Vasco oferta en San Sebastián. Como alumna de primero está matriculada en todas las asignaturas de dicho curso en el grupo de castellano de mañana. Tanto en el primer cuatrimestre como en el segundo tiene asignaturas de los tres departamentos: LSI, CCIA y ATC. Las clases se imparten en dos edificios: la Facultad de Informática y el Aulario José María Barriola. Algunas de las clases se realizan en aulas y otras en laboratorios. En cada asignatura están matriculados aproximadamente 80 alumnos. Algunas asignaturas las imparte un único profesor, mientras que otras lo hacen entre varios.

La historia permite derivar la estructura organizativa de la universidad (university) que se representa en la Figura 4-1. La oferta académica de la universidad incluye una serie de grados (degree) en distintos idiomas (language) mediante diversas asignaturas (subject) relacionadas con distintos departamentos (department) y categorizadas a su vez en distintos cursos secuenciales (course), normalmente: primero, segundo, tercero y optativas. La universidad dispone de una serie de edificios (building), situados en distintas ciudades (city) donde se imparten los grados. Un mismo grado se puede ofrecer en distintas ciudades. Cada edificio dispone de una serie de locales o espacios (location) que pueden ser del tipo aula, laboratorio y seminario, donde se realizan las sesiones (session). Una misma sesión puede realizarse en varios espacios, dado que se puede dividir en desdobles. Por ello, la instanciación del concepto de sesión se recoge en las distintas clases, sean de todo el grupo o sean desdobles (class). Cada desdoble o clase general se dirige al subconjunto de los estudiantes asistentes y será impartido por un profesor (instructor). Los cursos académicos (academicYear) se dividen en distintos períodos, (period) normalmente denominados cuatrimestres, en los que

los alumnos (*student*) forman grupos de alumnos (*group*) matriculados en las distintas asignaturas. Cada grupo recibe docencia en un lenguaje concreto. Todos estos objetos del plano de planificación general se corresponden con objetos representados en la ontología de interacciones, excepto la asignatura que se representa en la ontología del dominio.

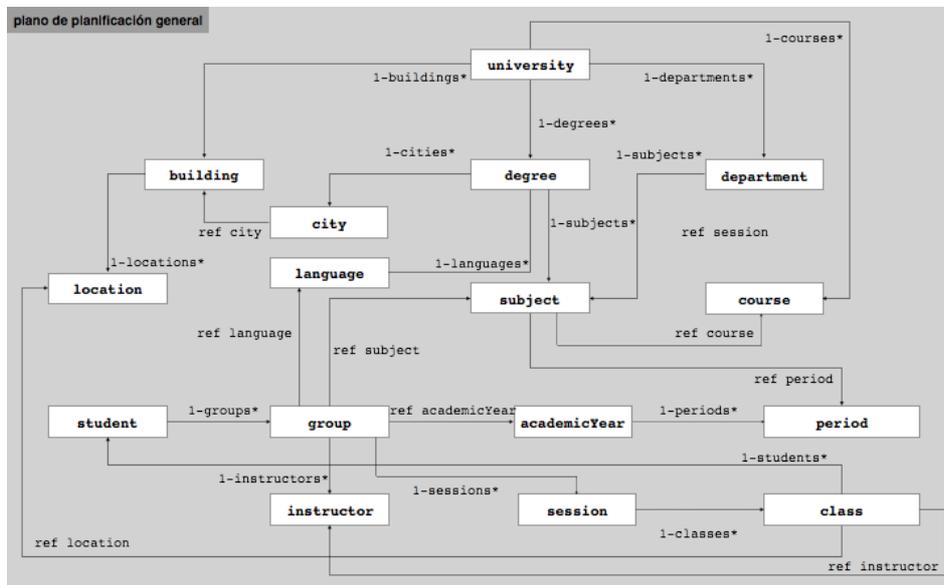


Figura 4-1. Fragmento de las ontologías relacionado con el plano de planificación general de interacciones

La Figura 4-2 presenta las propiedades de los objetos más significativos, como la sesión, la clase, el grupo y el estudiante. Como se puede observar, el concepto clase es un componente de la sesión y está relacionado con los parámetros de presencialidad comentados y establecidos por la organización académica cuándo (*class.day*, *class.startHour* y *class.endHour*) y dónde (*class.location*) se realizan, quién la imparte (*session.instructor*) y a quiénes va dirigida (*session.group*). El plano de la asistencia representará realmente qué alumnos finalmente interactúan en la sesión (quiénes) y el plano de registro de interacciones recogerá las actividades realizadas, es decir, el cómo.

student	group	session
codStudent: <int> name: <varchar(20)> surnames: <varchar(30)> email: <varchar(100)> picture: <blob> dni: <int> listgroups: <list group>	name: <varchar(20)> academicYear: <ref academicYear> period: <ref period> language: <ref language> subject: <ref subject> numDividedClass: <int> requiredAttendance: <int>	numSession: int group: <ref group> type: {THEORETICAL EXERCISES LABORATORY EXAM} dividedSession: <boolean>
instructor		class
codInstructor: <int> name: <varchar(20)> surnames: <varchar(30)> email: <varchar(100)> picture: <blob> listgroups: <list group>		day: <date> startHour: <time> endHour: <time> location: <ref location> session: <ref session> instructor: <ref instructor> listStudents: <list student> observations: <varchar(255)>

Figura 4-2. Propiedades de definición de los objetos más significativos del plano de planificación general (estudiante, profesor, grupo, sesión y clase)

4.3 Plano de Asistencia

A continuación, se muestra una historia de usuario que ilustra y da pie a la modelización de la asistencia.

Una de las asignaturas en las que Mara está matriculada es Programación Básica. Esta asignatura tiene planificadas sesiones teóricas, sesiones de ejercicios y sesiones de laboratorio. Las sesiones teóricas se realizan para todos los alumnos del grupo, sin embargo para las de ejercicios y las de laboratorios los estudiantes se desdoblan en varios subgrupos. Mara asiste a casi todas las clases, aunque en alguna ocasión su profesora ha anotado observaciones en relación a alguna en concreto que no asistió por asuntos médicos.

En la educación presencial centrada en el estudiante la asistencia se vuelve una cuestión esencial. Además, muchos profesores en respuesta al cuestionario CLIQ (capítulo 3), resaltan la importancia de la asistencia y muestran su deseo de registrarla. Por ello, la gestión de la asistencia es necesaria, además de ser la base fundamental para poder registrar otras interacciones y comportamientos de los alumnos presentes en el aula. Por ejemplo, gracias a la asistencia se puede determinar qué estudiantes trabajan en el aula aquellos contenidos planificados previamente por el profesor.

El progreso de los estudiantes se relaciona positivamente con la asistencia, y por tanto es una característica relevante para deducir aspectos del comportamiento del grupo y de cada alumno, como la participación o la comprensión de conceptos. Varios trabajos relacionan la asistencia con los resultados de los estudiantes (Romer, 1993; Muir, 2009; Crede et al., 2010). Incluso se relaciona la baja asistencia con una pobre motivación de los alumnos (Race, 2007) y con una retentiva deficiente (Bowen et al., 2005). Por tanto, será un aspecto clave para deducir el progreso del estudiante y en general el de todo el grupo. Por ejemplo, se puede deducir información de participación o conocimiento al hacer preguntas sobre los temas tratados.

La Figura 4-3 presenta un fragmento de las ontologías con los objetos relacionados con la asistencia. En gris se marcan los objetos ya presentados y en blanco los nuevos. Cuando un alumno asiste a clase se almacena en la ontología del estudiante la relación entre el estudiante y la clase (`studentClass`).

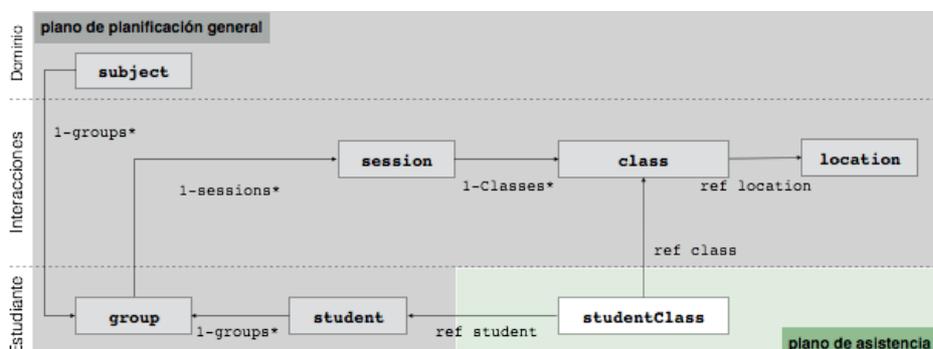


Figura 4-3. Fragmento de las ontologías relacionados con la asistencia

4.4 Planos de Planificación y Registro de interacciones: estructura taxonómica de CLIM

Las interacciones en clase (hablar, escuchar, preguntar, responder, proponer, resolver...) se realizan mediante una serie de actividades de aprendizaje. Por ejemplo, una clase magistral implica que el profesor hable mientras los estudiantes escuchan y asimilan conceptos, o la resolución de problemas puede implicar preguntas planteando dudas, respuestas para resolverlas, o incluso puede provocar discusiones o servir para evaluar. En algunas actividades, tales como la discusión o el trabajo en grupo, la comunicación puede ser continua hasta que otro evento (normalmente, por decisión del profesor) las interrumpa. Estas actividades, aunque se presenten separadas, están relacionadas entre ellas y una puede motivar cualquier otra. Por ejemplo, durante una clase magistral, si un alumno pregunta una

duda en clase, es posible que el profesor promueva la discusión para ayudar a sus alumnos a asimilar un determinado concepto. La Figura 4-4 muestra un ejemplo típico de distribución de actividades en clase. Como se puede observar, a menudo el profesor comienza impartiendo una clase magistral y en un determinado momento realiza alguna pregunta a sus alumnos para promover la discusión y continuar con la clase. Es posible que en algún momento determinado un alumno pregunte una duda que la resuelve el profesor. Al final de la clase, el profesor deja que los alumnos realicen un par de ejercicios y discuten su solución. Finalmente, el profesor pregunta a los alumnos su opinión sobre el nivel de dificultad de los ejercicios y cómo se han sentido al intentar resolverlos.

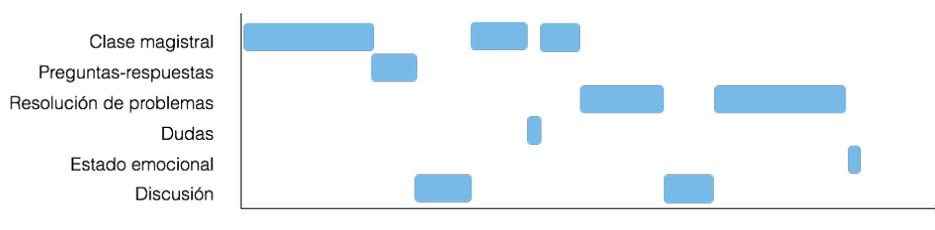


Figura 4-4. Ejemplo típico de distribución de actividades en una clase presencial

Lo que sucede en una sesión puede hacer que el profesor replanifique la siguiente sesión o incluso la actual en tiempo real de acuerdo al conocimiento y necesidades de los alumnos a la hora de alcanzar los objetivos de aprendizaje. Por ejemplo, si la mayoría de los alumnos responden incorrectamente a una pregunta sobre un determinado concepto, el profesor puede reforzarlo con una explicación más detallada o incluso mediante discusión.

Las respuestas al cuestionario presentado en el capítulo anterior, permiten identificar las interacciones de aprendizaje más recurrentes en contextos universitarios, así como el interés de los profesores en su registro con el fin de obtener feedback a cambio. Así, a partir de la experiencia de los profesores junto a un estudio profundo de las interacciones que ocurren en clase, especialmente en entornos centrados en el estudiante, y las posibilidades que la tecnología nos brinda hoy en día, se propone el modelo de interacciones en clase, *Classroom Interaction Model* (CLIM). CLIM identifica una serie de actividades que ocurren cada día en clase entre profesores y alumnos. Las actividades de aprendizaje se enmarcan en la *Ontología de Interacciones*, formando una capa intermedia entre la *Ontología del Dominio* y la *Ontología del Estudiante*. Es decir, las actividades modeladas estarán relacionadas con objetos del dominio, mientras que la *Ontología del Estudiante* recoge las interacciones de los alumnos en un modelo superpuesto. La combinación de las actividades realizadas junto a la asistencia, permitirá inferencias sobre el progreso del estudiante (conocimiento, dedicación, participación, motivación, nivel de

atención, colaboración, etc.) mediante técnicas de análisis de datos. Como se puede observar en la Figura 4-5 estas actividades se dividen en dos grupos: dirigidas por conocimiento y dirigidas por contexto. Las primeras están relacionadas directamente con el conocimiento de los alumnos sobre el dominio mientras que las segundas están relacionadas con aspectos más contextuales del progreso del alumno.

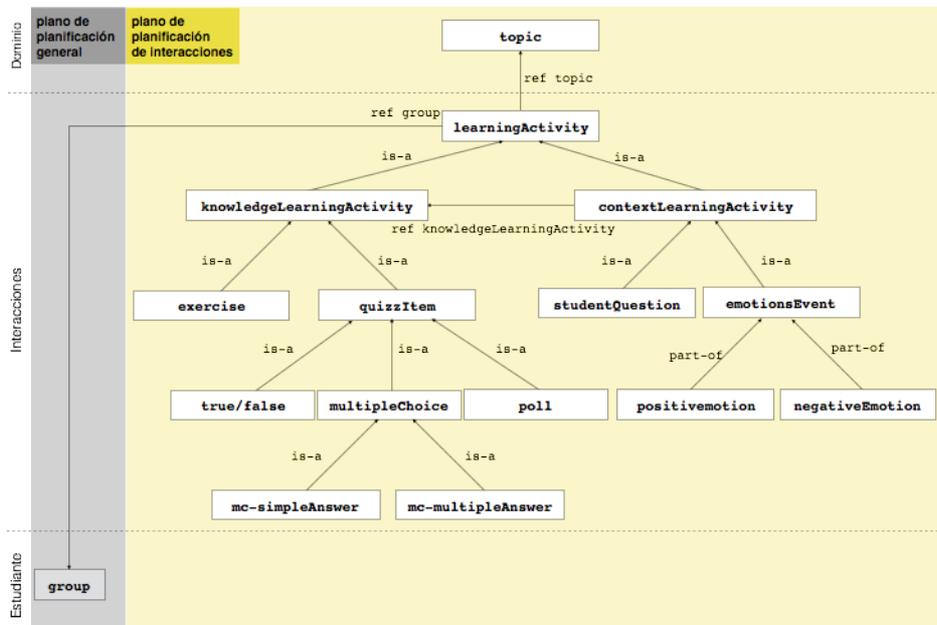


Figura 4-5. Fragmento de la ontología que representa la estructura taxonómica de las interacciones en CLIM (plano de planificación de interacciones)

La Figura 4-6 presenta las propiedades de las actividades de aprendizaje, representadas en la ontología de interacciones e incluidas en el plano de planificación de interacciones. Una actividad de aprendizaje (`learningActivity`) contiene una etiqueta que la representa y una descripción y puede ser del tipo conocimiento o del tipo compuesto. Además está ligada a un grupo y normalmente a un tema del dominio (especialmente las de conocimiento). Por una lado, las actividades dirigidas por conocimiento (`knowledgeLearningActivity`) contempladas en CLIM se pueden clasificar en preguntas y ejercicios, pueden ser evaluables y por tanto tener una puntuación, así como un nivel de dificultad. Por otro lado, las actividades dirigidas por contexto (`contextLearningActivity`) se clasifican en eventos emocionales y dudas de los alumnos. Además, pueden estar ligadas a alguna actividad dirigida por conocimiento, como por ejemplo, un ejercicio realizado en clase.

learningActivity	knowledgeLearningActivity
label: <varchar(60)> description: <varchar(255)> type: {KNOWLEDGE CONTEXT} topic: <ref topic> group: <ref group>	type: {QUIZZITEM EXERCISE} difficultyLevel: {LOW MEDIUM HIGH} gradable: <boolean> maxScore: <int>
	contextLearningActivity
	type: {STUDENTQUESTION EMOTIONSEVENT} knowledgeActivity: <ref knowledgeLearningActivity>

Figura 4-6. Propiedades de definición de las actividades de aprendizaje en CLIM

A continuación, se explican en mayor detalle las actividades consideradas para su formalización en el modelo según su tipología (por conocimiento o por contexto), haciendo hincapié en la influencia que éstas pueden tener en el progreso de aprendizaje de los alumnos, los trabajos relacionados que también las contemplan y las peculiaridades de su modelización.

4.4.1 Interacciones dirigidas por conocimiento

Este grupo de interacciones cubre aquellas relacionadas explícitamente con el conocimiento del alumno, de manera que ofrecen al profesor la posibilidad de determinar cómo aprenden los estudiantes durante el curso. Por ejemplo, cuando el profesor presenta los contenidos de la asignatura (mediante una serie de transparencias, vídeo, páginas web, etc.) se supone que los alumnos adquieren un nivel básico de los conceptos impartidos, o si por otro lado, el estudiante es quien está presentando un trabajo, el profesor puede deducir si domina o no los contenidos de la asignatura. El conocimiento adquirido de estas interacciones se representa mediante la *Ontología del estudiante* que subsume a la propia *Ontología de interacciones* y que a su vez subsume a la *Ontología del dominio*, como ya se presentó en el Capítulo 2 (Figura 2-7).

La *Ontología del dominio* y *del estudiante* (la relacionada con los objetos del dominio) se hereda del sistema MAgAdI (Álvarez, 2010). El dominio está formado por temas o conceptos denominados `topic`, y que incluyen los contenidos de la asignatura, mientras que el conocimiento que posee un alumno sobre un determinado tema se almacena en el objeto `studentTopic` del modelo del estudiante. La Figura 4-7 muestra un fragmento de las ontologías que representa los objetos del dominio mientras que la Figura 4-8 muestra las propiedades de definición de los mismos. Los temas se basan a su vez en la clasificación de “*Component Display Theory*” (Merrill, 1983) con cuatro tipos de contenidos: Hechos, Conceptos, Procedimientos y Principios. Como se ha mencionado también en el

Capítulo 2, la *Ontología* o *Modelo del dominio* se puede generar de documentos de texto electrónicos en un paso previo al registro de interacciones, aliviando la carga de trabajo del profesor.

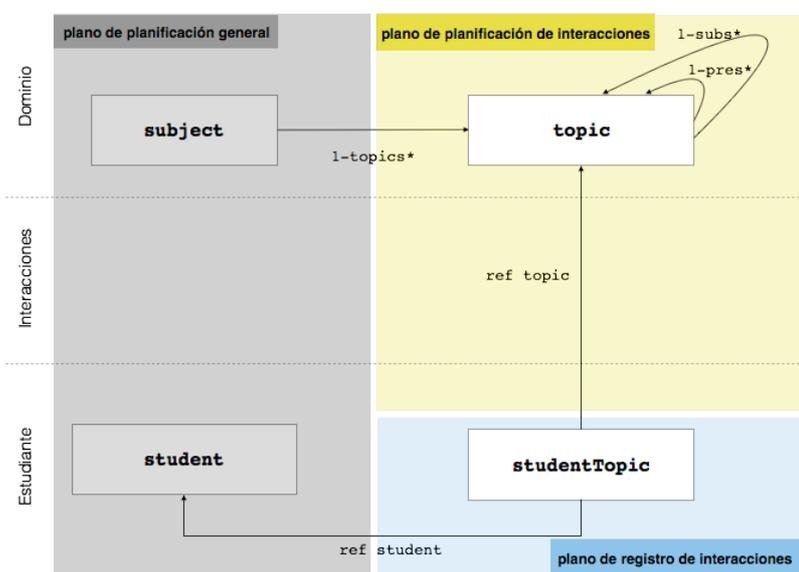


Figura 4-7. Fragmento de la ontología que representa la asignatura y los temas

subject	topic	studentTopic
name: <varchar(60)>	name: <varchar(255)>	student: <ref student>
course: <ref course>	difficultyLevel: {LOW MEDIUM HIGH}	topic: <ref topic>
description: <varchar(255)>	sub: <list topic>	studentKnowledgeLevel: int
department: <ref department>	pre: <list topic>	
acronym: <varchar(10)>		
lisTopics: <list topic>		

Figura 4-8. Propiedades de definición de la asignatura y los temas

MAgAdI tiene en cuenta las actividades de aprendizaje realizadas por el estudiante al acceder a los recursos, que pueden ser presentaciones o ejercicios realizados online. CLIM contempla como actividades de aprendizaje aquellas que engloban las interacciones entre profesores y alumnos y las enmarca en la ontología de interacciones presenciales. De las dirigidas por conocimiento se han formalizado las preguntas-respuestas en clase y la gestión de ejercicios. La Figura 4-9 muestra las líneas de interacción que implican estas dos actividades presenciales. Generalmente cuando el profesor realiza una pregunta en clase los estudiantes responden a

menudo levantando la mano, o mientras se realizan ejercicios el flujo de interacciones puede incluir a estudiantes individualmente o a grupos trabajando en equipo. Además, este tipo de actividad suele conllevar interacciones intermedias, por ejemplo, el alumno pregunta una duda al profesor y éste se la resuelve. Además del conocimiento de los alumnos, estas interacciones pueden ayudar a medir otros aspectos, como la participación (mediante porcentaje de preguntas respondidas) o el nivel de dedicación (conociendo el porcentaje de ejercicios completados).

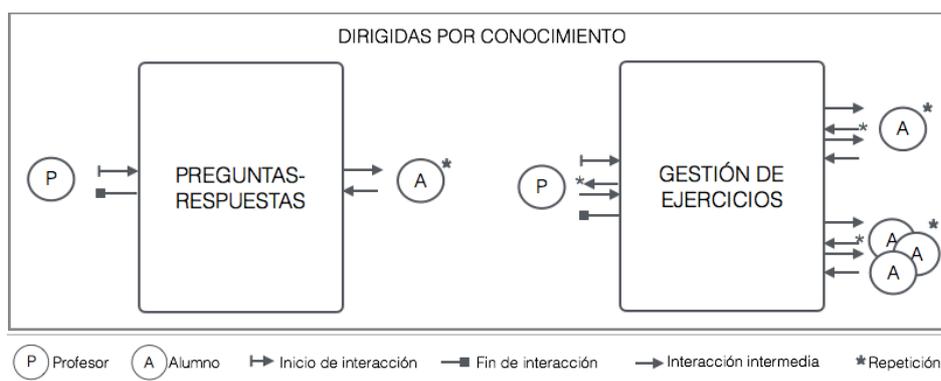


Figura 4-9. Líneas de interacción entre profesor y alumnos en las actividades dirigidas por conocimiento

4.4.1.1 Preguntas-Respuestas

Describimos la problemática de este tipo de interacción en clase mediante una historia de usuario.

India está en clase explicando un nuevo concepto a sus alumnos. Ve caras raras y empieza a sospechar que se están perdiendo entre las explicaciones. Así que decide hacer una pregunta de conocimiento para ver si han comprendido. Al principio solo 4 alumnos de los 74 presentes levantan la mano, poco a poco otros les siguen pero no parecen muy convencidos. Mara, en concreto, sabe la respuesta y está bastante segura de ello, pero hay muchos compañeros que no responden y dado que es una persona tímida, decide no levantar la mano. Al final, India no sabe si responden influidos por las respuestas de otros, si los que no responden es porque no saben o por temor a equivocarse, o simplemente porque están distraídos.

Las preguntas al aire son uno de los recursos más utilizados del profesor para verificar el estado del conocimiento de la clase, así como la comprensión o el nivel de atención de los alumnos, quienes habitualmente responden levantando las manos. Las preguntas pueden ser de diferente naturaleza para detectar distintos aspectos del progreso del estudiante de acuerdo a los niveles cognitivos clasificados

por Bloom (Conocimiento, Aplicación, Análisis, Síntesis y Evaluación) (Bloom et al., 1956). Por ejemplo, las preguntas que comienzan por “quién”, “qué”, “cuando”, etc. o por “describe” tienen el objetivo de identificar y recordar, por lo que pueden ayudar a determinar el conocimiento, mientras que una pregunta que comienza por “cuáles son las partes de...” donde se pide a los alumnos que separen el todo en partes, se centra en conducir a los alumnos en un proceso analítico (Bonwell & Eison, 1991).

Este tipo de interacción ayuda generalmente al profesor a inferir el conocimiento global de la clase en tiempo real, sin embargo, como hemos visto en el ejemplo, se pierde la noción de conocimiento individual. Esta cuestión se puede cubrir hoy en día mediante los sistemas de respuesta de audiencia (*audience response system* o *clickers*). Kay y Lesage revisaron las estrategias que utilizan los profesores con este tipo de sistemas, identificando varias ventajas entre las que destacan (Kay & LeSage, 2009a) (Kay & LeSage, 2009b):

- Ofrecer a los estudiantes una participación activa que promueva la discusión en clase
- Proporcionar mecanismos basados en preguntas a través de los cuales los profesores pueden saber e identificar el estado de conocimiento de los alumnos
- Registrar en tiempo real la comunicación profesor-alumno
- Minimizar las exposiciones públicas que compromete la participación activa de los alumnos tímidos o reservados.

Tal y como señala Cadwell, los *clickers* en clase incrementan la asistencia, la retentiva e incluso las notas, por lo que se convierten en mecanismos excepcionales para llevar a cabo estrategias motivadoras (Caldwell, 2007). Además, un estudio demuestra que los alumnos no responden lo mismo cuando levantan la mano que cuando utilizan un *clicker*, debido a la influencia de los demás. El estudio señala que los alumnos son más sinceros mediante los *clickers* (Levy et al., 2015). Numerosos investigadores han estudiado los beneficios de utilizar *clickers* en clase desde distintas perspectivas. Por ejemplo, como herramienta para mejorar las clases magistrales (Simpson & Oliver, 2007), como método para realizar evaluación formativa en clases con un gran número de alumnos (Powell et al., 2011) o incluso como núcleo principal para desarrollar la instrucción (Inquiry Based Learning) (Beatty et al., 2006). Incluso existen herramientas comerciales que intentan registrar este tipo de interacción, como por ejemplo Socrative¹⁵, Ombea¹⁶, InfuseLearning¹⁷, Mentimeter¹⁸ y Kahoot¹⁹.

¹⁵ socrative.com

¹⁶ ombea.com

Además de identificar el conocimiento de los alumnos y de utilizarse como estrategias motivadoras, para estimular la participación e incrementar el nivel de atención, los *clickers* brindan la posibilidad de medir estos aspectos del comportamiento de los estudiantes a través del estudio de interacciones con el sistema para deducir el progreso del alumno y detectar problemas a tiempo. Por ejemplo, la participación se podría medir mediante el número de preguntas que cada estudiante individualmente responde (Carnaghan & Webb, 2005). Otros aspectos como la actitud de los estudiantes o el nivel de atención se podrían medir también analizando cuánto tiempo tarda el alumno en responder.

CLIM contempla cuatro tipos de preguntas: encuesta, verdadero/falso, selección única (múltiples respuestas y sólo se elige una) y selección múltiple (múltiples respuestas y se elige más de una), siendo el formato de selección múltiple el más utilizado en *clickers* de acuerdo a la literatura (Cutts & Kennedy, 2005), (Caldwell, 2007), (Simpson & Oliver, 2007). Por ejemplo, Socrative, uno de los sistemas más utilizados, distingue la tipología: verdadero/falso, selección múltiple y respuesta corta. CLIM no contempla la respuesta corta ya que en clases grandes puede derivar en una pérdida de tiempo considerable para el profesor a la hora de analizar cada respuesta. Sin embargo, CLIM sí que contempla la posibilidad de realizar encuestas donde no se requiere una respuesta correcta para obtener información contextual (por ejemplo, sobre cuánto han avanzado los alumnos en los deberes o qué día consideran mejor para realizar un seminario). Con este tipo de preguntas, se ofrece al profesor la posibilidad de abrir canales de comunicación rápidamente con sus alumnos. Esta interacción atraviesa por tres estados diferentes: *planificada* (cuando el profesor crea la pregunta), *activa* (durante el tiempo en el que los estudiantes pueden responder) y *finalizada* (una vez que el tiempo de respuesta ha terminado).

La Figura 4-10 muestra el fragmento de las ontologías relacionado con las preguntas lanzadas en clase y Figura 4-11 describe las propiedades de los objetos correspondientes. Como podemos observar, el tema al que alude la pregunta pertenece a la ontología del dominio (`topic`), la pregunta y su planificación pertenecen a la ontología de las interacciones (`quizzItem`, `answer`, `quizzPlan`) y finalmente, las respuestas de los alumnos al envío de la pregunta pertenecen a la ontología del estudiante (`quizzSent`, `studentQuizzSent` y `studentAnswer`).

¹⁷ infuselearning.com

¹⁸ mentimeter.com

¹⁹ getkahoot.com

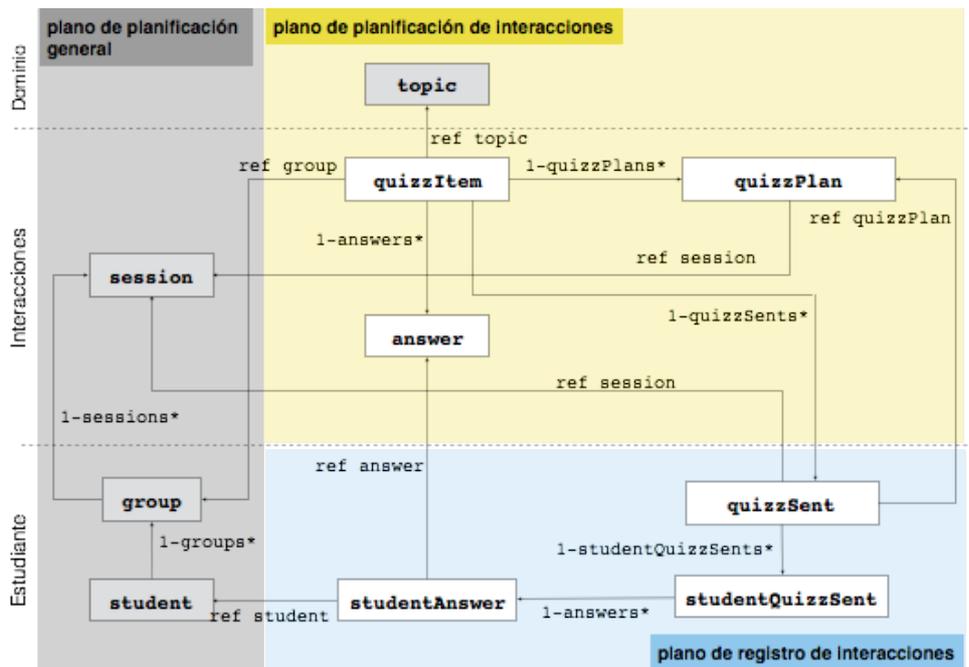


Figura 4-10. Fragmento de las ontologías relacionado con las preguntas-respuestas

quizItem	answer	quizPlan
quizz: <varchar(255)> answers: <list answer> type: {T/F MULTIPLECHOICE-SA MULTIPLECHOICE-MA POLL} plans: <list quizzPlan>	answer: <varchar(255)> score: <float> isCorrect: <boolean> label: <varchar(40)> quizzItem: <ref quizzItem>	quizzItem: <ref quizzItem> time: <int> session: <ref session> state: {PLANNED ACTIVE FINISHED}
quizSent	studentQuizSent	studentAnswer
quizzItem: <ref quizzItem> quizzPlan: <ref quizzPlan> session: <ref session> studentQuizSents: <list studentQuizSents>	quizzSent: <ref quizzSent> student: <ref student> studentsAnswer: <list studentAnswer> endTime: <int>	studentQuizSent: <ref studentQuizSent> answer: <ref answer>

Figura 4-11. Propiedades de definición de las preguntas-respuestas

4.4.1.2 Gestión de ejercicios

A continuación, se muestra una historia de usuario que describe este tipo de interacción en clase.

En una sesión de ejercicios sobre SQL, India ha pedido a sus alumnos que creen tres consultas para obtener distintas informaciones de una base de datos. En principio cree que no les resultará muy complicado y por ello ha planificado una lista mayor, pero prefiere ir poco a poco para ver su evolución. Los alumnos se enfrascan en las tareas y no suelen pedir su ayuda, así que suele pasearse por las mesas para ver cómo lo llevan. Sin embargo, nota como se ponen tensos cuando llega a su altura, como si se sintieran vigilados, cuando en realidad solo quiere ayudar. Cuando se acerca, alguno de ellos sí que le pregunta alguna duda, otros ni si quiera saben cómo abordar los ejercicios y tiene que prestarles más atención, así que se pasa toda la clase de mesa en mesa con la sensación de que apenas han avanzado.

Mara, en concreto, ha realizado ya los tres ejercicios, pero ve que sus compañeros tienen bastantes problemas porque la profesora no para de resolver dudas por las mesas. Aunque queda bastante clase por delante no sabe qué hacer, así que simplemente espera a ver si la profesora envía más tareas.

Los profesores generalmente planifican sus asignaturas con el fin de propiciar un entorno en el que sus estudiantes consigan una serie de objetivos de aprendizaje. Para ello, prepara sus sesiones mezclando actividades de enfoque más teórico y actividades prácticas. En las sesiones con un contenido mayoritariamente teórico, se cubre casi la totalidad del tiempo de clase mediante clase magistral intercalando alguna otra actividad como preguntas o discusiones. En las sesiones prácticas, los estudiantes trabajan individualmente o en pequeños grupos en las tareas mientras el profesor los atiende a demanda. Este tipo de sesiones se enmarca en el enfoque de aprendizaje basado en problemas y tiene muchos beneficios en los estudiantes, influyendo en la adquisición de conocimiento, retentiva, comprensión, colaboración, pensamiento flexible y motivación, entre otras (Gallagher, 1997). Este enfoque permite la evaluación del conocimiento del estudiante, así como sus habilidades y actitudes. Además, algunos estudios señalan que la resolución de problemas puede tener un efecto positivo en el éxito académico (Prince, 2004).

Por este motivo, la resolución de problemas es un aspecto relevante para enriquecer el modelo del estudiante y en consecuencia facilitar la inferencia del progreso del estudiante. Además, conocer el estado de ejecución de los ejercicios para cada estudiante en tiempo real ayudaría a los profesores a conducir sesiones más adaptables, incluso con grupos grandes de alumnos, y permitiría descubrir alumnos con problemas. También podrían deducirse otros aspectos, como la motivación de los alumnos o el nivel de dedicación en la asignatura.

Alavi y colegas presentan dos herramientas para afrontar las dificultades que puedan surgir en la monitorización de actividades de resolución de problemas, como la necesidad de ayuda de los estudiantes y la disponibilidad del profesor: *La Linterna* y *la Estantería* (Alavi et al., 2009). La primera de ellas, consiste en una serie de lámparas distribuidas a los grupos de estudiantes en la clase, cuyo color y parpadeo notifica al profesor del progreso del grupo. La *Estantería*, por su parte, es un dispositivo centralizado que muestra barras de progreso y sistemas de respuesta personal para los estudiantes. Ambas herramientas transmiten la misma información: qué ejercicio está trabajando cada grupo, si han solicitado ayuda al profesor y cuánto tiempo llevan esperándola. Las dos herramientas también comparten la misma gramática visual (los colores representan ejercicios, la intensidad del color muestra durante cuánto tiempo han trabajado cada ejercicio, el parpadeo significa que han pedido ayuda y su frecuencia expresa el tiempo que llevan sin recibirla). Los resultados indican que estas herramientas ayudan en la concentración de los estudiantes que intentan resolver los problemas mientras esperan a que el profesor les atienda. Gutiérrez y colegas proponen una aplicación web con información similar para sesiones de laboratorio, donde la interfaz del profesor representa gráficamente la clase mediante una serie de ordenadores y el profesor puede ver el progreso de cada alumno (quién tiene dudas, quién va retrasado respecto al grupo, el tiempo de tutoría consumido, quién está siendo atendido y quiénes llevan más rato esperando) (Gutiérrez et al., 2011).

El plano concreto de registro de interacciones de CLIM en relación a los ejercicios identifica tres estados según el punto de vista del profesor: *planificado*, *activo* y *finalizado*. Además, existen tres estados de ejecución como los sistemas que hemos visto anteriormente: *trabajando*, *con dudas* y *trabajado*.

La Figura 4-12 muestra un fragmento de las ontologías relacionado con los ejercicios realizados en clase (en blanco las clases nuevas) y la Figura 4-13 sus propiedades. Como podemos observar, cada ejercicio puede estar relacionado con un tema perteneciente a la ontología del dominio (`topic`), el ejercicio y su planificación pertenecen a la ontología de las interacciones (`exercise`, `exercisePlan`) y finalmente, las interacciones que realizan los estudiantes pertenecen a la ontología del estudiante (`exerciseSent`, `studentExerciseSent` y `studentExerciseSentQuestion`). Estas clases almacenan los alumnos que han interactuado en clase con el ejercicio, el tiempo que han estado trabajando en él, las veces que el alumno ha tenido una duda y el tiempo que ha transcurrido hasta que el profesor la ha resuelto.

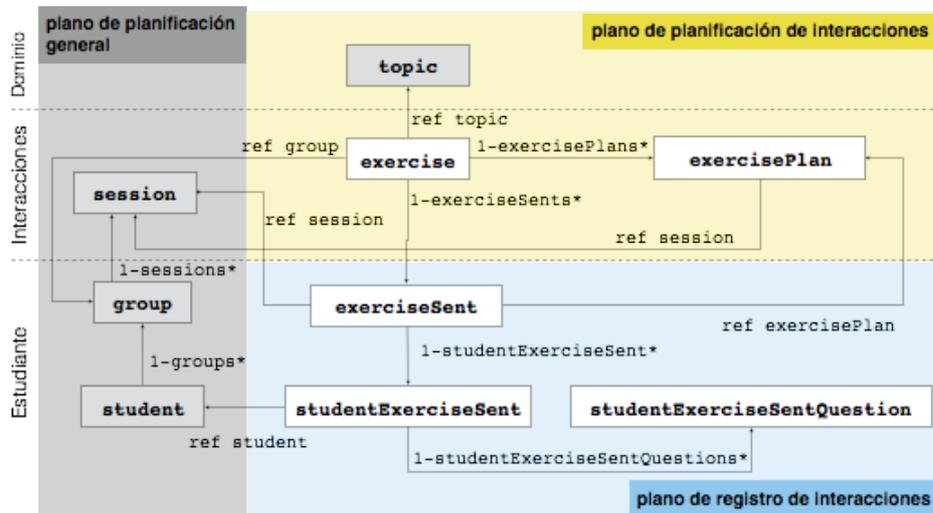


Figura 4-12. Fragmento de las ontologías relacionado con los ejercicios

exercise	exercisePlan
statement: <varchar(255)>	exercise: <ref exercise>
page: <varchar (3)>	session: <ref session>
plans: <list exercisePlan>	state: {PLANNED ACTIVE FINISHED}
studentExerciseSent	exerciseSent
exerciseSent: <ref exerciseSent>	exercise: <ref exercise>
student: <ref student>	exercisePlan: <ref exercisePlan>
state: {WORKING WITHDOUBTS WORKED}	session: <ref session>
startHour: <time>	activeTime: <int>
workingTime: <int>	listResol: <list studentExerciseSent>
studentExerciseSentQuestion	
studentExerciseSent: <ref studentExerciseSent>	
startHour: <time>	
withDoubtsTime: <int>	

Figura 4-13. Propiedades de definición de los ejercicios

4.4.2 Interacciones dirigidas por contexto

Este grupo de interacciones clasifica aquellas interacciones no necesariamente relacionadas con el conocimiento de los alumnos y que permiten al profesor inferir diferentes aspectos de la evolución del estudiante durante el curso, tales como la motivación, dedicación o la colaboración. Así, la actitud de los estudiantes puede ser un factor relevante para medir su progreso.

Aunque relacionadas con el contexto académico, las interacciones pueden ocurrir tanto dentro como fuera de la clase. Por ejemplo, las veces que un estudiante comunica sus dudas sobre contenidos de la asignatura vía correo electrónico o en tutorías presenciales; las preguntas del profesor sobre su estado emocional referente a una determinada sesión o la realización de algún trabajo especial. También las interacciones en LMS o en otras herramientas de apoyo al aprendizaje, como foros o wikis, pueden a menudo convertirse en una rica fuente de información contextual para los profesores. Finalmente las discusiones, son un recurso para aplicar el conocimiento a nuevas situaciones, cambiar las actitudes de los estudiantes, motivarles o desarrollar habilidades de resolución de problemas y pensamiento (McKeachie, 1987b).

El alcance de este trabajo de tesis recoge dos interacciones dirigidas por contexto: preguntas de los estudiantes (dudas) y eventos de emociones. La Figura 4-14 muestra las líneas de interacción entre profesor y alumnos que normalmente envuelven este tipo de actividades. Las dudas o preguntas de los estudiantes por ejemplo se pueden trabajar individualmente o en grupo en un proceso que normalmente conlleva más de una interacción, mientras que el estado emocional normalmente se comunica individualmente. A continuación, se describe las interacciones de las dudas, mientras que a las emociones se les dedicará enteramente el siguiente capítulo, dada la singularidad de dicha interacción.

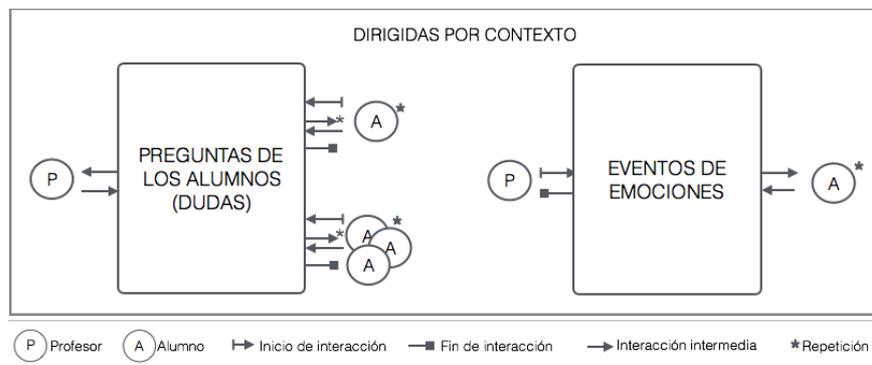


Figura 4-14. Líneas de interacción entre profesor y alumnos en las actividades dirigidas por contexto

4.4.2.1 Preguntas de los estudiantes (dudas)

Supongamos la siguiente situación que ilustra lo que sucede cuando los estudiantes tienen dudas.

Mara se siente perdida en el tema de los disparadores, no ha comprendido los últimos conceptos impartidos por su profesora en clase y no sabe cómo resolver los ejercicios. Sabe que si no lo soluciona no va a conseguir aprobar la asignatura. Como no conoce mucho a sus compañeros no se atreve a preguntarles qué tal lo llevan y le da vergüenza ir a tutorías y reconocer que no ha entendido. Piensa que su profesora va a creer que no ha trabajado lo suficiente. Si encontrase algún compañero con el que ir a tutorías todo sería más fácil.

Además de las dudas resueltas durante las sesiones presenciales en clase, los estudiantes tienen otros canales de comunicación para exponer sus problemas o dudas sobre el curso, como son las tutorías presenciales o el correo electrónico. Son los propios estudiantes los que inician esta interacción y pueden coincidir varios señalando el mismo problema, lo que induce a un déficit de conocimiento más general. Este intercambio de información le permite saber más sobre sus estudiantes y es una manera excelente para corregir la situación. Sin embargo, la vergüenza o el miedo de manifestar conocimiento conceptual limitado hace que los estudiantes no siempre aprovechen este tipo de canales de comunicación, incluso cuando está demostrado que la ayuda del profesor es importante para la dedicación del estudiante y su éxito académico (Klem & Connell, 2004).

La tutoría uno a uno es un método importante para promover la construcción de conocimiento activo, aumentar la comprensión conceptual y la eficacia y una actitud más positiva hacia el aprendizaje. Todos estos factores fomentan la dedicación del alumno e impactan en la adquisición del aprendizaje (Lehman et al., 2008). Por esta razón, promover otros mecanismos de comunicación puede ser útil para reconocer el progreso del estudiante, ayudar a los procesos de aprendizaje y estimular la motivación.

Asimismo, la posibilidad de monitorizar estas interacciones abre la puerta a la detección de problemas. Por ejemplo, algunos estudios de investigación centran sus esfuerzos en analizar el diálogo humano-a-humano en sesiones de tutoría para construir Sistemas Tutores Inteligentes que reproduzcan los efectos de tutores humanos expertos. Por ejemplo, desarrollando un nuevo esquema de anotación para el diálogo en tutorías (Cade et al., 2008) o detectando aquellos estados afectivos que presentan los alumnos en sesiones de tutoría e investigando cómo los tutores expertos adaptan sus estrategias pedagógicas y motivacionales en concordancia (feedback positivo, instrucción directa, problema simplificado, etc.) (Lehman et al., 2008). Shah y colegas clasifican las iniciativas de los estudiantes y las respuestas de

los profesores (Shah et al., 2002). Sin embargo, tal y como demostró Bloom en el problema 2-sigma, el tutor humano experto tiene un impacto mayor en el aprendizaje que los tutores novatos y los Sistemas Tutores Inteligentes (Bloom, 1984). Por esta razón, se incluye la formalización de esta interacción, con el fin de promover el uso de tutorías entre los alumnos y facilitar a los profesores la gestión de las dudas de los alumnos, incluyendo instrumentos que le permitan medir el progreso de los estudiantes.

CLIM en su plano abstracto contempla las dudas de los siguientes tipos: conceptos, problemas y consejos. Los primeros dos tipos, normalmente los más comunes, están ligados a la *Ontología del dominio* y ayudan al profesor a inferir la comprensión de los estudiantes sobre los contenidos de la asignatura y detectar problemas. Sin embargo, en ocasiones, los estudiantes acuden a tutorías para pedir ayuda al profesor sobre otros aspectos no necesariamente ligados con los contenidos de la asignatura, por ejemplo, problemas con compañeros. Este tipo de tutorías ayuda al profesor a deducir actitudes de los estudiantes hacia la asignatura, como su motivación y dedicación.

El plano concreto de registro de interacciones categoriza las dudas en base a dos aspectos: los *participantes* y el *estado*. En cuanto a los participantes, se identifican dos tipos de dudas: individual (un único estudiante) y grupal (varios estudiantes). Generalmente, es un estudiante individual el que por propia iniciativa pregunta una duda al profesor. Sin embargo, en muchos casos, los estudiantes comparten la duda previamente con sus compañeros en clase, o incluso les surge la misma duda mientras trabajan en grupo, de modo que al final varios alumnos piden ayuda al profesor. Otras veces, incluso el mismo profesor puede formar pequeños grupos de estudiantes para una sesión de tutoría si percibe que tienen el mismo problema. Esta asociación promueve la colaboración y disminuye la carga de trabajo del profesor. Además, las veces que un estudiante inicia una duda o participa en las dudas de otros puede ser un indicador de su dedicación a la asignatura y de la colaboración con sus compañeros.

Se distinguen tres *estados* por los que puede pasar una duda: *pendiente* (el alumno pide ayuda, y en caso de ser una duda grupal otros alumnos se pueden adherir a ella en este estado), *confirmada* (el profesor la recibe y acepta resolverla, generalmente en una sesión de tutoría) y *resuelta* (el profesor resuelve la duda del alumno o alumnos).

Otro aspecto a tener en cuenta son las preguntas frecuentes (*"Frequently Asked Question"* FAQ) que se considera como una categoría especial de duda que puede ser heredada de un curso a otro en la misma asignatura. No es extraño que los profesores se encuentren la misma duda entre los estudiantes año tras año. Por esta razón, ofrecer al profesor la posibilidad de elevar una duda que consideran

relevante o frecuente a la categoría de FAQ en la asignatura podría facilitar considerablemente su trabajo (o el de otros compañeros) en el futuro. Es más, este tipo de preguntas pueden ser interesantes para motivar a la reflexión y documenta conceptos o grupos de conceptos en la *Ontología del Dominio*.

La Figura 4-15 muestra un fragmento de la ontología con los objetos relacionados con las dudas y la Figura 4-16 las propiedades de los objetos correspondientes. La duda de un alumno generalmente estará relacionada con un tema perteneciente a la ontología del dominio (*topic*), y/o con un ejercicio en concreto (*exercise*) de la ontología de interacciones. La duda pertenece a la ontología del estudiante, ya que es el propio estudiante quien la inicia, a diferencia del resto de interacciones (*studentQuestion*, *studentQuestionAppointment*). Dicha duda pertenece a un grupo (*group*), que a su vez pertenece a una asignatura (*subject*). La duda está relacionada con el estudiante (*student*) que la ha generado, y puede estar unida a un subgrupo de estudiantes en caso de que sea grupal. Finalmente, las FAQ pertenecen a la ontología del dominio y se relacionan con un tema (*topic*), y una asignatura (*subject*).

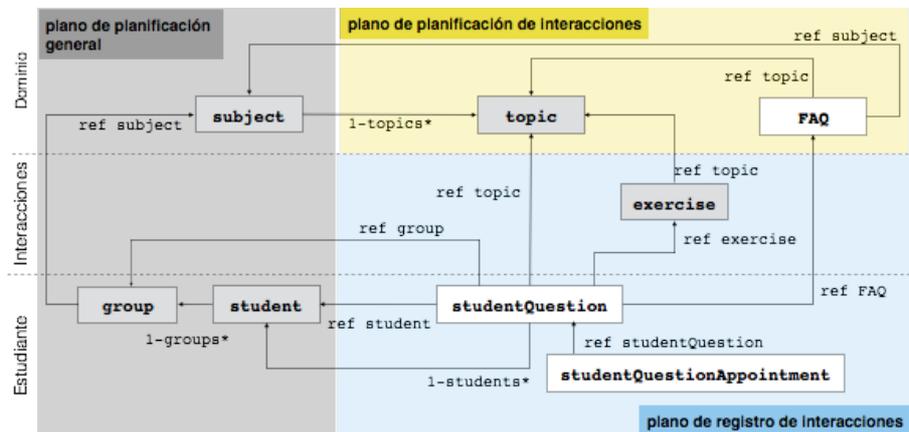


Figura 4-15. Fragmento de ontologías relacionadas con las dudas de los alumnos

studentQuestion	studentQuestionAppointment	FAQ
statement: <varchar(255)>	availableHoursTimetable: <varchar(255)>	statement: <varchar(255)>
solution: <varchar(255)>	privacy: {INDIVIDUAL GROUP}	solution: <varchar(255)>
exercise: <ref exercise>	state: {PENDING CONFIRMED RESOLVED}	topic: <ref topic>
attachedFile: <file>	participants: <list student>	exercise: <ref exercise>
type: {CONCEPT EXERCISE ADVICE}	appointment: <datetime>	attachedFile: <file>
owner: <ref student>	studentQuestion: <ref studentQuestion>	state: {INCOURSE CONFIRMED}
instructor: <ref instructor>	isFaq: <ref faq>	subject: <ref subject>
isFaq: <ref faq>		

Figura 4-16. Propiedades de definición de las dudas

4.5 Resumen y Conclusiones

Este capítulo ha abordado la modelización y formalización de las interacciones más significativas en contextos presenciales universitarios, aunque extrapolables a otros estadios de la educación reglada, cumpliendo el requisito de formalización (*reFormalización*). Su instanciación en *PresenceClick*, permitirá la planificación, registro y visualización de interacciones de aprendizaje.

Se han definido cuatro planos secuenciales de captura de conocimiento con la sesión presencial como eje principal: planificación general, planificación de interacciones, asistencia y registro de interacciones. La información que cubren estos planos se representa mediante tres ontologías: la ontología del dominio, de interacciones y la del estudiante. Por un lado, la *Ontología del dominio* recoge la información de las asignaturas junto con su temario. La asignatura viene establecida por el plano de planificación general mientras que los temas se enmarcan en el plano de planificación de interacciones. La *Ontología de las interacciones* recoge toda la información relacionada con los planos de planificación, tanto de la general como de las interacciones. Y cada una de las interacciones se puede relacionar con los temas del dominio, subsumiendo a la *Ontología del dominio*. Finalmente, la *Ontología del estudiante* recoge toda la información relacionada con el estudiante y los grupos de estudiantes y viene determinada por los planos de asistencia y de registro de interacciones. Esta ontología almacena el comportamiento del estudiante respecto a las interacciones por lo que se relaciona con los objetos de la *Ontología de interacciones*, subsumiéndola.

A través de una serie de historias de usuario, este capítulo ha presentado la formalización de la estructura organizativa de la universidad mediante el plano de planificación general, la asistencia de los alumnos y en conjunto los planos de planificación y registro de interacciones que forman la estructura taxonómica de CLIM. CLIM diferencia las interacciones en dos tipos: dirigidas por conocimiento y dirigidas por contexto. Las primeras están relacionadas explícitamente con el conocimiento del alumno y son actividades realizadas en clase. En este grupo se han formalizado las preguntas-respuestas y los ejercicios. Las segundas sirven de apoyo al profesor para contextualizar aspectos del progreso de los alumnos en clase, como su motivación o dedicación, aunque también pueden estar relacionadas con el conocimiento del estudiante. A menudo estas interacciones se realizan fuera de clase, y se han tenido en cuenta las dudas de los alumnos y la interacción relacionada con el estado afectivo de los alumnos que será explicada en el capítulo siguiente.

Referencias

- Alavi, H. S., Dillenbourg, P., & Kaplan, F. (2009). Distributed awareness for class orchestration. In *European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 211–225). Springer. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-04636-0_21
- Álvarez, A. (2010). *MAgAdI, a proposal for a multi-agent adaptive framework for blended learning* (LSI). University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Beatty, I. D., Leonard, W. J., Gerace, W. J., & Dufresne, R. J. (2006). Question Driven Instruction: Teaching Science (Well) With an Audience Response System. In *Audience response systems in higher education: Applications and cases* (pp. 96–115). Information Science Publishing. Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=xFqhg6xd4VEC&oi=fnd&pg=PA96&dq=info:WlW5RDtcHBsJ:scholar.google.com&ots=v1zCsEic2X&sig=H-hKBe7BIvGdPNuKXyuYqiDnJt8>
- Bloom, B. S. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4–16.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. B., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives. The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain*. New York: Longmans Green.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. Wiley. Retrieved from <https://books.google.com.au/books?id=AW7uAAAAMAAJ>
- Bowen, E., Price, T., Lloyd, S., & Thomas, S. (2005). Improving the Quantity and Quality of Attendance Data to Enhance Student Retention. *Journal of Further and Higher Education*, 29(4), 375–385.
- Cade, W. L., Copeland, J. L., Person, N. K., & D’Mello, S. K. (2008). Dialogue modes in expert tutoring. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 470–479). Springer. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-69132-7_50
- Caldwell, J. E. (2007). Clickers in the large classroom: Current research and best-practice tips. *CBE-Life Sciences Education*, 6(1), 9–20.
- Carnaghan, C., & Webb, A. (2005). Investigating the effects of group response systems on learning outcomes and satisfaction in accounting education. In *University of Waterloo accounting research workshop, the 2005 European Accounting Congress, the 2005 Annual Meeting of the Canadian Academic Accounting Association* (pp. 1–50). Retrieved from http://accounting.uwaterloo.ca/research/publications/carnaghan_webb_aaa_working_paper.pdf
- Crede, M., Roch, S. G., & Kieszczynka, U. M. (2010). Class Attendance in College: A Meta-Analytic Review of the Relationship of Class Attendance With Grades

- and Student Characteristics. *Review of Educational Research*, 80(2), 272–295. doi:10.3102/0034654310362998
- Cutts, Q. I., & Kennedy, G. E. (2005). Connecting learning environments using electronic voting systems. In *Proceedings of the 7th Australasian conference on Computing education-Volume 42* (pp. 181–186). Australian Computer Society, Inc. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1082447>
- Gallagher, S. A. (1997). Problem-Based Learning: Where Did it Come from, What Does it Do, and Where is it Going? *Journal for the Education of the Gifted*, 20(4), 332–362. doi:10.1177/016235329702000402
- Gutiérrez, I., Crespo, R. M., & Delgado Kloos, C. (2011). Orchestration and Feedback in Lab Sessions: Improvements in Quick Feedback Provision. In C. D. Kloos, D. Gillet, R. M. Crespo García, F. Wild, & M. Wolpers (Eds.), *Towards Ubiquitous Learning* (Vol. 6964, pp. 424–429). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-23985-4_33
- Kay, R. H., & LeSage, A. (2009a). A strategic assessment of audience response systems used in higher education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(2), 235–249.
- Kay, R. H., & LeSage, A. (2009b). Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of the literature. *Computers & Education*, 53(3), 819–827. doi:10.1016/j.compedu.2009.05.001
- Klem, A. M., & Connell, J. P. (2004). Relationships matter: Linking teacher support to student engagement and achievement. *Journal of School Health*, 74(7), 262–273.
- Lehman, B., Matthews, M., D’Mello, S., & Person, N. (2008). What are you feeling? Investigating student affective states during expert human tutoring sessions. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 50–59). Springer. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-69132-7_10
- Levy, D., Yardley, J., & Zeckhauser, R. J. (2015). Getting an Honest Answer: Clickers in the Classroom. Retrieved from http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2695074
- McKeachie, W. J. (1987). Teaching and Learning in the College Classroom. A Review of the Research Literature (1986) and November 1987 Supplement. Retrieved from <http://eric.ed.gov/?id=ED314999>
- Merrill, M. D. (1983). Component display theory. In C. M. Reigeluth, (Ed.), *Instructional*.
- Muir, J. (2009). Student Attendance: Is It Important, and What Do Students Think? *Transactions*, 6(2), 50–69. doi:10.11120/tran.2009.06020050
- Powell, S., Straub, C., Rodriguez, J., & VanHorn, B. (2011). Using Clickers in Large College Psychology Classes: Academic Achievement and Perceptions. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 11(4), 1–11.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231.

- Race, P. (2007). *The lecturer's toolkit: A practical guide to learning, teaching and assessment*. London: Routledge.
- Romer, D. (1993). Do students go to class?: Should they? *The Journal of Economic Perspectives: EP: A Journal of the American Economic Association*, 7(3).
- Shah, F., Evens, M., Michael, J., & Rovick, A. (2002). Classifying student initiatives and tutor responses in human keyboard-to-keyboard tutoring sessions. *Discourse Processes*, 33(1), 23–52.
- Simpson, V., & Oliver, M. (2007). Electronic voting systems for lectures then and now: A comparison of research and practice. *Australasian Journal of Educational Technology*, 23(2), 187.

5

TEAM, Twelve Emotions in Academia Model

Tener información en clase sobre si los alumnos están interesados en la asignatura, si se aburren con los métodos pedagógicos escogidos, si disfrutan con un determinado tipo de actividad o si se frustran tanto en las prácticas de la asignatura que puede llegar a propiciar el abandono de la asignatura, es sin duda relevante tanto para el profesor, como para el conjunto de estudiantes. Por ello, en enfoques centrados en el alumno especialmente, es habitual que el profesor pregunte en clase a sus alumnos qué opinan o qué sienten respecto a las tareas propuestas en la instrucción, aunque en la mayor parte de ocasiones no obtengan respuesta. Además, en estos enfoques, donde los alumnos deben tomar las riendas de su proceso de aprendizaje, es importante que dispongan de medios que faciliten la reflexión sobre las actividades que se realizan en la asignatura.

Por ello, permitir al profesor y a los alumnos conocer el estado emocional de su clase puede ayudar en gran medida a crear un ambiente positivo y favorecer el aprendizaje. Con este fin se ha revisado el estado del arte para obtener un modelo de emociones (*Twelve Emotions in Academia Model*, TEAM) adecuado a los contextos de aprendizaje presenciales que permita crear mecanismos de reflexión para profesores y estudiantes. Este capítulo presenta el modelo obtenido y su validación, además de su ontología.

La aportación de la tesis en este capítulo es el Modelo TEAM (*Twelve Emotions in Academia Model*) que recoge un conjunto de seis emociones positivas y seis emociones negativas relacionadas con contextos de aprendizaje presenciales y que se subsume en el modelo CLIM presentado en el capítulo anterior.

Publicación

Artículo en el congreso Learning Analytics and Knowledge (LAK'16) sobre el proceso de validación del modelo propuesto.

Ruiz, S., Charleer, S., Urretavizcaya, M., Klerkx, J., Fernández-Castro, I., Duval, E. (2016). Supporting Learning by Considering Emotions: Tracking and Visualization a Case Study, in: Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge, LAK '16. ACM, New York, NY, USA, pp. 254–263. doi:10.1145/2883851.2883888

5.1 Introducción

Numerosos estudios relacionan las emociones con el aprendizaje desde distintas perspectivas. Mientras las emociones negativas pueden convertirse en un freno para el aprendizaje, los ambientes positivos conducen a los estudiantes hacia un aprendizaje más efectivo, siendo una gran fuente de motivación (Hinton et al., 2008).

Desde la perspectiva neurocientífica se describe algunas interacciones en el cerebro que relaciona las emociones y la cognición, con la atención y la memoria funcional (Pessoa, 2010). Además, Hinton y colegas muestran que la red afectiva del cerebro se ve involucrada en distintos aspectos del aprendizaje, como el interés, la motivación y el estrés (Hinton et al., 2008).

En cuanto a estudios psicológicos se refiere, numerosos investigadores indican que las emociones positivas facilitan el pensamiento flexible y resolución de problemas, y mejora la ejecución de tareas, incluso cuando son complejas, difíciles o importantes. Isen y Reeve asumen que las emociones influyen en los procesos cognitivos y la ejecución de tareas de los estudiantes, y descubre que las emociones están estrechamente ligadas con el aprendizaje de los alumnos, la auto-regulación y el éxito académico. Por ejemplo, las emociones positivas, como el disfrute, la esperanza o el orgullo, predicen un éxito alto, mientras que las emociones negativas predicen un éxito bajo (Isen & Reeve, 2005). Además, las emociones positivas y negativas están relacionadas con diferentes aspectos del aprendizaje, dependiendo de su nivel de activación (Baas et al., 2008). Por ejemplo, las emociones positivas con menor nivel de activación, como la serenidad o la relajación, se relacionan con una menor persistencia y un abandono más inmediato, pero asimismo con una mayor flexibilidad cognitiva, por ejemplo, el aprendizaje es más rápido centrándose en los aspectos más interesantes y motivadores. Sin embargo, las emociones negativas con un nivel moderado de activación están relacionadas con una persistencia en las tareas más alta y más atención a la hora de evitar errores (el enfado y el miedo son

emociones con mayor nivel de activación mientras que la activación de la tristeza es baja).

Los estudios en el campo de la inteligencia emocional confirman que las emociones influyen en algunos de los componentes y estrategias durante la resolución de problemas, como la planificación flexible, el pensamiento creativo, la atención y la motivación (Salovey & Mayer, 1990).

Finalmente, Rienties y Rivers realizan una revisión exhaustiva sobre diferentes estudios para identificar las emociones de los estudiantes y las propuestas para medirlas, subrayando el rol que juegan en el proceso de enseñanza-aprendizaje y el impacto que tienen en la motivación de los alumnos, la auto-regulación y el éxito académico (Rienties & Rivers, 2014).

Además de influir en el aprendizaje, la habilidad de regular las emociones es un predictor de los resultados académicos (Hinton et al., 2008). Los estudiantes que pueden regular sus emociones con efectividad son más resistentes a la hora de superar el fracaso y muestran habilidades sociales más fuertes. Por ello, asumiendo que las emociones y su regulación influyen sobre diferentes aspectos del aprendizaje, ofrecer herramientas a profesores y estudiantes que les permita ser conscientes de las emociones de la clase durante el curso puede ser beneficioso para el aprendizaje. Conocer el estado emocional de la clase permitirá a los profesores detectar problemas a tiempo, y a los estudiantes regular sus propias emociones. Por ello, modelizar cómo se sienten los alumnos durante el curso sobre el contenido de la asignatura y proporcionar mecanismos de reflexión puede mejorar sustancialmente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Dada la complejidad que implica la modelización de emociones, hemos realizado un estudio de las mismas en el área educativa para crear un modelo con las emociones principales en contextos presenciales. La sección 5.2 resume el estudio realizado y en la sección 5.3 se propone el modelo TEAM. Después, en la sección 5.4, se presenta un estudio exploratorio realizado para validar tanto el modelo, como una serie de mecanismos de reflexión con alumnos reales. A continuación, la sección 5.5 presenta la ontología del modelo TEAM y finalmente, el capítulo termina con un resumen y las conclusiones alcanzadas.

5.2 Modelos de emociones en educación

Se han realizado numerosos estudios para identificar las emociones de las personas desde distintas perspectivas, por ejemplo por reconocimiento facial (Ekman & Friesen, 1978) o por las características de la voz, como el tono, la articulación y la intensidad (Juslin & Scherer, 2005). El modelo OCC presenta 22 emociones y se ha

venido utilizando desde múltiples aspectos del conocimiento, incluido el aprendizaje (Ortony et al., 1990). El reconocido modelo circunflejo de Russell presenta una serie de emociones distribuidas en un espacio circular bidimensional según el nivel de activación y el nivel de placer (positivo-negativo) (Russell, 1980). Elliot construyó un sistema informático combinando expresiones faciales y tonos de voz, basado en 13 parejas de emociones contrarias (Elliott, 1992).

En lo relativo a la educación, desde los primeros sistemas tutores inteligentes, muchos investigadores han tratado de detectar cómo se sienten los alumnos mientras realizan tareas en entornos de aprendizaje. Ochs y Frasson plantean nueve escalas basadas en parejas contrarias de emociones que el sistema trata de predecir durante sesiones de aprendizaje para motivar el cambio de las emociones negativas hacia las positivas (por ejemplo: ansiedad/confianza o vergüenza/orgullo) (Ochs & Frasson, 2004).

Otros trabajos analizan las emociones por las que atraviesan los alumnos mientras realizan actividades en sistemas tutores mediante técnicas de observación o auto-informes de los alumnos. Estos modelos se basan en estados afectivos centrados en el aprendizaje, como la confusión, el aburrimiento, la curiosidad o la frustración, que se suelen presentar en sesiones de aprendizaje con tutores. Por ejemplo, AutoTutor ayuda a los alumnos a aprender manteniendo una conversación en lenguaje natural. Con el fin de añadir un componente emocional al tutor, Graesser y colegas trataron de relacionar las emociones con el aprendizaje de los alumnos (Graesser et al., 2007). Las emociones eran transmitidas por los propios alumnos mediante auto-informes llegando a la conclusión de que la confusión era la que se presentaba con niveles significativos. Conati y Gutica exploran las emociones de sus estudiantes durante sesiones interactivas en un juego educativo etiquetándolos mediante observadores. Las emociones que se presentaban en mayor medida eran la concentración, la confianza y la confusión (Conati & Gutica, 2016).

También se han analizado las transiciones por las que pasan los estudiantes entre una serie de emociones (positivas, negativas y neutras) en contextos de resolución de problemas con el fin de predecir el estado emocional de los alumnos para responder con intervenciones pedagógicas y motivadoras en consonancia a dicho estado. Mientras D'Mello y colegas analizan las emociones transmitidas por los propios participantes a posteriori mientras visualizan el contenido grabado de su sesión (D'Mello et al., 2009), Baker y colegas utilizan técnicas de observación (Baker et al., 2010).

Arroyo y colegas añaden un componente cognitivo al modelo de seis emociones (disfrute, enfado, sorpresa, miedo, disgusto e interés) para el análisis de expresiones faciales (Ekman et al., 2002) y generan un esquema compuesto por cuatro ejes ortogonales bipolares: confianza, frustración, entusiasmo e interés (Arroyo et al.,

2009). La experiencia de evaluación se desarrolló en clase, mientras los estudiantes realizaban un test de matemáticas con un sistema tutor inteligente. Mientras respondían cada problema, se utilizaron sensores fisiológicos (videocámara, ratón, silla postural y brazaletes conductores) para detectar las emociones de los estudiantes. Después rellenaban un auto-informe sobre su estado emocional indicando cómo se habían sentido en cada momento, interesados/entusiasmados/confiados/frustrados. Los autores demostraron que los auto-informes se podrían inferir automáticamente de la información obtenida a partir de los sensores.

En los Sistemas Tutores, también se han analizado las emociones de los alumnos para determinar su relación con el resultado final en la asignatura con el fin de encontrar correspondencia entre el comportamiento/sentimientos de los alumnos y los resultados en el curso (Pardos et al., 2013). Por ejemplo, los estudiantes que se sentían aburridos o confusos mientras resolvían los problemas principales del curso tendían a obtener malos resultados en el examen, aunque el aburrimiento y la confusión estaban asociados con resultados positivos en los problemas en los que los alumnos eran guiados resolviéndolos poco a poco, lo que se denomina andamiaje instruccional (*instructional scaffolding*). Curiosamente los alumnos que sentían frustración obtenían resultados positivos. El estado afectivo de los estudiantes se estimaba basándose en análisis post-hoc de las trazas del tutor. Esta técnica también se ha utilizado para detectar las emociones en los cursos masivos de aprendizaje que tan en auge están hoy en día, MOOCs (*Massive Open Online Course*) (Leony et al., 2015).

Desde los contextos LA, los sistemas detectan las emociones de los estudiantes mientras realizan actividades en entornos de aprendizaje para luego proporcionar visualizaciones y promover su reflexión. Por ejemplo, el sistema EMODA muestra visualizaciones al profesor sobre las emociones de los alumnos recogidas en interacciones síncronas vía videoconferencia. Las emociones se detectan de diversas maneras: reconocimiento facial y auditivo, auto-informes y análisis de trazas. (Ez-Zaouia & Lavoué, 2017).

En los trabajos relacionados con las sesiones tradicionales de aprendizaje, por un lado, Goldspink y Foster presentan un instrumento para medir el nivel de compromiso de los estudiantes en clase de acuerdo a cuatro escalas: implicación, bienestar (que a su vez incluye la felicidad y el funcionamiento social), disposición hacia el aprendizaje e interés. El cuestionario incluye 41 ítems y en el experimento realizado la información se recoge inmediatamente después de una sesión de aprendizaje para capturar la experiencia de los alumnos en esa sesión (Goldspink & Foster, 2013).

Por otro lado, Pekrun y colegas presentan un estudio con el fin de detectar el conjunto de emociones que los estudiantes sienten en contextos académicos,

analizando cómo se podrían medir dichas emociones y cómo afectan al aprendizaje y al éxito académico (Pekrun et al., 2002). Comenzando por las emociones que aparecen con mayor frecuencia en la literatura educativa, concluyeron que eran nueve las que fundamentalmente se daban en tres aspectos del aprendizaje: emociones relacionadas con el aprendizaje, emociones relacionadas con la clase y emociones relacionadas con la evaluación. Así, diseñaron el cuestionario denominado “*Achievement Emotions Questionnaire*” (AEQ) que evalúa estas nueve emociones: 80 ítems se corresponden con emociones que se presentan mientras se asiste a clase, 75 ítems se corresponden con el estudio personal, y 77 ítems se corresponden con la realización de tests y exámenes. Cada ítem se relaciona con una emoción específica (Pekrun et al., 2011). La validación del cuestionario se realizó en una sesión de aprendizaje y los resultados mostraron que el conjunto de emociones presentaba una correlación significativa con el aprendizaje y la ejecución de tareas de los estudiantes. El estudio confirmó la fiabilidad y validez del AEQ. Las emociones relacionadas con la asistencia a clase son: diversión, esperanza, orgullo, enfado, ansiedad, vergüenza, desesperanza y aburrimiento.

Finalmente, Lehman y colegas exploran la relación entre las emociones y el aprendizaje entre la información recogida de los estados afectivos de los alumnos y niveles de compromiso en sesiones de tutoría mientras realizan tareas importantes del curso. Los resultados indicaban que los estados de confusión, felicidad, ansiedad y frustración se presentaban significativamente (Lehman et al., 2008).

Además, algunas aplicaciones de enfoque “*quantified self*” tratan de registrar las emociones con el fin de ayudar a los usuarios a ser más positivos. Por ejemplo, *Moodscope*²⁰ registra las subidas y bajadas de 20 emociones mediante una escala Likert mientras *Moodjam*²¹ registra el ánimo de los usuarios mediante colores y palabras escogidas libremente. Muchas de estas aplicaciones se diseñan para utilizarse en dispositivos móviles, obteniendo el ánimo desde distintas fuentes; por ejemplo, *Beyondverbal*²² de entonaciones vocales y *EmotionSense*²³ de datos de comportamiento (ej: acelerómetro). Otras aplicaciones como *MoodPanda*²⁴ e *In Flow*²⁵ lo capturan a través de auto-informes del usuario en una escala positiva-negativa. De la misma manera la aplicación *Live Interest Meter (LIM app)* mide el interés de la audiencia en una sesión (Rivera-Pelayo et al., 2013) mientras *MoodMap* permite a los

²⁰ Moodscope: <https://www.moodscope.com>

²¹ Moodjam: <http://moodjam.com>

²² Beyondverbal: <http://www.beyondverbal.com>

²³ EmotionSense: <http://www.emotionsense.org>

²⁴ MoodPanda: <http://www.moodpanda.com>

²⁵ InFlow: <http://www.inflow.mobi>

usuarios anotar y revisar su propio ánimo a través del tiempo y obtener información sobre el comportamiento del grupo (Fessl et al., 2012). Sin embargo, la mayoría de estas aplicaciones representan el ánimo mediante una escala numérica, con una o dos dimensiones de emociones (felicidad, interés, ánimo positivo-negativo, nivel de actividad, etc.).

La Tabla 5-1 recoge los modelos mencionados representando las emociones que contemplan. En algunos casos se han unificado varias emociones como por ejemplo, disfrute/felicidad/placer, interés/curiosidad o desesperanza/desilusión/disgusto, debido al hecho de que en la literatura se han tratado como la misma emoción de acuerdo a la categorización de estados afectivos de Scherer (2005). En cualquier caso, expresan sentimientos muy cercanos que básicamente difieren en su nivel de activación. Como se puede apreciar en la tabla, entre las emociones positivas más utilizadas en las propuestas mostradas destacan el disfrute y el interés mientras que entre las negativas el aburrimiento y la frustración.

Tabla 5-1. Modelos de emociones en contextos educativos

	(Arroyo et al., 2009)	(Baker et al., 2010)	(Conati & Gutica, 2016)	(D'Mello et al., 2009)	(Ekman et al., 2002)	(Ez-Zaouia & Lavoué, 2017)	(Goldspink & Foster, 2013)	(Graesser et al., 2007)	(Lehman et al., 2008)	(Leony et al., 2015)	(Ochs & Fransson, 2004)	(Pardos et al., 2013)	(Pekrun et al., 2011)	Emociones / trabajo
Emociones positivas														
Concentración		X	X									X		3
Confianza	X		X								X			3
Disfrute/Felicidad/ Placer		X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	10
Entusiasmo	X		X											2
Esperanza											X		X	2
Eureka				X					X					2
Interés/Curiosidad	X		X	X	X		X		X		X			7
Orgullo			X								X		X	3
Sorpresa		X	X	X	X	X		X						6
Otras*							X				X			2
Cantidad positivas	3	3	7	4	3	2	5	3	2	1	9	1	2	
Emociones negativas														
Aburrimiento		X	X	X				X		X	X	X	X	8
Ansiedad				X					X		X		X	4
Confusión		X	X	X				X	X	X		X		7
Desesperanza/ Desilusión/Disgusto			X	X	X	X					X		X	6
Enfado				X	X	X					X		X	5
Frustración	X	X	X	X				X	X	X		X		8
Miedo					X	X								2
Tristeza				X		X					X			3
Vergüenza			X								X		X	3
Otras**						X			X		X	X		4
Cantidad negativas	1	3	5	7	3	5	0	3	4	3	9	5	5	

*Otras pos: implicación, actividad social, disposición, admiración, agradecimiento...

**Otras neg: desprecio, resentimiento, remordimiento, fuera de tareas, jugando...

5.3 Nuestra propuesta: TEAM

Esta tesis propone un modelo de doce emociones en contextos académicos (*Twelve Emotions in Academia Model, TEAM*) para obtener el estado emocional de los alumnos en clase. TEAM combina y refina los modelos propuestos por (Pekrun et al., 2011) y (Arroyo et al., 2009). El primero de ellos se ha utilizado extensamente en la investigación educativa en el ámbito emocional y además es el único que está directamente enfocado al contexto de sesión presencial, donde los alumnos informan de las emociones que han sentido en clase. Sus resultados indican que las emociones modeladas del estudiante se relacionan significativamente con su aprendizaje, resultados y motivación. Las emociones propuestas por los autores son: disfrute, esperanza, orgullo, aburrimiento, ansiedad, desesperanza, enfado y vergüenza. Como hemos visto, el disfrute y el aburrimiento son dos de las emociones más recurrentes en la literatura, además de la ansiedad, desesperanza y enfado. Sin embargo, en este modelo quedan fuera dos de las emociones más repetidas en los modelos revisados: el interés y la frustración. Por ello, se ha seleccionado también el modelo propuesto por Arroyo que considera estas dos emociones (además del entusiasmo y la confianza). Este modelo con un componente educativo relacionado también con las clases reales, aunque está diseñado para deducirlo mediante sensores, puede asimismo ser valorado por los propios estudiantes mediante auto-informes como se ha explicado anteriormente. No se han tenido en cuenta otros modelos que, aunque también consideraban estas dos emociones, tenían en cuenta otras como la concentración, eureka o sorpresa, ligadas más al aprendizaje con sistemas tutores inteligentes y a estados afectivos más transitorios que quizás no son tan significativos a valorar en el contexto de una sesión de aprendizaje tradicional.

Así, la unión de estos modelos conforma una simbiosis de doce emociones, seis positivas (confianza, disfrute, entusiasmo, esperanza, interés y orgullo) y seis negativas (aburrimiento, ansiedad, desesperanza, enfado, frustración y vergüenza), a la que hemos denominado TEAM (*Twelve Emotions in Academia Model*). Además, estas emociones se pueden considerar como pares contrarios (confianza-ansiedad, disfrute-frustración, entusiasmo-enfado, esperanza-desesperanza, interés-aburrimiento y orgullo-vergüenza), tal y como podemos deducir de la escala propuesta por (Ochs & Frasson, 2004) y del modelo propuesto por Scherer (2005). Como vemos en la Figura 5-1, en el modelo de Scherer, el disfrute, el entusiasmo y el interés se consideran emociones positivas activas y la confianza, esperanza y orgullo²⁶ se consideran a su vez pasivas. Mientras que el enfado, la frustración y el

²⁶ dado que en la figura no aparece literalmente la palabra "proud" se ha considerado satisfecho como sinónimo de orgulloso

aburrimento son emociones negativas activas, la ansiedad, desesperanza y vergüenza son pasivas.

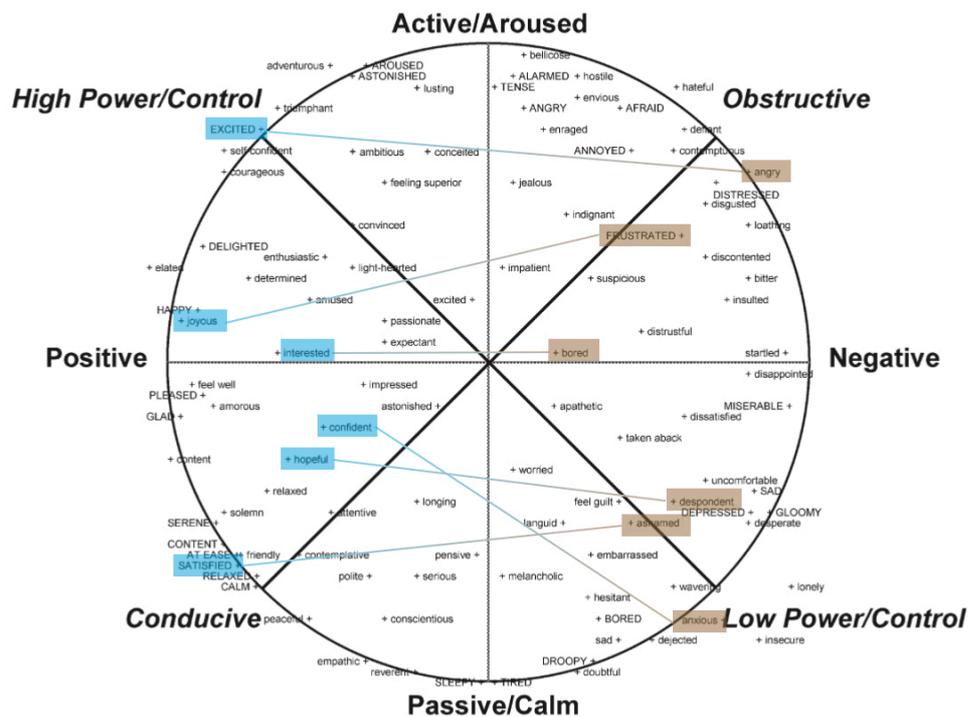


Figura 5-1. Identificación de las emociones TEAM en el modelo de Scherer (2005)²⁷

Por tanto, TEAM (Figura 5-2) define un espectro de emociones positivas/negativas que permite un estudio balanceado y exhaustivo de los sentimientos de los alumnos.

Como hemos visto en el apartado 5.2 existen diversas técnicas para capturar las emociones de los alumnos, como los auto-informes, la observación, los sensores y el análisis de trazas de usuario. Para el propósito de esta tesis, se descartan tanto las técnicas de observación como la de los sensores debido a la baja escalabilidad que presentan, así como el análisis de trazas de usuario dado que el propósito de la tesis es capturar las interacciones en sesiones presenciales. Por tanto, los alumnos transmitirán sus emociones mediante auto-informes, que además es la técnica más

²⁷ (excitement=entusiasmo, anger=enfado); (enjoyment=disfrute, frustration=frustración); (interest=interés, boredom=aburrimento); (confidence=confianza; anxiety=ansiedad); (hope=esperanza; despondency=desesperanza); (satisfaction=orgullo; shame=vergüenza)

común y potencialmente la mejor forma de medir las experiencias emocionales de una persona (Robinson & Barrett, 2010).

positivas	negativas
Disfrute	Frustración
Interés	Aburrimiento
Esperanza	Desesperanza
Orgullo	Vergüenza
Entusiasmo	Enfado
Confianza	Ansiedad

Figura 5-2. TEAM (Twelve Emotions in Academia Model)

5.4 Validación del modelo TEAM

El propósito de monitorizar las emociones de los alumnos es el de proporcionar mecanismos de concienciación y reflexión a profesores y alumnos sobre el ambiente emocional propio y del grupo con el fin último de causar un impacto en las aulas en caso necesario, modificando y evitando comportamientos no deseados y motivando la intervención de los profesores. Sin embargo, dada la complejidad que implica el proceso de introspección requerido por parte de los alumnos para determinar el grado en el que sienten estas emociones, se ha realizado un análisis exploratorio para validar el modelo que se presenta a continuación. Con este objetivo se trató de responder a las siguientes preguntas:

- A) **¿Es posible medir adecuadamente las emociones que sienten los alumnos en clase?**
- B) **¿Cómo pueden visualizarse las emociones de los alumnos para promover la reflexión?**
- C) **¿Cuál es el impacto real de monitorizar y visualizar las emociones en clase?**

Para responder a estas preguntas y validar así el modelo presentado, se llevó a cabo un análisis exploratorio en la Universidad de Leuven en el primer cuatrimestre del curso 2013/2014. Por un lado, se estudió si las emociones del modelo TEAM eran

comprensibles para los estudiantes y las podían cuantificar. Por otro lado, propuestas una serie de visualizaciones, se analizó si eran claras y útiles para ayudar a los estudiantes a reflexionar sobre sus emociones. Finalmente, se abordó parcialmente la tercera pregunta, estudiando el punto de vista de los alumnos respecto al impacto que el registro de las emociones tiene en su aprendizaje. A continuación, se describe el experimento realizado.

5.4.1 Contexto y participantes

El experimento tuvo lugar en el contexto de una asignatura optativa sobre Multimedia en la Facultad de Informática de la Universidad de Leuven (Bélgica). Participaron un profesor, un observador y 15 estudiantes en un proceso que duró dos meses.

5.4.2 Instrumentos

Se adaptó el esquema utilizado en el cuestionario AEQ (Pekrun et al., 2011) de acuerdo al modelo propuesto. Como se ha mencionado anteriormente, en dicho cuestionario había 80 ítems relacionados con las emociones de los alumnos en clase, donde cada ítem se correspondía con una emoción. En este caso el cuestionario no se iba a utilizar en una sola ocasión si no frecuentemente para captar los cambios emocionales de los alumnos a lo largo del curso. Por ello, se extrajeron los ítems más representativos de entre los 5-6 ítems por cada emoción para evitar el tedio de los alumnos (*Emotion Item* –EI). También se adaptaron los ítems seleccionados al contexto antes/después de clase. Asimismo, se incluyeron ítems equivalentes para aquellas emociones del modelo que no estaban incluidas en el AEQ. Por ejemplo, los ítems para el disfrute eran: “He disfrutado estando en clase” o “He disfrutado trabajando en las actividades de la asignatura durante esta semana”.

Finalmente, se incluyeron dos grupos de ítems para responder a la pregunta A y aprender así sobre las opiniones de los alumnos sobre la cuantificación de sus emociones. En primer lugar, se les preguntaba en qué medida influía cada emoción en su aprendizaje (*Influence Items* – II; ej: “cuanto más interesado estoy en clase, mejor aprendo”). En segundo lugar, se les preguntaba sobre la certidumbre con la que valoraban sus propias emociones en clase (*Confidence Items* – CI; ej: “Creo que puedo medir de manera fiable mi ansiedad en clase”).

El resultado es un *Cuestionario TEAM adaptable (TEAMQuest)* en el que es posible utilizar diferentes grupos de ítems (EI, II, CI) dependiendo de la finalidad del experimento en cada momento. El *TEAMQuest* fue diseñado mediante la tecnología GoogleDocs en una escala 6-Likert para permitir a los alumnos evaluar cada frase

de una manera fácil, desde completamente en desacuerdo a completamente de acuerdo.

Se crearon prototipos de visualizaciones para mostrar a los alumnos sus emociones con el fin de favorecer su reflexión y responder a su vez a la pregunta **B**. La intención de estas visualizaciones era involucrar a los estudiantes en este proceso de reflexión sin necesidad de mostrar números reales como podemos ver en la Figura 5-3 y Figura 5-4.

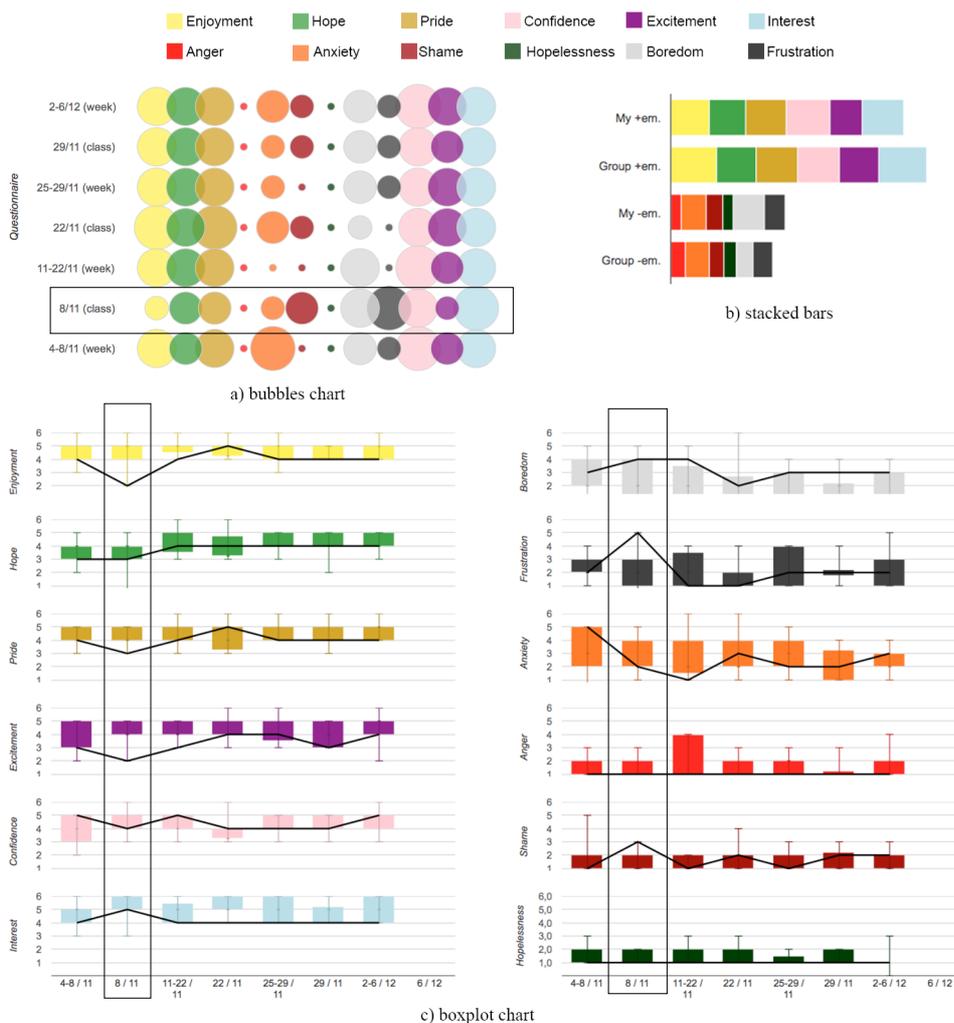


Figura 5-3. Visualización de gráficos típicos para un estudiante (Vg)

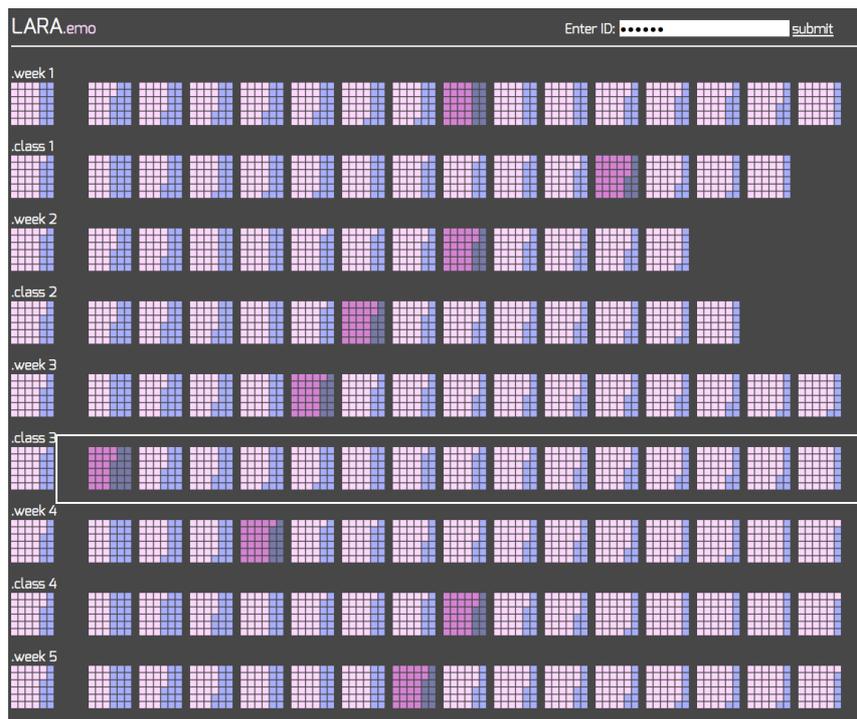


Figura 5-4. Visualización del esquema de cuadrados para un estudiante (Vs)

Las visualizaciones de ambas figuras corresponden a los estados emocionales de diferentes estudiantes, aunque las de la primera figura (que incluye a su vez tres gráficas) corresponden al mismo estudiante. Cada emoción se representaba mediante un color que se mantenía consistente durante todo el experimento. Los colores seleccionados son los que representan cada emoción del modelo TEAM Figura 5-2. Se utilizarán dos esquemas: visualizaciones de gráficos típicos (Vg) (Figura 5-3) que incluían un diagrama de burbujas, barras apiladas y diagramas de cajas y bigotes, y una visualización más innovadora basada en cuadrados (Vs) (Figura 5-4).

El diagrama de burbujas en la Figura 5-3.a muestra la evolución de cada emoción del estudiante en el tiempo: las filas representan las respuestas al *TEAMQuest* en una sesión (antes o después de clase) y las columnas representan las emociones. El tamaño de la burbuja se corresponde con la valoración del estudiante a la emoción en una sesión, por lo que cuanto mayor sea la burbuja, más intensa es la emoción sentida. Por ejemplo, la sexta fila enmarcada corresponde a la captura de emociones tras la primera clase en relación a esa sesión y se visualizan burbujas claramente mayores en las emociones negativas. Las barras apiladas en la Figura

5-3.b muestran el valor medio de cada emoción del estudiante en todas las sesiones en contraste con los valores medios del grupo. Este esquema permite la comparación general del balance positivo/negativo del estudiante y su comparación con el grupo. Finalmente, el diagrama de caja y bigotes (Figura 5-3.c) muestra la evolución temporal de las propias emociones a lo largo del curso (línea negra) en comparación a la distribución del grupo representada por los diagramas de cajas. Por ejemplo, si observamos la columna marcada en un rectángulo (primera clase), las emociones positivas del estudiante están en el cuartil Q_1 (por debajo de este valor estarían el 25% de las observaciones) o por debajo, como en el caso del disfrute, orgullo y entusiasmo. Revisando las emociones negativas para esa misma sesión (la segunda columna marcada), en varias emociones está en el tercer cuartil Q_3 (por debajo estarían el 75% de las observaciones) o en el máximo del grupo (aburrimiento, frustración y vergüenza). Sin embargo, el enfado y la desesperanza están en los valores mínimos en todas las sesiones. Es decir, no está nada positivo y menos que el grupo, y está muy negativo y mucho más que el grupo. Mediante esta visualización el estudiante puede identificar fácilmente si existe alguna diferencia entre sus sentimientos y los del grupo, además de analizar su propia evolución. En concreto en este caso, resulta fácil ver que la ansiedad varía considerablemente a lo largo de las semanas mientras que el interés permanece estable. Además, tal y como establece (Leony et al., 2013), las visualizaciones basadas en el tiempo permiten al instructor analizar los cambios de cada emoción.

El diagrama de cuadrados (Figura 5-4) muestra el balance positivo/negativo de las emociones individualmente y en grupo. Cada fila representa los resultados ordenados de una sesión de más negativo a más positivo, donde cada cuadrado grande se corresponde con un estudiante. Los cuadrados pequeños contenidos en cada cuadrado grande representan cómo de positivo (en rosa) o negativo (en lila) se muestra el alumno en general. Es decir, cuanto más rosa sea el cuadrado grande más positivo se muestra el alumno. La primera columna del esquema representa la media del grupo para cada sesión, y el cuadrado con colores más oscuros por cada fila se corresponde con el alumno identificado en el sistema. Por tanto, el alumno puede reconocerse fácilmente entre el grupo, analizando su evolución durante el curso en relación al grupo. Por ejemplo, para el estudiante de la Figura 5-4, según avanza el curso sus emociones bajan considerablemente durante algunas semanas (se van situando más a la izquierda) en comparación al grupo, llegando a ser el que muestra emociones más negativas como en la clase 3 (señalada con un rectángulo blanco).

La evaluación del experimento se llevó a cabo siguiendo las directrices de acuerdo a sistemas de visualización (Lam et al., 2012). Para evaluar la usabilidad y descubrir la opinión de los alumnos y su disposición a registrar sus emociones, se desarrolló un proceso de evaluación en tres pasos que incluía: un Cuestionario de

Usabilidad (CU), revisión de los Accesos de los estudiantes al sistema (A) y Entrevistas a los participantes (E). El Cuestionario de Usabilidad se creó también en GoogleDocs con una escala 6-Likert (ej: “ser consciente de mis emociones tiene influencia en mi comportamiento en clase”; “La Visualización 1 es fácil de entender”). Para obtener una medición más exacta de sus preferencias se pidió a los alumnos que distribuyeran 20 puntos entre todas las visualizaciones propuestas. Además, tres preguntas abiertas permitían a los alumnos dejar su opinión sobre las visualizaciones, si faltaba algún tipo de información o cualquier otro aspecto relacionado con el registro de emociones. El estudio de accesos al sistema se realizó analizando las trazas almacenadas mediante *Google Analytics*. Finalmente, las entrevistas incluían 8 preguntas para confirmar la información proporcionada en el Cuestionario de Usabilidad (ej: “¿Has tenido algún problema en entender las visualizaciones?” “¿Crees que los colores son adecuados?”). La Tabla 5-2 presenta un resumen de los instrumentos.

Tabla 5-2. Resumen de los instrumentos

Instrumentos	
<i>Adaptable TEAMQuest</i> ²⁸	Ítems Emocionales (EI)
	Ítems sobre la Influencia (II)
	Ítems sobre la Confianza (CI)
<i>Visualizaciones</i>	Burbujas, barras apiladas y cajas y bigotes (Vg)
	Esquema de cuadros (Vs)
<i>Evaluación</i>	Cuestionario de Usabilidad (CU)
	Accesos al sistema (A)
	Entrevistas (E)

5.4.3 Procedimiento

Durante cinco semanas (ver Tabla 5-3) en las que los estudiantes asistían una vez por semana a clase, se les solicitó que rellenaran cuestionarios en dos ocasiones cada sesión: *antes* de clase para que reflexionaran sobre las emociones que habían sentido mientras trabajaban en las actividades de la asignatura durante la semana previa a la clase (TEAMa) y *después* de la clase para reflexionar sobre las emociones que habían sentido durante la sesión (TEAMd). Aunque el cuestionario era anónimo, se solicitó a los estudiantes que utilizaran un único ID ficticio a lo largo del curso, para que pudieran observar la evolución de sus emociones.

²⁸ Se muestra un ejemplo del TEAMQuest en el Anexo C

Todas las instancias del cuestionario estaban compuestas por los Ítems Emocionales (EI) de acuerdo al contexto antes/después de clase. Además, la primera vez que se pasó el cuestionario, también se incluyeron las preguntas sobre la influencia de las emociones en el aprendizaje (II) y la confianza en sus propias respuestas (CI). Una semana después (en la Clase 2), se repitió el experimento para verificar la certeza de las respuestas. Así, se configuraron dos tipos de cuestionarios pasados *antes* de la clase: el cuestionario TEAMa1 (ver Anexo C) que incluye ítems de EI, II y CI (para los dos primeras semanas), y el TEAMa2 que sólo incluye los ítems de EI (para el resto de semanas).

En la tercera y cuarta clase del experimento, los estudiantes podían visualizar algunos resultados parciales (Vg) para incrementar su motivación y evitar que lo dejaran y el cuestionario (TEAMa2) incluía además ítems sobre dichas visualizaciones. De la quinta clase en adelante, cada estudiante podía visualizar un prototipo simple con la evolución de sus emociones (Vg y Vs). Las visualizaciones siempre eran personales y cada estudiante solo podía acceder a sus propios resultados mediante el ID indicado en los cuestionarios. Al final del experimento (sexta clase), y tras acceder al prototipo, se les pidió que respondieran al cuestionario de usabilidad (CU) sobre el proceso de registrar sus emociones y la utilidad y usabilidad de las visualizaciones. Tras la última clase y durante la siguiente semana se realizaron las entrevistas (E), así como el estudio de los accesos al sistema (A).

Tabla 5-3. Resumen del procedimiento

		TEAMQuest	Visualizations	Evaluation
Clase 1	Antes	TEAMa1		
	Después	TEAMd		
Clase 2	Antes	TEAMa1		
	Después	TEAMd		
Clase 3	Antes	TEAMa2	Vg	
	Después	TEAMd		
Clase 4	Antes	TEAMa2	Vg	
	Después	TEAMd		
Clase 5	Antes	TEAMa2	Vg Vs	
	Después	TEAMd		
Clase 6	Antes		Vg Vs	CU
	Después			A, E

TEAMa – TEAMQuest con Ítems Emocionales antes de clase; *TEAMd* – TEAMQuest con Ítems Emocionales después de clase; *Vg*: Visualizaciones típicas; *Vs*: Visualización de cuadrados; *CU*: Cuestionario de Usabilidad; *A*: Estudio de Accesos; *E*: Entrevistas;

5.4.4 Resultados y discusión

Los 15 alumnos presentes en el experimento respondieron al primer cuestionario (TEAMa1) antes de clase en la primera semana, mientras que en la segunda hubo 13 respuestas. La Figura 5-5 presenta las respuestas a los ítems II-Clase1 e II-Clase2. Los diagramas de caja y bigotes de color azul en la parte izquierda representan las emociones positivas mientras que los marrones representan las negativas. Los colores claros se corresponden con la primera clase y los oscuros con la segunda. En lo que se refiere a los ítems de Influencia (ejemplo: “cuanto más interesado estoy en clase, mejor aprendo”), excepto para la vergüenza en la Clase 1 (SHA en la Figura 5-5), los estudiantes mostraron su acuerdo (puntuaron 4 o superior de media) sobre que estas emociones influyen en su aprendizaje. Como vemos en la figura, la segunda vez que respondieron al cuestionario (diagramas más oscuros), su nivel de acuerdo aumentó para casi todas las emociones. Por ello, cabe pensar, que cuanto más conscientes son de estas emociones, mayor es la certeza de los alumnos de que influyen en su aprendizaje.

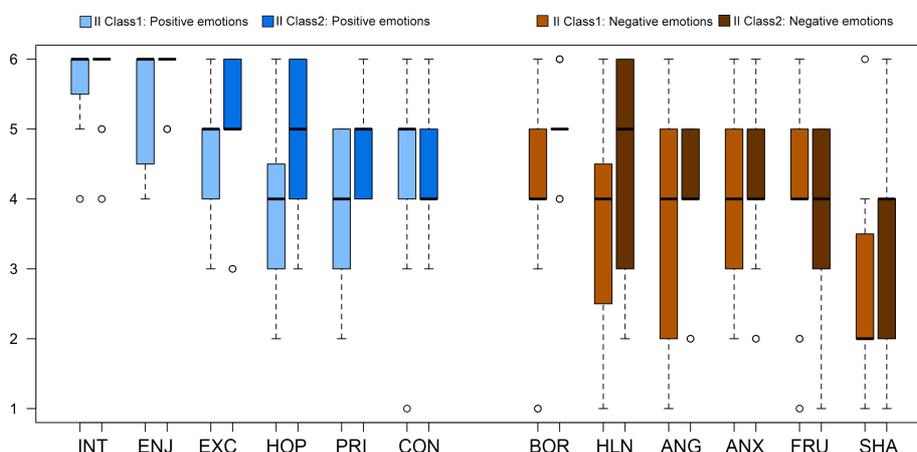


Figura 5-5. Opinión de los estudiantes sobre la influencia de las emociones en su aprendizaje (respuestas a los ítems II en la Clase1 y Clase2)

En cuanto a la confianza, en sus propias valoraciones, en la segunda clase el valor medio de todas las emociones era 4 o superior (Figura 5-6). Además, se encontraron correlaciones entre las respuestas a los ítems de Confianza y a los de Influencia. Por lo que cuanto más importancia le daban a una emoción, más capaces se veían de cuantificarla.

Los buenos resultados obtenidos para los ítems II y CI en la Clase1 y en la Clase2 confirmaron la influencia de estas emociones en el aprendizaje de los alumnos, así como la confianza que tienen en su propia habilidad para valorarlas. Por tanto, en

este punto se considera el modelo TEAM como una propuesta adecuada para registrar las emociones de los alumnos. De la misma forma, el *TEAMQuest* es un método válido para medir las emociones, lo que responde positivamente a la pregunta A que nos planteábamos al comienzo: **¿Es posible medir adecuadamente las emociones que sienten los alumnos en clase?**

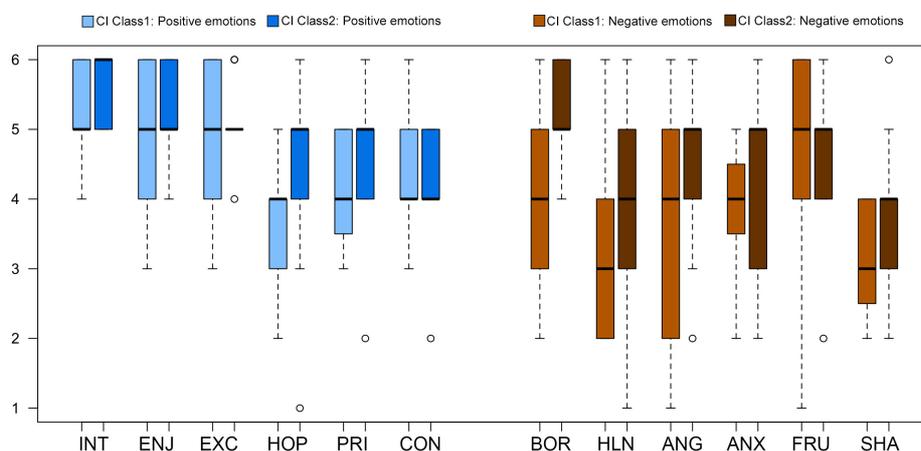


Figura 5-6. Opinión de los estudiantes sobre la confianza que sienten al valorar las emociones (respuestas a los ítems CI en la Clase1 y Clase2)

En lo que se refiere a los mecanismos de reflexión propuestos, por un lado, las visualizaciones permitieron al profesor concluir que el estado emocional de la clase era positivo dado que las emociones positivas se distribuían entre las puntuaciones altas, mientras que las negativas lo hacían entre las puntuaciones bajas. Tal y como se puede deducir de la Figura 5-3 a partir de las barras apiladas y de la distribución del grupo en las cajas, y de la Figura 5-4 donde la mayoría de cuadrados pequeños son rosas, es decir emociones positivas. Por tanto, de las visualizaciones el profesor pudo deducir que los estudiantes en general se sentían cómodos e involucrados con la asignatura. Por otro lado, las visualizaciones permitieron a los alumnos pensar sobre sus emociones y compararlas con las del grupo, de manera que se podían esperar cambios de comportamiento por las conclusiones individualmente obtenidas. Por ejemplo, los resultados emocionales tras la primera clase (EI en Clase1) del estudiante representado en la Figura 5-3, eran principalmente negativas con el valor más alto del grupo para la frustración y la vergüenza. En general, sus emociones positivas presentaban los valores más bajos del curso, quizás por una tarea que le resultó complicada o una presentación que tuviera que realizar en clase. Tras esa sesión, sus emociones mejoraron. Aunque es solo un ejemplo, quizás el ser consciente de sus emociones mediante su visualización y comparación con el grupo, podría haberle ayudado a tomar control sobre ellas, superando su frustración y

vergüenza, esforzándose en la tarea, y por ende mejorando su proceso de aprendizaje. En cualquier caso, el impacto y el alcance del proceso de introspección dependerán siempre de las características individuales del estudiante.

Como respuesta al Cuestionario de Usabilidad, la Figura 5-7 muestra la opinión de los alumnos sobre las dos visualizaciones propuestas. La mayoría de los alumnos señalaron que las visualizaciones eran fáciles de entender (las dos primeras cajas), y el valor medio fue positivo para ambas. También consideraron que las dos visualizaciones les ayudaron a ser conscientes de sus emociones y de las del grupo; en este punto, solo un estudiante mostró su desacuerdo con la visualización de cuadrados (Vs) y dos con la visualización de gráficos típicos (Vg) para la perspectiva individual, mientras que cuatro estudiantes no estuvieron conforme con la perspectiva de grupo para Vs y dos para Vg.

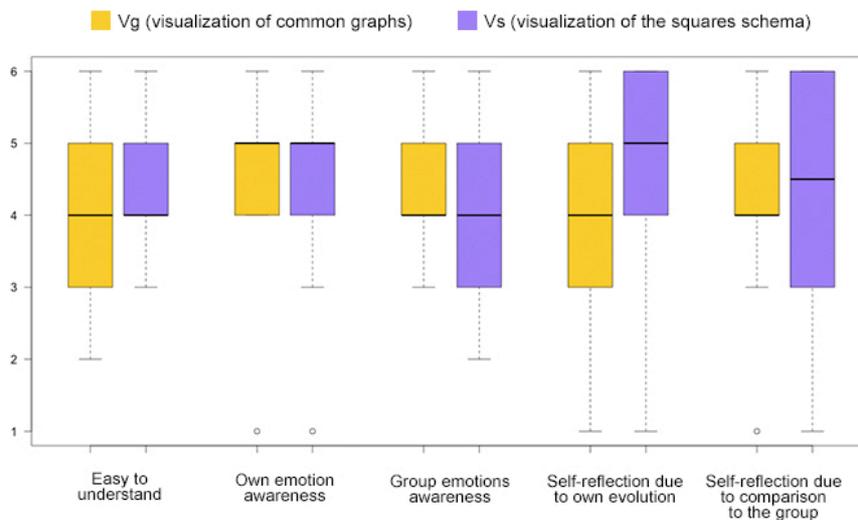


Figura 5-7. Opinión de los alumnos sobre las visualizaciones

En cuanto al proceso de reflexión de los alumnos, aparecieron opiniones diferenciadas, aunque la mayoría creyeron que tanto la evolución de sus propias emociones como la comparación con el grupo les habían hecho reflexionar; siendo un máximo de cuatro alumnos los que valoraron negativamente estas dos opciones. A los estudiantes también se les preguntó sobre posibles problemas de entendimiento en las Entrevistas, y la mayoría de ellos apuntaron que no habían tenido mayores problemas y que se sentían satisfechos con el código de colores escogido. Por ello, dado que las visualizaciones propuestas eran comprensibles por la mayoría, la usabilidad fue considerada alta. Sin embargo, también se recibió feedback interesante que se tuvo en consideración en futuras etapas del proyecto,

como que por ejemplo que las barras apiladas no eran una buena visualización dado que dificultaban la comparación.

La utilidad de la herramienta también fue considerada alta ya que los estudiantes valoraron positivamente el hecho de que las visualizaciones les involucraban en un proceso de concienciación y reflexión sobre su aprendizaje. Sin embargo, se recogieron opiniones diferentes, como “No creo que sea útil para mí. No puedo expresar fácilmente mis sentimientos en un papel o en una escala numérica” o “Es útil si lo miras un par de semanas después. Es visual y quizás puedes hacer algo sobre ello”. De acuerdo a estos resultados, se concluyó que mostrar este tipo de visualizaciones emocionales a los estudiantes, podía ser una buena manera de promover su reflexión sobre aspectos de la asignatura. Asimismo, se ha demostrado que estas visualizaciones pueden ser una opción para responder a la pregunta **B** planteada.

Para abordar la pregunta **C**, se estudió la opinión de los alumnos en los ítems relacionados del cuestionario. Los resultados indicaron que 10 de 15 alumnos estaban de acuerdo en que ser conscientes de sus propias emociones podía influir en su aprendizaje y que ser conscientes de las emociones del grupo les podía ayudar a reflexionar en las suyas propias. La mayoría de alumnos (13 de 15) pensaron que una aplicación para registrar sus emociones podría ser muy útil para los profesores. Sin embargo, solo unos pocos de ellos seguirían registrando sus emociones (6 de 15, es decir un 40%), y algunos de ellos señalaron que podía ser una pérdida de tiempo debido a la poca agilidad de la herramienta (GoogleDocs) como causa principal. Además, el estudio de Accesos al sistema reveló que los estudiantes solo visitaban sus emociones cuando se lo pedía el profesor en clase, a pesar de que podían hacerlo en cualquier momento durante las últimas dos semanas del curso.

En resumen, aunque la usabilidad de las visualizaciones fue considerada alta y que un número considerable de alumnos creía que registrar las emociones podía causar un impacto en su comportamiento, solo algunos de ellos seguirían registrando sus emociones. Por tanto, se concluyó que la motivación de los alumnos no era suficiente como para esforzarse en registrar las emociones, siendo mayor la sensación de pérdida de tiempo que la posibilidad de influir y mejorar en su aprendizaje. También hay que remarcar que no todos los estudiantes se sentían cómodos evaluando las emociones. Esto se puede deber al proceso de introspección requerido ya que el alumnado no está acostumbrado a reflexionar sobre su estado emocional, o simplemente al hecho de no estar familiarizados con la terminología, especialmente al comienzo del experimento. Los datos tienden hacia una valoración favorable de los alumnos sobre el impacto de registrar sus emociones cuando su estado es positivo en clase. Por ello, se puede pensar que, consiguiendo un ambiente favorable en clase, los alumnos mostrarían una mejor disposición a registrar sus emociones y considerarlo como un impacto positivo en su aprendizaje. Sin

embargo, responder una pregunta de estas características (**¿Cuál es el impacto real de monitorizar y visualizar las emociones en clase?**) requiere de una mayor investigación y una muestra más significativa.

5.5 Ontología del modelo de emociones TEAM

Las emociones influyen en los procesos cognitivos de los estudiantes, así como en la realización de actividades formativas y están estrechamente ligadas con su aprendizaje, auto-regulación y éxito académico. Por ello, modelizar cómo se sienten los estudiantes sobre los contenidos de la asignatura y su desarrollo durante el curso puede incrementar el conocimiento sobre el proceso de aprendizaje en el modelo del estudiante. A continuación, se muestra mediante un ejemplo ilustrativo el dilema de la profesora a la hora de conocer aspectos emocionales de los estudiantes en relación a cuestiones académicas.

India quiere conocer las sensaciones de sus alumnos durante la última semana de clase en la que han trabajado sobre nuevos conceptos de SQL. Está un poco preocupada porque no está segura de que sus estudiantes estén satisfechos con su aprendizaje ya que la mayoría no resuelve los ejercicios correctamente y no parece que muestren interés. Por ello, quiere asegurarse de si hay algún problema en el grupo. Así que en clase decide preguntar en voz alta si tienen algún problema con el temario y los ejercicios, pero los alumnos agachan la cabeza y se miran unos a otros, evitando el contacto con su profesora. India quiere conocer el estado emocional de la clase para detectar posibles problemas, pero se siente frustrada porque sus alumnos no se implican cuando les pregunta.

Para abordar la problemática ilustrada en el ejemplo, se formalizaron cuatro tipos de captura de eventos emocionales (*Emotional Capture Event*, ECE) donde los estudiantes pueden valorar las doce emociones propuestas mediante una escala 6-Likert. Los eventos se pueden crear teniendo en cuenta aspectos cronológicos, actividades o libremente, según el criterio del profesor. Los eventos cronológicos están ligados a momentos de tiempo específicos: una sesión o un período de tiempo determinado por el profesor. Una actividad concreta de la clase puede ser un ejercicio, un informe o un trabajo en grupo. Además, se tiene en cuenta la opción de delimitar el período de tiempo en el que los alumnos pueden completar el cuestionario, así como decidir si la asistencia a clase es obligatoria (en el caso de tratarse de un período de tiempo, se consideraría también un porcentaje de asistencia) para poder realizar el evento. Cada una de las emociones del modelo se caracteriza por un color, una descripción (ej: "He disfrutado en clase.") y un texto de ayuda que sirva al estudiante de apoyo si tiene dudas a la hora de valorar la

emoción (ej: “Me he sentido a gusto y he disfrutado con las actividades realizadas. Cuanto más participo más disfruto del trabajo realizado.”)

La Figura 5-8 muestra el fragmento de las ontologías que representa el modelo de emociones propuesto y los eventos emocionales y la Figura 5-9 las propiedades de definición.

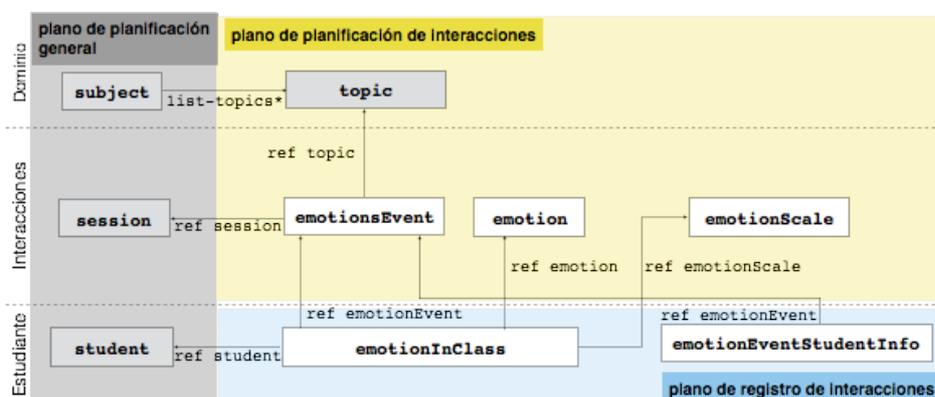


Figura 5-8. Fragmento de las ontologías relacionado con las emociones

emotion	emotionsEvent
name: {ENJOYMENT INTEREST HOPE PRIDE EXCITEMENT CONFIDENCE FRUSTRATION BOREDOM HOPELESSNESS SHAME ANGER ANXIETY} type: {POSITIVE NEGATIVE} color: <varchar(40)> description: <varchar(255)> help: <varchar(255)>	name: <varchar(40)> dateOpen: <date> dateClose: <date> type: {FREE SESSION PERIOD ACTIVITY} session: <ref session> periodIni: <ref session> periodEnd: <ref session> facetoface: <boolean> attendancePercent: <int> exercise: <ref exercise>
emotionScale	emotionsEventStudentInfo
value: {1 2 3 4 5 6} name: {COMPLETELY DISAGREE MOSTLY DISAGREE SLIGHTLY DISAGREE SLIGHTLY AGREE MOSTLY AGREE COMPLETELY AGREE}	student: <ref student> emotionsEvent: <ref emotionEvent> posEmoDescription: <varchar(255)> negEmoDescription: <varchar(255)>
emotionInClass	
emotion: <ref emotion> student: <ref student> emotionsEvent: <ref emotionsEvent> emotionScale: <ref emotionScale>	

Figura 5-9. Propiedades de definición de las emociones

Como se puede observar en la figura, el tema sobre el que trate el evento emocional pertenece a la ontología del dominio (topic), el evento en sí junto a sus definiciones (emotionEvent, emotion y emotionScale) pertenecen a la ontología de las interacciones y finalmente, las interacciones que realizan los alumnos (emotionInClass, emotionEventStudentInfo) pertenecen a la ontología del

estudiante. Los objetos relacionados con la ontología de las interacciones pertenecen al plano de planificación de interacciones, mientras que las interacciones del alumno pertenecen al plano del registro de interacciones.

5.6 Resumen y conclusiones

Son muchos los trabajos que han demostrado que el estado emocional de los alumnos es un factor importante para una experiencia de aprendizaje satisfactoria. Además, la regulación de estas emociones mediante mecanismos de reflexión puede ayudar a los alumnos a superar el fracaso académico. Por este motivo, se ha planteado modelizar las emociones y alertar sobre el estado emocional propio (en caso de los alumnos) y de la clase (en caso de los alumnos y profesores), envolviéndoles en un proceso de reflexión que impacte positivamente en los resultados de aprendizaje.

Para ello, se ha revisado el estado del arte sobre las emociones que los alumnos sienten principalmente en contextos educativos, dando lugar a la propuesta TEAM (*Twelve Emotions in Academia Model*) que se subsume en la ontología de presencialidad de esta tesis CLIM (presentada en el capítulo 4).

Dado el amplio abanico emocional y la complejidad que lleva someter a los alumnos a un proceso interno que les permita proyectar sus emociones a una escala, se ha realizado una validación del modelo, así como de una serie de visualizaciones propuestas para inducir a la reflexión. Los resultados obtenidos en el análisis exploratorio realizado indican que las emociones se pueden medir adecuadamente mediante el cuestionario de emociones (*TEAMQuest*) obtenido a partir del modelo propuesto. Los alumnos confirman que estas emociones influyen en su aprendizaje teniendo además la certeza de que son capaces de medirlas (respondiendo a la pregunta **A**), validando así el modelo propuesto. Este experimento también ha demostrado que las visualizaciones propuestas eran claras y útiles para los alumnos (respondiendo a la pregunta **B**), y además ha permitido recoger sus opiniones para mejorarlas en la futura implementación de *PresenceClick*. Finalmente, aunque es posible que la cuantificación de emociones tenga un impacto en el aprendizaje de los alumnos, queda pendiente responder a esta cuestión con fiabilidad (pregunta **C**).

Este capítulo finalmente presenta la ontología del modelo propuesto (plano de planificación de interacciones) y del proceso de captura de emociones en clase (plano de registro de interacciones). Dicha información puede ayudar a inferir la motivación de los alumnos e incluso las veces que los alumnos realicen los eventos emocionales lanzados por el profesor puede ser un factor para deducir la participación y el nivel de compromiso de los alumnos en la asignatura.

Referencias

- Arroyo, I., Cooper, D. G., Burleson, W., Woolf, B. P., Muldner, K., & Christopherson, R. (2009). Emotion Sensors Go To School. In *Proceedings of the 2009 conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 17–24). IOS Press. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1659450.1659458>
- Baas, M., De Dreu, C. K. W., & Nijstad, B. A. (2008). A meta-analysis of 25 years of mood-creativity research: Hedonic tone, activation, or regulatory focus? *Psychological Bulletin*, 134(6), 779–806. doi:10.1037/a0012815
- Baker, R. S. J. d., D’Mello, S. K., Rodrigo, M. M. T., & Graesser, A. C. (2010). Better to be frustrated than bored: The incidence, persistence, and impact of learners’ cognitive–affective states during interactions with three different computer-based learning environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(4), 223–241. doi:10.1016/j.ijhcs.2009.12.003
- Conati, C., & Gutica, M. (2016). Interaction with an Edu-Game: A Detailed Analysis of Student Emotions and Judges’ Perceptions. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(4), 975–1010. doi:10.1007/s40593-015-0081-9
- D’Mello, S. K., Person, N. K., & Lehman, B. (2009). Antecedent-Consequent Relationships and Cyclical Patterns between Affective States and Problem Solving Outcomes. In *AIED’09* (pp. 57–64).
- Ekman, Friesen, & Hager. (2002). *The facial action coding system* (2en edn.). London: Weidenfeld & Nicolson.
- Ekman, P., & Friesen, W. (1978). *Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement*. Consulting Psychologists Press.
- Elliott, C. (1992). *The affective reasoner: A process model of emotions in a multi-agent system*. Chicago: Northwestern University Institute for the Learning Sciences.
- Ez-Zaouia, M., & Lavoué, E. (2017). EMODA: a tutor oriented multimodal and contextual emotional dashboard. In *Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK 2017)* (pp. 429–438). Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01497669/>
- Fessl, A., Rivera-Pelayo, V., Pammer, V., & Braun, S. (2012). Mood Tracking in Virtual Meetings. In A. Ravenscroft, S. Lindstaedt, C. Kloos, & D. Hernández-Leo (Eds.), *21st Century Learning for 21st Century Skills* (Vol. 7563, pp. 377–382). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-33263-0_30
- Goldspink, C., & Foster, M. (2013). A conceptual model and set of instruments for measuring student engagement in learning. *Cambridge Journal of Education*, 43(3), 291–311. doi:10.1080/0305764X.2013.776513

- Graesser, A., Chipman, P., King, B., McDaniel, B., & D’Mello, S. (2007). Emotions and learning with auto tutor. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 158, 569.
- Hinton, C., Miyamoto, K., & Della-Chiesa, B. (2008). Brain Research, Learning and Emotions: implications for education research, policy and practice. *European Journal of Education*, 43(1), 87–103. doi:10.1111/j.1465-3435.2007.00336.x
- Isen, A., & Reeve, J. (2005). The Influence of Positive Affect on Intrinsic and Extrinsic Motivation: Facilitating Enjoyment of Play, Responsible Work Behavior, and Self-Control. *Motivation and Emotion*, 29(4), 295–323. doi:10.1007/s11031-006-9019-8
- Juslin, P., & Scherer, K. (2005). Vocal expression of affect. *The New Handbook of Methods in Nonverbal Behavior Research*. Retrieved from http://books.google.com/books?hl=en&lr=&ie=UTF-8&id=RTNNfOUI_EIC&oi=fnd&pg=PA65&dq=Vocal+expression+of+affect.+The+new+handbook+of+methods+in+nonverbal+behavior+research,&ots=0MS0sruxh9&sig=X8bzhIUqtSScQl8iTef4ptRxCg
- Lam, H., Bertini, E., Isenberg, P., Plaisant, C., & Carpendale, S. (2012). Empirical Studies in Information Visualization: Seven Scenarios. *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, 18(9), 1520–1536. doi:10.1109/TVCG.2011.279
- Lehman, B., Matthews, M., D’Mello, S., & Person, N. (2008). What are you feeling? Investigating student affective states during expert human tutoring sessions. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 50–59). Springer. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-69132-7_10
- Leony, D., Muñoz-Merino, P. J., Pardo, A., & Kloos, C. D. (2013). Provision of awareness of learners’ emotions through visualizations in a computer interaction-based environment. *Expert Systems with Applications*, 40(13), 5093–5100. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2013.03.030>
- Leony, D., Muñoz-Merino, P. J., Ruipérez-Valiente, J. A., Pardo, A., & Kloos, C. D. (2015). Detection and evaluation of emotions in massive open online courses. *Journal of Universal Computer Science*, 21(5), 638–655.
- Ochs, M., & Frasson, C. (2004). Emotionally Intelligent Tutoring Systems (EITS). In V. Barr & Z. Markov (Eds.), *FLAIRS Conference* (pp. 251–256). AAAI Press. Retrieved from <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/flairs/flairs2004.html#OchsF04>
- Ortony, A., Clore, G., & Collins, A. (1990). *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge University Press.
- Pardos, Z. A., Baker, R. S. J. D., San Pedro, M. O. C. Z., Gowda, S. M., & Gowda, S. M. (2013). Affective states and state tests: investigating how affect throughout the school year predicts end of year learning outcomes. In *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 117–124). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2460296.2460320
- Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A. C., Barchfeld, P., & Perry, R. P. (2011). Measuring emotions in students’ learning and performance: The Achievement Emotions

- Questionnaire (AEQ). *Students' Emotions and Academic Engagement*, 36(1), 36–48. doi:10.1016/j.cedpsych.2010.10.002
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic Emotions in Students' Self-Regulated Learning and Achievement: A Program of Qualitative and Quantitative Research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91–105. doi:10.1207/S15326985EP3702_4
- Pessoa, L. (2010). Emergent processes in cognitive-emotional interactions. *Dialogues Clin Neurosci*, 12, 433–448.
- Rienties, B., & Rivers, B. A. (2014, December). Measuring and Understanding Learner Emotions: Evidence and Prospects. *Learning Analytics Review*, no. 1. Retrieved from <http://www.laceproject.eu/learning-analytics-review/measuring-and-understanding-learner-emotions/>
- Rivera-Pelayo, V., Munk, J., Zacharias, V., & Braun, S. (2013). Live interest meter: learning from quantified feedback in mass lectures. In *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 23–27). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2460296.2460302
- Robinson, M. D., & Barrett, L. F. (2010). Belief and Feeling in Self-reports of Emotion: Evidence for Semantic Infusion Based on Self-esteem. *Self and Identity*, 9(1), 87–111. doi:10.1080/15298860902728274
- Russell, J. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 1161–1178.
- Salovey, P., & Mayer, J. . (1990). *Emotional Intelligence* (Baywood Publishing Co., Inc.).
- Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured? *Social Science Information*, 44(4), 695–729. doi:10.1177/0539018405058216

PARTE III

DEL PAPEL AL ESCENARIO

6

***PresenceClick*, monitoriza las sesiones presenciales en pocos clics**

Esta tesis parte de la hipótesis de que es posible mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante el procesamiento de la información obtenida de las interacciones presenciales. Por ello, se planteaba como objetivo principal el proporcionar *mecanismos tecnológicos en las aulas a profesores y estudiantes para registrar y mostrar las actividades que se realizan en las sesiones docentes*.

El sistema *PresenceClick* instancia los modelos CLIM y TEAM descritos en los capítulos anteriores y proporciona a docentes y estudiantes la posibilidad de registrar y visualizar las interacciones identificadas como significativas (*reqTecnológico* y *reqVisual*). Para ello, *PresenceClick* se distribuye entre una plataforma web y una aplicación móvil que facilitan el proceso de obtención y acceso a dicha información de forma fácil, minimizando la sobrecarga de tareas de los implicados y sin entorpecer el ritmo de clase (*reqSimple*). *PresenceClick* permite la captura automática de la asistencia con el fin de facilitar el registro del resto de interacciones (*reqAsistencia*) además de aliviar la carga de trabajo de aquellos profesores que realizaban el seguimiento de la misma. Además, es configurable para que el profesor registre solo aquellas interacciones que considere relevantes para el buen desarrollo de su asignatura (*reqPersonalizable*).

Finalmente, el uso del sistema genera información relevante para detectar cuanto antes el grupo de estudiantes en riesgo de fracaso para intervenir a tiempo (*reqPredicción*).

PresenceClick se ha diseñado y desarrollado incrementalmente basándose en las recomendaciones y procesos de la metodología ágil InterMod (Losada et al., 2013).

La aportación de la tesis en este capítulo es el sistema distribuido y modular *PresenceClick*, que incluye:

* La estructura general de módulos de interacción que se organiza en submódulos: *planificación*, *registro* y *visualización*. Cada submódulo se caracteriza por los espacios del profesor y estudiante. El espacio del profesor cuenta con tres perspectivas en el submódulo de visualización: visión interacción, visión estudiante y visión grupo. El espacio del alumno cuenta la visión de interacción y la del estudiante.

* La aplicación móvil *pClick*, la compone actualmente *qClick* (módulo de preguntas-respuestas) y *xClick* (módulo para el seguimiento de ejercicios).

* El sistema *webClick* está compuesto actualmente por los módulos *AttendanceModule* (control de asistencia), *EmotionsModule* (emociones del grupo), *QuizzesModule* (preguntas-respuestas) y *QuestionsModule* (gestión de dudas en tutorías).

Publicaciones y trabajos:

Los artículos que se presentan incluyen la implementación de la arquitectura general del sistema y de los módulos *AttendanceModule* y *EmotionsModule*. El resto de módulos están todavía sin publicar.

AttendanceModule: Ruiz, S., Urretavizcaya, M., Fernández-Castro, I. (2013). Monitoring F2F interactions through attendance control, in: *Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE*. pp. 226–232. doi:10.1109/FIE.2013.6684822

Arquitectura distribuida: Ruiz, S., Urretavizcaya, M., Fernández-Castro, I., & López-Gil, J.-M. (2015a). Visualizing Students' Performance in the Classroom: Towards Effective F2F Interaction Modelling. In G. Conole, T. Klobučar, C. Rensing, J. Konert, & É. Lavoué (Eds.), *Design for Teaching and Learning in a Networked World* (Vol. 9307, pp. 630–633). Springer International Publishing. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-24258-3_75

EmotionsModule: Ruiz, S., Charleer, S., Urretavizcaya, M., Klerkx, J., Fernández-Castro, I., Duval, E. (2016). Supporting Learning by Considering Emotions: Tracking and Visualization a Case Study, in: *Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge, LAK '16*. ACM, New York, NY, USA, pp. 254–263. doi:10.1145/2883851.2883888

Trabajos Fin de Grado:

* *qClick*: Sistema móvil de Pregunta-Respuesta en el aula. Leire Ozaeta, julio 2014.

* *exerClick*: Gestión de ejercicios en clase. Adrián Núñez, septiembre 2015. Nota: El nombre del módulo fue modificado posteriormente por *xClick*.

Trabajo Fin de Máster:

* *DoubtsModule*: Tecnologías web para la gestión de tutorías. Diseño y Desarrollo. Sahbi Chamkhi, septiembre 2015. Nota: El nombre del módulo ha sido modificado por *QuestionsModule*.

6.1 Introducción

Como respuesta a los objetivos y necesidades descritas en el capítulo 1 se propone una herramienta modular que permita a profesores y estudiantes realizar un seguimiento de las interacciones presenciales sin entorpecer el ritmo de la clase. La hipótesis principal de esta propuesta es que monitorizar las interacciones presenciales puede generar conocimiento que ayude a enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante mecanismos de concienciación y auto-reflexión sobre el progreso de los alumnos y por ende, obtener un reflejo en los resultados. Tal y como ya se mencionó en el capítulo 1, se distinguen tres fases en el seguimiento de las interacciones que son *planificación*, *registro* y *visualización*, y son las que dan pie al diseño general de cada módulo de interacción con tres submódulos especializados (Figura 6-1).

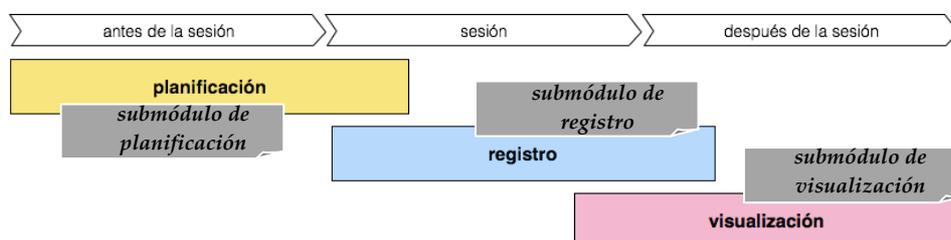


Figura 6-1. Fases en el seguimiento de las interacciones y su implementación en submódulos

El submódulo de *planificación* abarca la fase en la que el profesor diseña las actividades generalmente antes de la sesión. El submódulo de *registro* se activará en la propia sesión de aprendizaje dependiendo de las planificaciones realizadas, aunque algunas de ellas (emociones y dudas para tutorías) se puedan registrar una vez finalizada. Finalmente, el submódulo de *visualización* es el que muestra gráficamente los aspectos destacados según el propósito de cada interacción. Estas visualizaciones se utilizarán preferiblemente después de la sesión para promover los mecanismos de concienciación y auto-reflexión necesarios para mejorar.

Dada la problemática inherente a las características de la herramienta, la diversidad de interacciones a considerar, el conjunto amplio de requisitos, la inclusión tecnológica en el ritmo académico y el equipo de desarrollo limitado, se decidió seguir los pasos de una metodología ágil de desarrollo de software interactivo y centrado en el usuario. Todos los desarrollos de la herramienta se han realizado siguiendo las recomendaciones e indicaciones de la metodología InterMod (presentada en el capítulo 2).

Tal y como señala la metodología en la primera reunión del proyecto, Step 0, se establece las características comunes del sistema que quedan recogidas en el Modelo del Sistema (MS) y Modelo de Usuario (MU), y se seleccionan los Objetivos de Usuario iniciales (UO). El MS ha incluido referencias al tipo de letra, colores, estilos de los botones, tamaños, etc. Además, se han considerado los estilos de las páginas para los submódulos de *planificación, registro y visualización*. Otros aspectos que han afectado a todos los desarrollos son que los módulos se organicen para ser seleccionables en la herramienta general (*reqPersonalizable*). Además, la internacionalización de la herramienta (actualmente en español, euskera, francés e inglés, pero ampliable a nuevos idiomas) y el diseño adaptable a dispositivo “Responsive Design”, son requisitos de todos los módulos. En cuanto al MU, se ha considerado cumplir los requisitos de accesibilidad necesarios para cubrir al mayor número posible de usuarios diferentes. Los UOs iniciales serán los más importantes o necesarios por los usuarios finales, por ejemplo: “*registrar de manera automática (lo más posible) la asistencia en clase, permitiendo su visualización en todo momento a estudiantes y profesores*” (*reqAsistencia*).

Los siguientes pasos de cada iteración se refieren: a los requisitos de la aplicación que se van recogiendo incrementalmente y por ello se actualiza la lista de UOs (step 1.i), la creación y evaluación de los modelos según las necesidades del proyecto estableciendo cuáles hacer (step 2.i) y distribución de actividades entre los grupos de trabajo (step 3.i). *Las diferentes iteraciones han dado lugar a diferentes incrementos en el sistema resultado: módulo de asistencia, módulo de emociones, módulo de pregunta-respuesta, etc.* Así, incrementalmente se han ido incorporando los módulos a *PresenceClick* e incrementalmente se han ido añadiendo funcionalidades y realizando modificaciones según surgían las necesidades de profesores y estudiantes.

La estructura de este capítulo es la siguiente. Primeramente, se presentan las características técnicas (apartado 6.2), y la arquitectura completa (apartado 6.3) de *PresenceClick*. Los siguientes apartados irán mostrando para cada tipo de interacción su descripción modular interna: *Asistencia* (apartado 6.4), *Emociones* (apartado 6.5), *Preguntas-Respuestas* (apartado 6.6), *Ejercicios* (apartado 6.7) y *Dudas (Tutorías)* (apartado 6.8). Debido a la importancia que tiene la información visualizada del Modelo del Grupo, el apartado 6.9, muestra las visualizaciones más destacadas desde la perspectiva de las diferentes interacciones. En el apartado 6.10, se presenta un resumen y las conclusiones del capítulo. Los aspectos referidos a la evaluación e implantación de los módulos se exponen en el capítulo 7.

6.2 Contexto tecnológico de desarrollo

PresenceClick está formado por dos subsistemas distribuidos: una plataforma web (*webClick*) y una aplicación móvil (*pClick*). La tecnología empleada como base en el sistema web *webClick*, se centra en el uso del lenguaje *PHP* mediante el framework *Symfony2*²⁹. *Symfony2* utiliza el patrón modelo–vista–controlador de arquitectura de software (MVC). Este patrón separa los datos y la lógica de negocio de una aplicación de la interfaz de usuario y del módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones. Es decir, por un lado, define componentes para la representación de la información, y por otro lado, para la interacción del usuario. Este patrón de arquitectura de software se basa en las ideas de reutilización de código y la separación de conceptos, características que buscan facilitar la tarea de desarrollo de aplicaciones y su posterior mantenimiento.

El controlador es el responsable de gestionar cada petición realizada a una aplicación *Symfony2*, pero delega la mayor parte del trabajo, de forma que cuando necesita generar código HTML, CSS o cualquier tipo de contenido, envía el trabajo a un motor de plantillas. Una plantilla (*template*) es un fichero de texto que puede generar cualquier tipo de contenido basado en texto (HTML, XML, CSV, etc.) y que en *Symfony2* se gestiona mediante un lenguaje para plantillas llamado *Twig*. Estas plantillas son las encargadas de generar el código HTML de las páginas de la aplicación. En *PresenceClick* se han empleado principalmente 3 plantillas base. Además, *PresenceClick* emplea para sus diversos módulos una serie de librerías como *Bootstrap*³⁰, para que las interfaces tengan un diseño *responsive* adaptado a cada dispositivo, *FontAwesome*³¹ para que el estilo de los iconos sea acorde en toda la aplicación y *Highcharts*³² para generar visualizaciones de alto impacto.

pClick ha sido implementado de forma dual: como una aplicación nativa (*xClick*) y como una aplicación web accesible (*qClick*). La aplicación nativa se ha desarrollado con *Phonegap*³³. La tecnología utilizada para su implementación es equivalente a la de la web, pudiendo hacer aplicaciones dedicadas con HTML, CSS y JavaScript. Con un único código y algunas modificaciones específicas, se obtiene la aplicación para las diferentes plataformas. *Phonegap* permite la compilación a plataformas iOS, Android, Windows Mobile y Blackberry. La tecnología utilizada para la aplicación web accesible también utiliza el enfoque *responsive* mediante *Bootstrap* para su visión

²⁹ <https://symfony.com/what-is-symfony>

³⁰ <http://getbootstrap.com/>

³¹ <http://fontawesome.io>

³² <http://highcharts.com>

³³ <http://phonegap.com/>

adecuada desde ordenadores de sobremesa, tabletas y móviles. Asimismo, se utilizó la misma librería de iconos para conseguir la uniformidad del entorno. La aplicación web permite una validación y verificación más rápida por no necesitar ningún tipo de instalación. Las aplicaciones móviles para su uso e instalación deben haber pasado antes por una fase de validación y verificación más exhaustiva. Esto es especialmente crítico con las aplicaciones iOS, llegando a la conclusión de que es mejor empezar con la aplicación web y una vez validada pasarla a aplicación nativa. Tampoco es desechable la opción de disponer la aplicación dualmente y permitir ambos accesos, a través de web y mediante aplicación móvil.

6.3 Arquitectura general: *webClick* y *pClick*

La arquitectura de *PresenceClick* agrupa cuatro componentes principales: la capa de conocimiento (representada por las ontologías de dominio, interacciones y estudiante, que a su vez incluye los Modelos del Estudiante y del Grupo), el sistema *webClick*, la aplicación móvil *pClick*, y el Dispositivo para el Control de Asistencia (Ruiz et al., 2015a). Además, tal y como hemos mencionado cada módulo de los subsistemas *webClick* y *pClick* tiene una estructura semejante formada a su vez por tres submódulos especializados: submódulo de **planificación**, submódulo de **registro** y submódulo de **visualización**. La Figura 6-3 muestra la arquitectura general del sistema mostrando para cada uno de los módulos de interacciones definidos su cobertura en los submódulos especializados (completa, parcial o nula). Por ejemplo, mientras *qClick* no tiene submódulo de *planificación*, los demás sí lo tienen completo. O, por ejemplo, el submódulo de visualización es parcial en *qClick* mientras que los demás lo tienen completo.

La estructura del submódulo contiene dos espacios diferenciados para profesores (ep) y para estudiantes (ee). Estos espacios se comportan de diferente manera dependiendo del submódulo. La estructura general modular del sistema *PresenceClick* queda recogida gráficamente en la Figura 6-3. El submódulo de planificación (sp) se sitúa principalmente en el espacio del profesor para todos los módulos salvo en el caso de *QuestionsModule* que realizan una planificación compartida. El submódulo de registro (sr) se centra totalmente en el espacio de estudiante para el registro de asistencias y emociones, y parcialmente en el del profesor para el registro de asistencia. Mientras que en las interacciones de preguntas-respuesta y gestión de los ejercicios el registro se distribuye entre los dos espacios. El submódulo de visualización (sv) de los módulos de *webClick*, queda totalmente distribuido en los dos espacios. Para los módulos de *pClick*, no se han desarrollado submódulos de visualización (o son muy limitados) para simplificar el entorno y evitar distracciones. Además, el submódulo de visualización tiene a su

vez tres perspectivas, visión de la interacción (vi), visión del estudiante (ve) y visión del grupo (vg), distribuidas y compartidas entre ambos espacios. El profesor en general tiene acceso a todas las vistas, mientras que el espacio del estudiante incluye la propia de estudiante (ve) y la de interacción (vi), ambas en comparación al grupo. En los siguientes subapartados se irán mostrando las características destacadas de cada módulo de interacción y del estudiante. La visión general de los Modelos de Grupo (vg) se verá en el apartado 6.9.

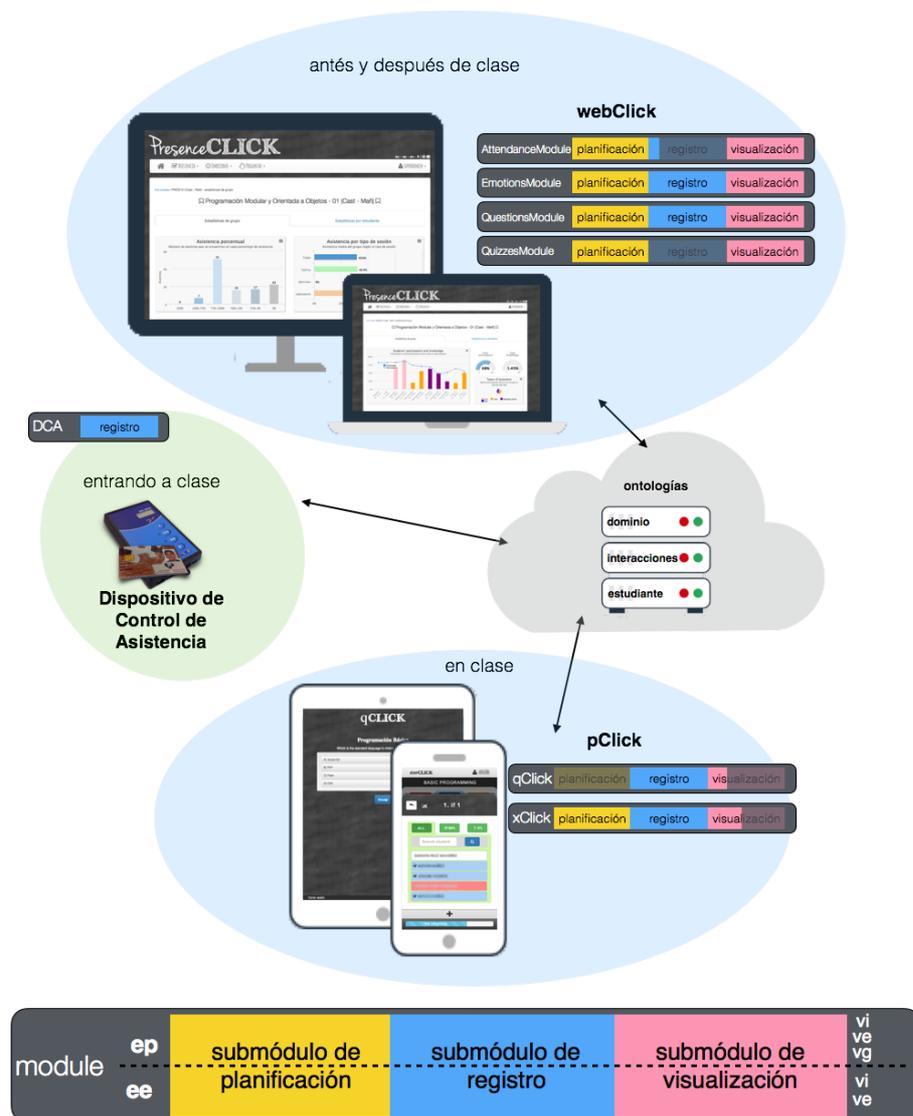


Figura 6-2. Arquitectura general de PresenceClick

El Modelo del Estudiante (ME) y Modelo de Grupo (MG) representados en la ontología del estudiante, incluyen la información del comportamiento por estudiante y por grupo con las interacciones instanciadas de los modelos *CLIM* y *TEAM*, así como del conocimiento adquirido mediante las interacciones. Estos modelos representan el eje principal de todo lo que sucede en el aula almacenando toda la información y siendo la unión entre los subsistemas de *PresenceClick*.

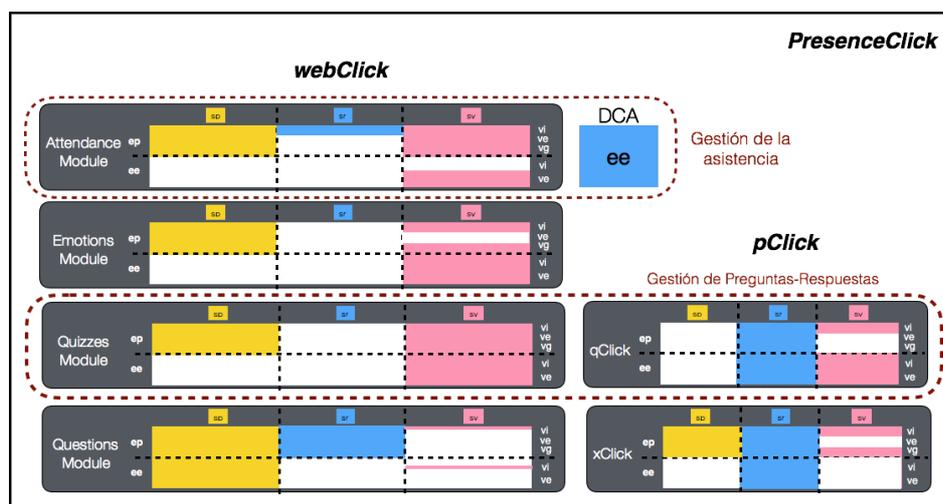


Figura 6-3. Estructura modular de *PresenceClick*

Actualmente *webClick* tiene implementados 4 módulos: *AttendanceModule*, *EmotionsModule*, *QuizzesModule* y *QuestionsModule* (este último en una fase preliminar de desarrollo). El objetivo general del subsistema *webClick* es doble. Por un lado, permitir a los profesores *planificar* las sesiones presenciales. Y por otro, gracias a *visualizaciones* de las interacciones facilitar (a) al profesor la monitorización del progreso de los estudiantes (individualmente y en grupo), y (b) al estudiante el conocimiento de su propio progreso junto con el del grupo. La comparativa de las dos informaciones le ayuda al estudiante a situarse en el grupo. Aunque aquellos módulos de *webClick* relacionados con las interacciones dirigidas por contexto (emociones y dudas) también realizan tareas de *registro* mediante *EmotionsModule* y *QuestionsModule*, ya que no necesariamente se registran en clase y por tanto no es necesario el uso de dispositivos móviles.

pClick permite *registrar* las interacciones que suceden en clase mediante dos módulos: *qClick* para actividades de pregunta-respuesta y *xClick* para gestionar la realización de ejercicios en clase. Como el hecho de registrar las interacciones en clase ya es un reto, se ha diseñado una aplicación simple pero funcional que estimule su uso. El objetivo es minimizar las posibles distracciones de los

estudiantes y simplificar los procesos de registro para acelerar la participación de profesores y estudiantes. La aplicación proporciona en tiempo real al profesor información de lo que está sucediendo en clase. Además, el uso de los dispositivos móviles en clase puede ser motivador para los estudiantes favoreciendo el aprendizaje. Tal y como señala la bibliografía, muchas veces los dispositivos se han usado como herramientas de refuerzo para estimular la motivación y de forma secundaria como una herramienta de contenidos (Sung et al., 2016). Por supuesto, los datos capturados alimentan los modelos ME y MG que están estrechamente unidos a las visualizaciones mostradas por *webClick*. Aunque *pClick* está orientado a la fase de *registro*, cabe destacar que *xClick* incluye los tres submódulos específicos de *planificación*, *registro* y *visualización* debido a que fue diseñada como una aplicación nativa e independiente, aunque también comunicada con las bases de datos de *PresenceClick*.

Finalmente, se proponen los Dispositivo de Control de Asistencia para el registro automático de la asistencia en el aula. El siguiente subapartado detalla las características del dispositivo.

6.3.1 El Dispositivo de Control de Asistencia

La monitorización de la asistencia es posible gracias al Dispositivo de Control de Asistencia por contacto³⁴ (DCA) y las Tarjetas Universitarias (TU). Los DCAs se instalan en las entradas a las aulas y laboratorios donde se quiere controlar la asistencia. Para evitar aglomeraciones en las sesiones con grupos muy numerosos de estudiantes es necesario colocar más de un dispositivo. Además, hay otros DCAs transportables que pueden usarse en aquellos lugares sin instalación fija de DCA. En estos casos, basta con enchufarlos y conectarlos a la red para ponerlos en funcionamiento. Actualmente todas las aulas de nuestros centros, laboratorios y seminarios disponen de enchufes y tomas de red. Las TUs se entregan a los estudiantes cuando se matriculan en la universidad y son necesarias, por ejemplo, para poder tomar prestados libros de la biblioteca o aparcar en los parkings universitarios.

El proceso propuesto consiste en un mecanismo de control por contacto que actualiza en tiempo real la base de datos mediante TCP/IP cuando los estudiantes acercan sus tarjetas universitarias. La principal ventaja de este mecanismo es la fluidez del proceso de registro, sin ningún tipo de esfuerzo añadido para el profesor y prácticamente sin que suponga pérdida alguna de tiempo al estudiante. Aunque se han detectado algunos problemas con la captura de los códigos de las tarjetas universitarias, necesarios para identificar a cada estudiante en las bases de datos,

³⁴ IDC 540, SALTO i-SAI- Software de gestión de accesos <http://www.i-sai.net/es/>

una vez que este mecanismo este asumido por la universidad el problema desaparecerá. La ventaja de este mecanismo frente a otros (Transmisión-Recepción por Infrarrojos- IrDA, Redes inalámbricas- Bluetooth, Radiofrecuencia- RDIF, tecnología móvil inalámbrica de corto alcance- NFC, o códigos de repuesta rápida-QR) es la fiabilidad del flujo de comunicación entre el DCA y la base de datos. La Tabla 6-1 recoge las principales ventajas e inconvenientes del DCA.

Tabla 6-1. Principales ventajas y desventajas del actual DCA seleccionado

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Registro en tiempo real.	Los estudiantes pueden olvidar sus TU.
Fiabilidad en el flujo de comunicación entre el DCA y BD.	Un estudiante puede pasar la TU de otro estudiante.
Prácticamente sin pérdida de tiempo para los estudiantes.	Posibles atascos en grupos numerosos.
Sin esfuerzo añadido para profesores.	Los DCAs son caros.
Alta escalabilidad	

En (Fernández et al., 2013) se muestra una comparación entre diferentes tecnologías para controlar la asistencia. Por un lado, el rango de transmisión de la tecnología inalámbrica (bluetooth) es considerablemente grande, por lo que no necesariamente el emisor y receptor tienen que estar en el mismo sitio. Ello implicaría que los estudiantes sin estar en clase podrían marcar su asistencia. Por otro lado, los códigos QR son fácilmente replicables permitiendo que unos estudiantes firmen por otros que no están en clase. Además, la tecnología IrDA también plantea varios problemas: el número de señales emitidas, la imposibilidad de mostrar a los estudiantes el resultado del proceso de registro o la necesidad de establecer una línea clara entre el emisor y el receptor creando vulnerabilidades de seguridad. Aunque los autores señalan a la NFC como la mejor tecnología para construir el sistema, exige un trabajo previo ya que todos los teléfonos deben ser registrados en el sistema con el fin de establecer su propietario, lo que supone una escalabilidad baja. Finalmente, muchos investigadores han estudiado las ventajas del uso de la tecnología RDIF (Nainan et al., 2013), (Arulogun et al., 2013), (Patel, 2013), (Agrawal & Bansal, 2013) e incluso hay soluciones comerciales como AccuClass³⁵. Sin embargo, este mecanismo requiere proporcionar a cada estudiante un código que debe ser almacenado y relacionado con el estudiante propietario. Este proceso conllevaría un esfuerzo administrativo que tendría que asumir la universidad. Por estas cuestiones, en el momento de poner en marcha el sistema de

³⁵ <http://www.engineerica.com/accuclass>

control de asistencia, se optó por los DCAs, considerando además que la Universidad ya proporciona a los estudiantes las TUs necesarias en el proceso de control de asistencia.

6.4 Gestión de la Asistencia: *Attendance Module*

Como ya se ha mencionado anteriormente, para registrar lo que sucede en clase es necesario conocer en tiempo real qué estudiantes están en clase. Por supuesto, el uso de la tecnología para minimizar el esfuerzo del profesor ha sido un prerrequisito. Especialmente en grupos numerosos anotar uno a uno la asistencia de los alumnos por cada sesión docente, aunque sea con una marca, es una tarea muy costosa. Más costoso todavía es el proceso de traspaso de información a hojas de cálculo, que además no proporcionan ningún tipo de feedback. Tal y como proponen Freeman y Plassmann, el uso de la tecnología para monitorizar la asistencia debe ayudar a los estudiantes a mejorar sus valores de asistencia y el éxito en la asignatura (Freeman & Plassmann, 2015). Asimismo, en (Bowen et al., 2005) también se indica que monitorizar la asistencia es beneficioso tanto para el estudiante como para la universidad.

La propuesta para gestionar la asistencia incluye el DCA junto a las TUs para realizar el *registro*, y el *AttendanceModule* (de *webClick*) para las tareas de *planificación* y *visualización* (Figura 6-4). Aunque en casos especiales, como olvido o pérdida de tarjeta, el profesor también puede realizar el *registro* de asistencia.

La gestión de la asistencia está íntimamente relacionada con la sesión presencial. Es decir, la asistencia sólo puede producirse si hay una sesión docente. Tal y como se mencionó en el capítulo 1, una sesión queda caracterizada por los parámetros de aprendizaje. En particular, los parámetros *qué* (asignatura y grupo), *cuándo* (día y hora), *dónde* (aula o laboratorio concretos) y *quién(es)* (los estudiantes de la asignatura) quedan gestionados desde *AttendanceModule* mediante el conjunto de sesiones que conforma el cuatrimestre lectivo. Actualmente, al inicio de cada cuatrimestre la creación del conjunto de sesiones se realiza por miembros del grupo GaLan con la información del centro sobre el calendario lectivo y los horarios de cada curso que se completa con el tipo de cada sesión. Las sesiones más habituales suelen ser de teoría, laboratorio, ejercicios o evaluaciones, pero se puede proponer otro tipo de sesiones. En el momento en el que se asuma directamente este sistema por la universidad, esta información se alimentará directamente de las bases de datos del centro o de algún servicio web que lo gestione. En cualquier caso, el proceso debe ser lo más transparente posible para el profesor.

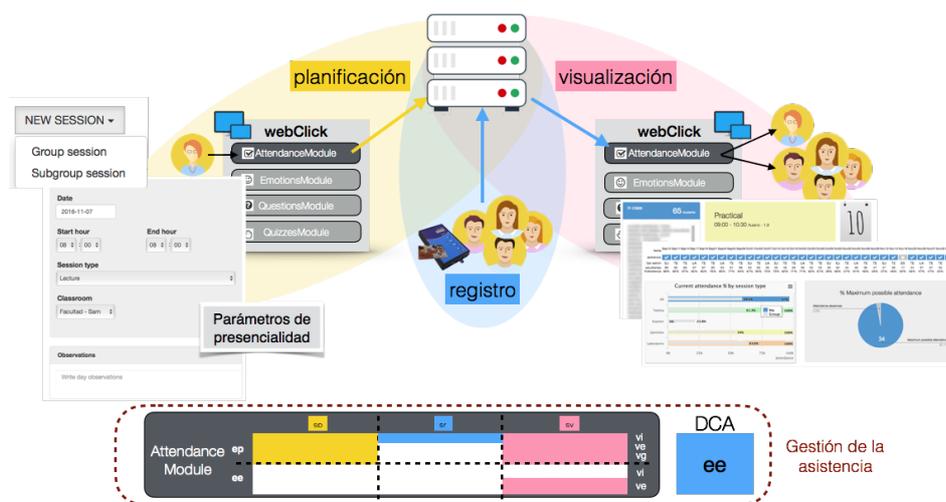


Figura 6-4. Arquitectura para la gestión de la asistencia

6.4.1 Planificación y Registro

Tal y como se ha comentado, la *planificación* de las sesiones es semiautomática y transparente para el profesor. Durante el curso los profesores tienen que revisar la correcta planificación de sesiones y actualizarlas con los cambios que se produzcan en el tipo de sesión, horario o lugar. Pero, además, el profesor puede crear sus propias sesiones docentes para cualquiera de sus asignaturas (parámetros conocidos *qué* y *quién*) durante el curso, estableciendo los parámetros *cuándo* y *dónde*. Debe asegurarse de que dispone de DCA para ese lugar o hacer uso de algún dispositivo transportable. Existe una tipología de grupos propuesta por la universidad en la que participan todos los estudiantes matriculados (*grupo*) y aquellos en los que el grupo completo se divide en otros más pequeños (*subgrupos*). Por ello, se pueden diseñar sesiones para el *grupo* completo o para *subgrupos*. Habitualmente las clases magistrales convocan a todo el grupo, mientras que las sesiones de laboratorio y de ejercicios se enfocan a grupos más pequeños y convoca sólo a subgrupos.

Cada vez que el estudiante pasa su tarjeta por el DCA se *registra* su asistencia en su ME. Se ha establecido un intervalo de tiempo en el que esto se realiza, 15 minutos antes y hasta 30 minutos después del comienzo de la sesión. Este intervalo es configurable dependiendo de los horarios o de los profesores en cada asignatura. En caso de que se pierda la conexión a internet o el servidor esté fuera de servicio, todos los marcajes quedan almacenados en los DCAs, y en cuanto se recupera la conexión los datos se transmiten inmediatamente. Los profesores pueden registrar manualmente, a través de *AttendanceModule*, a aquellos estudiantes que no tengan

su TU, por haberla olvidado, perdido o porque todavía no se la han entregado. Además, puede añadir comentarios o problemas que se hayan detectado en la asistencia.

6.4.2 Visualización

El subsistema *webClick* permite a profesores y estudiantes *visualizar* su asistencia a través de *AttendanceModule* (Figura 6-5). En el espacio del profesor se presentan tres tipos de visualizaciones: la de la iteración que en este caso es la de la asistencia de cada sesión (Figura 6-5 superior), la del estudiante (es equivalente a la de Figura 6-5 inferior) y la general del grupo (se mostrará en el apartado 6.9).

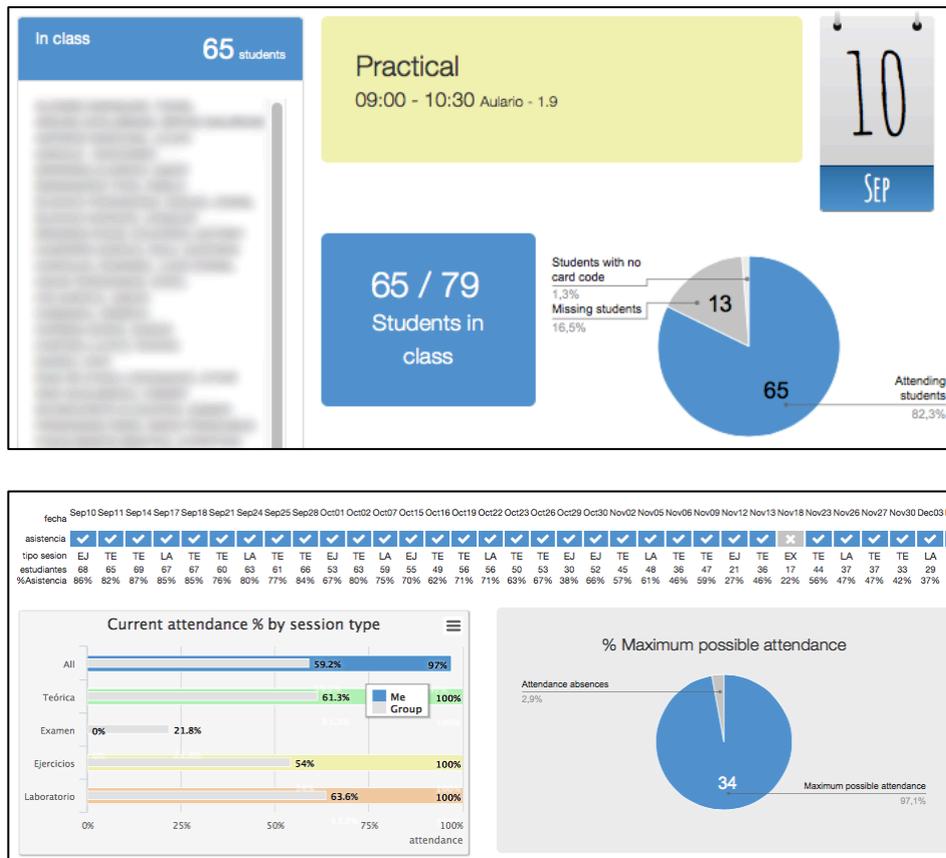


Figura 6-5. Visualización de *AttendanceModule*: espacio profesor visión iteración-asistencia (superior) y espacio estudiante con la visión interacción y la visión estudiante conjunta (inferior).

El profesor en la visión de la sesión, aparte de las características de los parámetros de dicha sesión, tiene la lista de los estudiantes asistentes (incluyendo cuántos alumnos hay), la lista de los ausentes y un sencillo gráfico circular con el número y porcentaje de los asistentes y ausentes. Tal y como se ha presentado en la sección 6.3.1 es difícil evitar la suplantación. Sin embargo, disponer de la lista de asistentes estando en clase permite actuar para minimizarlo, por ejemplo, proyectando la lista en clase y nombrando (y verificando) uno a uno o al azar a los estudiantes asistentes. La captura de otras interacciones en el aula y la no participación sistemática de algunos estudiantes, pueden ser pistas para detectar actuaciones deshonestas.

El estudiante por su parte, tiene una visualización en una única página (Figura 6-5 inferior). La página incluye (1) su asistencia sesión a sesión, (2) su asistencia por tipo de sesión comparada con la del grupo y (3) la máxima asistencia posible en la asignatura si asistiera siempre a partir de la fecha de visualización. La asistencia por sesiones incluye información gráfica para asegurar la accesibilidad (✓ para asistente, ✗ para ausente) y con color (azul- asistente, o gris-ausente). Cuanto más oscuro sea el azul significa que el porcentaje de asistencia es más alto. Esta información se completa con los valores diarios de asistencia del grupo.

6.5 Control de las Emociones: *EmotionsModule*

El propósito de medir las emociones de los estudiantes es doble. Primero, involucrar a los estudiantes en un proceso de autorregulación al ganar conciencia de su propio estado anímico y, en general, sobre el del grupo. Conocer su estado emocional puede ayudar a los estudiantes a incrementar su control y con ello mejorar su progreso en clase. Segundo, hacer participe al profesor de la situación de la clase para detectar problemas y adaptar las sesiones dependiendo del progreso de sus estudiantes.

Como en el resto de interacciones, se ha instanciado el modelo CLIM (en este caso en concreto el modelo TEAM) en *PresenceClick*, mediante las características especiales de la captura del estado emocional del grupo. El capítulo 5 presenta todas las características del modelo TEAM junto con la validación inicial del mismo.

En *PresenceClick* se ha adaptado el aspecto del cuestionario TEAMQuest (presentado en el capítulo 5) a través de emoticonos, diseñados especialmente para este módulo, para motivar a los estudiantes mediante un aspecto más visual. Del estudio realizado, *EmotionsModule* ha incluido en su submódulo de *visualización* aquellas gráficas más comprensibles. A diferencia del estudio previo, los alumnos ya conocían la herramienta *PresenceClick* por el control de asistencia y así no tenían

que acceder a enlaces externos de GoogleDocs como en el caso anterior. Además, la identificación de quien es el usuario que registra sus emociones es directa en *EmotionsModule*, aunque se mantiene el anonimato en la visualización mostrada al profesor por considerarse información sensible.

La Figura 6-6 muestra la arquitectura para la gestión de las emociones, asumiendo toda la responsabilidad *EmotionsModule* (Ruiz et al., 2016): la *planificación* en el espacio del profesor, el *registro* en el espacio del estudiantes y la *visualización* mostrada a estudiantes y docentes.

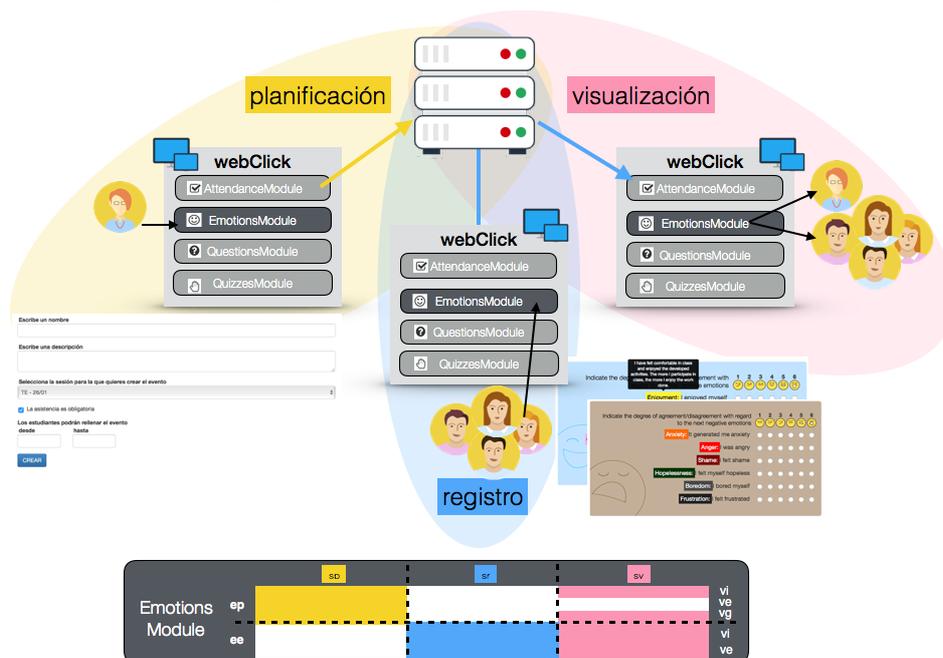


Figura 6-6. Arquitectura para gestión de Emociones centralizada en *webClick*

6.5.1 Planificación y Registro

En el momento de la *planificación* el profesor puede crear eventos para capturar el estado emocional de sus estudiantes relacionándolo con cualquier sesión o actividad. Tal y como se indicó en el capítulo 4 cada evento se relaciona con una sesión, un período de trabajo o una actividad incluida en la *ontología del dominio* de la asignatura en cuestión. Además, cuando se indica un período de tiempo, se puede establecer si se desea que sólo contesten aquellos estudiantes que hayan asistido a clase un determinado porcentaje de sesiones en ese período. También es necesario indicar el período en el que el cuestionario está abierto para que respondan los alumnos, fecha de inicio y fecha de fin.

Una vez que llega la fecha de apertura del cuestionario, *EmotionsModule* permite contestarlo a aquellos estudiantes que cumplan la condición de asistencia a clase, cuando esta sea requerida. Para cada evento, se presenta el cuestionario identificado en el modelo TEAM con una escala 6-Likert (ver Figura 6-7). Igual que en la validación del cuestionario, se utilizan frase de apoyo a cada emoción para ayudar a los estudiantes en su proceso introspectivo de identificación de sus emociones. El proceso de registro de emociones, aunque relacionado con contenidos de aprendizaje o actividades realizadas en clase, pueden contestarse fuera de clase. Probablemente el proceso de reflexión es más adecuado realizarlo fuera del bullicio de la clase y lejos de las miradas ajenas.

Valora las siguientes emociones según tu grado de acuerdo

Me he sentido a gusto y he disfrutado con las actividades realizadas. Cuanto más participo más disfruto del trabajo realizado.

-3 -2 -1 1 2 3

Disfrute: He disfrutado

Esperanza: Me he sentido motivado/a

Orgullo: Me he sentido satisfecho/a con mi trabajo

Confianza: He creído que puedo superarme

Entusiasmo: Me he sentido entusiasmado/a

Interés: Me he sentido muy interesado/a

Valora las siguientes emociones negativas según tu grado de acuerdo/desacuerdo

-3 -2 -1 1 2 3

Ansiedad: Me ha generado ansiedad

Enfado: Me he enfadado

Vergüenza: He sentido vergüenza

Desesperanza: Me he sentido desesperanzado/a

Aburrimiento: Me he aburrido

Frustración: Me he sentido frustrado/a

Figura 6-7. Cuestionario de *EmotionsModule* con los ítems del modelo TEAM

6.5.2 Visualización

La Figura 6-8 presenta la visión del estudiante para un evento concreto (vi) con la escala de emoticonos destacados hasta el seleccionado y con una columna comparativa con el valor medio del grupo expresado con un emoticono. Además, se incluyen dos gráficos de barras comparativos con el valor del estudiante y los valores medios de todas las emociones positivas y otro equivalente con las negativas.



Figura 6-8. Visualización de *EmotionsModule* para un estudiante sobre un evento (vi)

Para tener una visión global de la evolución de las emociones en los diferentes eventos se le presenta a los estudiantes otra página de visualizaciones (Figura 6-9).

CAPÍTULO 6

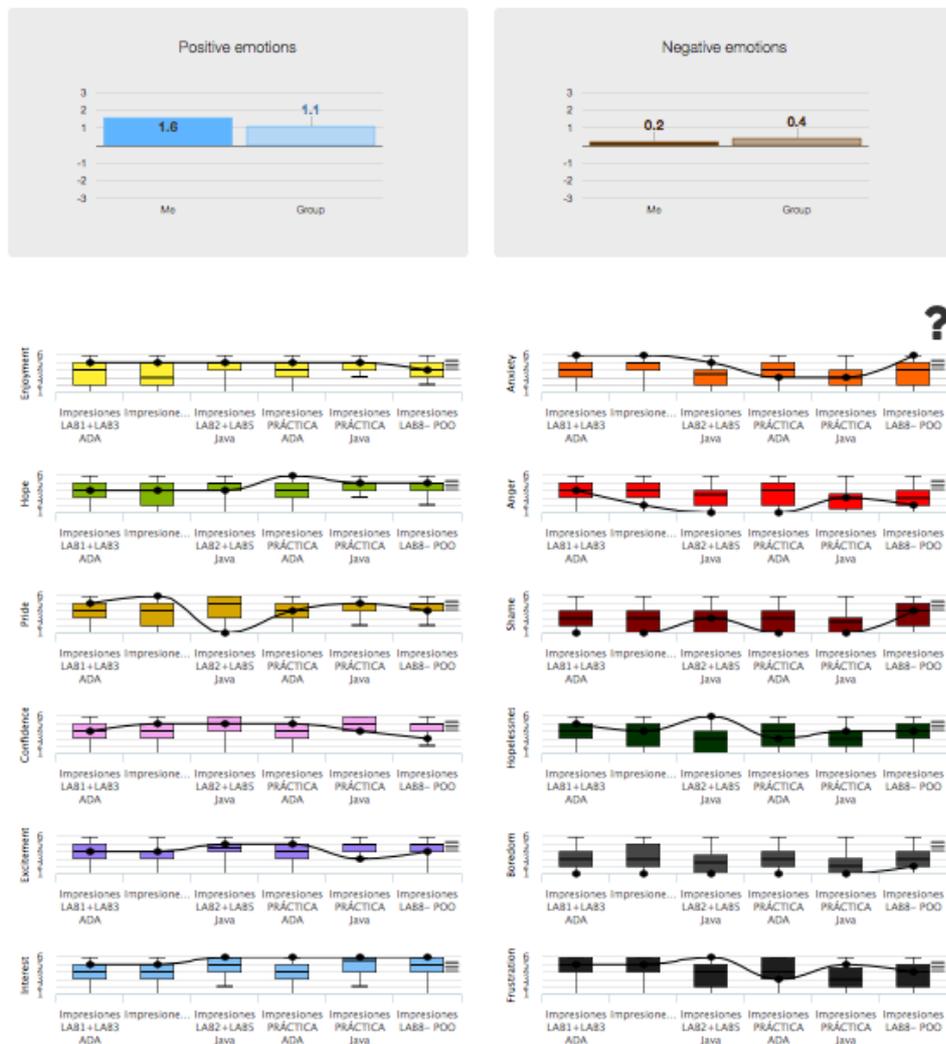


Figura 6-9. Visualización de *EmotionsModule* para revisar la evolución emocional propia en comparación al grupo (ve)

Un conjunto de diagramas de caja y bigotes (boxplot) da información del grupo para los diferentes eventos y emociones del TEAM. Sobre cada diagrama se indica con un punto negro el valor emocional del estudiante, lo que le ayuda a situar su estado con respecto al del grupo. A través de los diagramas, una línea negra une todos los puntos para visibilizar mejor la propia evolución. Tal y como se mostrará en el apartado 6.9, el profesor tiene una visualización equivalente del progreso emocional del grupo de estudiantes. Un gráfico de barras que muestra los valores

medios para todas las positivas y para todas las negativas, completa la información. Finalmente, con el objetivo de detectar estudiantes con problemas de aprendizaje, una última página muestra valores difusos de los alumnos con respecto a su estado emocional positivo, negativo o ambiguo.

De todos los módulos desarrollados este es el único que en el espacio de visualización del profesor no se visualiza el modelo del estudiante. Se entiende que la información que se incluye es sensible al estudiante y sólo será él quien lo pueda ver individualmente. Por ello solo pueden acceder a una vista de la interacción, es decir el evento emocional, en el que obtienen una visualización similar a la de la Figura 6-8 pero con valores medios del grupo. La visualización del grupo es similar a la de la Figura 6-9 pero sin la información de un estudiante específico.

6.6 Actividad de Preguntas-Respuestas: *QuizzesModule* y *qClick*

Los profesores utilizan las Preguntas-Respuestas en clase para verificar la comprensión de lo que está explicando o incluso el nivel de atención de los estudiantes. Habitualmente el profesor hace la pregunta en voz alta y los alumnos levantan la mano para contestarla o eligen entre las respuestas propuestas aquella con la que estén de acuerdo. Sin embargo, las respuestas y la información recogida en clase se enmarcan en la propia clase y pocas veces trasciende a la información que el profesor registra, además a menudo se pierde la noción de conocimiento individual entre el conjunto del grupo. Por ello, hemos establecido un proceso que gestione este tipo de actividad, favoreciendo la participación de estudiantes más introvertidos que de otra manera no responden en clase. El objetivo de la gestión de Preguntas-Respuestas es incrementar la atención y motivación de los estudiantes, además de ofrecer mecanismos para almacenar el estado de conocimiento de los estudiantes.

La gestión de Preguntas-Respuestas en *PresenceClick* involucra a *QuizzesModule* (integrado en *webClick*) y *qClick* (integrado en *pClick*). El submódulo de *planificación* sólo está definido en *QuizzesModule* para el espacio del profesor. Los submódulos de registro se implementan en *qClick* en ambos espacios, profesor y estudiante (el sistema web no tiene definido este submódulo). Y finalmente, las visualizaciones quedan especialmente definidas en *QuizzesModule* para los dos espacios, y parcialmente en *qClick* para el espacio del profesor (Figura 6-10).

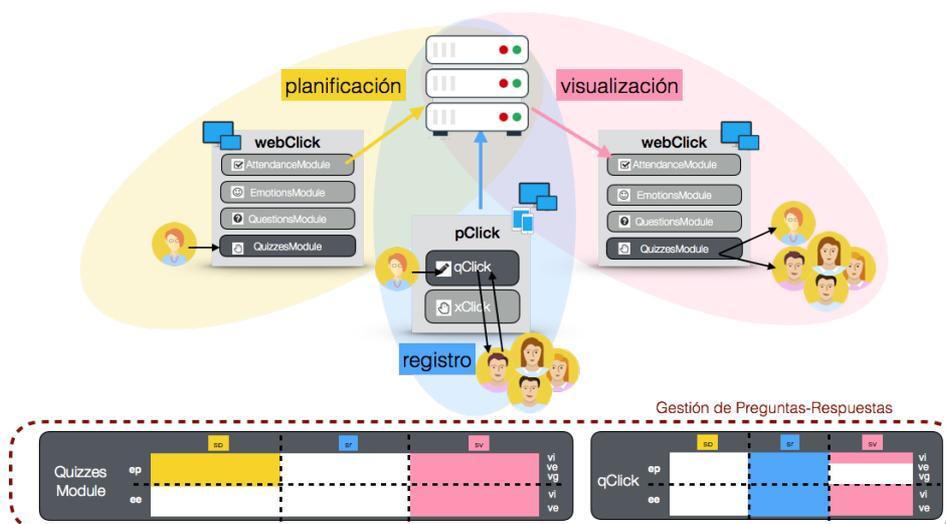


Figura 6-10. Arquitectura para la gestión de Preguntas-Respuestas en PresenceClick

6.6.1 Planificación y registro

Como se ha presentado en el capítulo 4, en la formalización de CLIM se han definido cuatro tipos de preguntas: verdadero/falso, selección múltiple con respuesta única, selección múltiple con respuesta múltiple y encuesta. Las preguntas que no son de tipo encuesta están asociadas al dominio y permitirán establecer el nivel de conocimiento de los alumnos. Para el diseño de las preguntas se ha usado como referencia las características propuestas en varios sistemas, entre ellos, Moodle. Además del enunciado y las respuestas, cada tipo de pregunta requiere una serie de datos para completarlas. Por ejemplo, todas las preguntas se pueden valorar con una nota excepto la encuesta o ninguna tiene restricción para el número de respuestas excepto la de verdadero/falso. Además, es necesario indicar el tiempo que van a tener los estudiantes para contestar la pregunta. Los profesores pueden *planificar* preguntas asociándolas o no a las sesiones en las que quiere lanzarlas. Además, una misma pregunta puede lanzarse en diferentes sesiones, en distintos desdoblados de la misma sesión, o incluso al comienzo y al final de la clase para valorar la comprensión de lo trabajado. Como el lanzamiento de las preguntas-respuestas se realiza en dispositivos pequeños, una buena práctica implica simplificar la redacción. Dado que el profesor puede transmitir in situ más información de palabra, no es tan importante que esté todo claro en las mismas, como que den pistas de lo que quieren expresar.

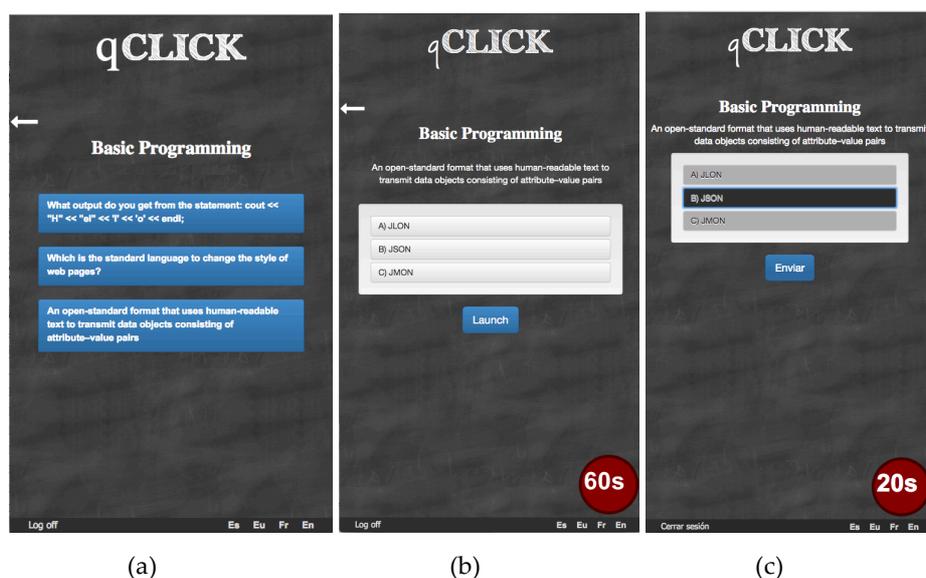
Las preguntas que se planifican para una sesión concreta, son las primeras que muestra *qClick* al profesor en dicha sesión, agilizando el proceso de búsqueda y

lanzamiento. Las preguntas no asociadas a esta sesión (a otras o a ninguna) aparecen todas seguidas en la lista en orden de antigüedad y exige más tiempo de búsqueda. Una vez seleccionada la pregunta, lanzada y finalizado el tiempo de registro, la lista de preguntas asociadas a la sesión se reduce eliminándose la recién lanzada y favoreciendo la selección de la próxima.

La recomendación del número de preguntas a lanzar en una sesión establece que el ritmo debería de ser como mucho de una cada 15-20 minutos. Por lo tanto, en sesiones de hora y media no se deberían lanzar más de 5 preguntas. Demasiada actividad con los móviles podría suponer una distracción excesiva en clase. Además, el objetivo no es evaluar continuamente a los estudiantes sino captar la atención en las sesiones e incentivar su participación e interés por la asignatura.

Una vez en clase, cuando el profesor va a realizar actividades de Pregunta-Respuesta solicita a sus estudiantes que accedan a *qClick*. El sistema reconoce si ese estudiante tiene alguna sesión docente programada y si está en clase. Si al entrar un estudiante no tiene ninguna sesión programada en ese momento y lugar, y/o no ha marcado su asistencia, *qClick* le avisa de que debe actualizar su asistencia para poder acceder a la aplicación. Una vez se dan las condiciones establecidas, *qClick* en su espacio de estudiante queda a la escucha de recibir preguntas lanzadas por el profesor. El profesor establece el momento en el que lanzar la pregunta de la lista de planificadas (estado: planificada, Figura 6-11a). Una vez lanzada una pregunta (estado: activa, Figura 6-11b), el estudiante la recibe en su móvil, marca la opción que considere y envía la respuesta (Figura 6-11c). La pregunta lanzada tiene un reloj de cuenta atrás para indicar el tiempo que queda para poder contestar la pregunta. La respuesta quedará registrada siempre que el estudiante haya enviado la respuesta (pulsando el botón enviar) o si habiendo seleccionado alguna opción se termina el tiempo de envío. En esas circunstancias la respuesta seleccionada es la que se registra, aún sin haberla enviado (estado: finalizada).

Otra buena práctica es que el profesor proyecte desde su ordenador o tableta la pregunta para captar mejor la atención y motivar a los estudiantes. Incluso la pregunta puede mostrarse con anterioridad al lanzamiento para promover el debate. Si durante la clase el profesor deseara lanzar una pregunta no planificada, *QuizzesModule* permite crear rápidamente preguntas sin necesidad de indicar todo el enunciado y detallar todas las opciones de respuesta. Terminada la clase se puede completar la pregunta y sus respuestas.



(a) (b) (c)
Figura 6-11. Proceso de envío de preguntas-respuestas en qClick: (a) El profesor visualiza la lista de preguntas planificadas para elegir una, (b) el profesor envía la pregunta seleccionada y (c) el alumno contesta

6.6.2 Visualización

Una vez finalizado el tiempo de respuesta de una pregunta lanzada (estado de participación: respondida), el profesor recibe las primeras visualizaciones en *qClick*. Las capturas incluidas en la Figura 6-12 muestran tres gráficas diferentes dependiendo del tipo de pregunta lanzada. La pregunta de tipo selección única muestra en una gráfica de barras el número de respuestas recibidas para cada opción, siendo de color verde la opción correcta y rojas las demás (Figura 6-12a). Para asegurar la accesibilidad, esta gráfica se completa (en la parte superior) con información escrita de la pregunta correcta y los porcentajes de respuesta para cada una de las opciones. Este tipo de gráficas favorece una percepción rápida del progreso de la clase. La pregunta de selección múltiple utiliza un gráfico de barras expresando por cada opción una graduación del acierto/fracaso de los estudiantes que lo han elegido. Además, se incluye otra gráfica expresando el nivel de aciertos de los estudiantes: los que aciertan las n opciones correctas, $n-1$, $n-2$, etc. Finalmente, las gráficas de encuesta no asociadas a conocimiento utilizan el color azul en todas las barras de la gráfica, al no existir correctas/erróneas. La Figura 6-12b muestra los resultados de una encuesta de la visión en tableta. Al igual que se propone antes de lanzar la pregunta, otra estrategia de motivación es que el profesor proyecte los resultados para debatirlos con los estudiantes. Es decir, se proponen dos maneras

de motivar a los estudiantes; antes de la pregunta para motivar a la reflexión antes de contestar, o después de lanzarla para debatir sobre las respuestas.

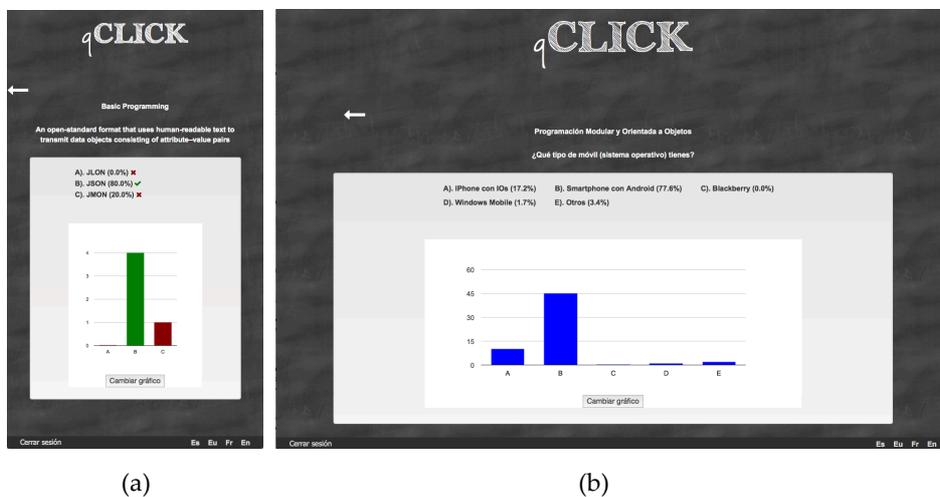


Figura 6-12. Visualización de *qClick* en la visión del profesor: (a) selección múltiple-respuesta única y (b) encuesta.

Las *visualizaciones* completas de las Preguntas-Respuestas las proporciona *QuizzesModule*. La Figura 6-13 muestra diferentes visiones sobre esta actividad: visión de interacción (vi) correspondiente a una pregunta (Figura 6-13, superior) y visión de estudiante (ve) correspondiente al Modelo de Estudiante (Figura 6-13-inferior). vi muestra con gráficas tipo donuts la participación de los asistentes y con gráfico de barras las respuestas dadas (equivalente a la de *qClick*), también se incluye información sobre qué ha respondido cada alumno en concreto. Además, incluye en una gráfica las sesiones en las que se ha planificado esa pregunta y genera una pestaña por cada una de las sesiones en las que se ha lanzado. En el espacio del estudiante la visualización es similar a la de la Figura 6-13-inferior, pero incluyendo además los valores incrustados del grupo (en la misma línea que para la asistencia en la Figura 6-5).

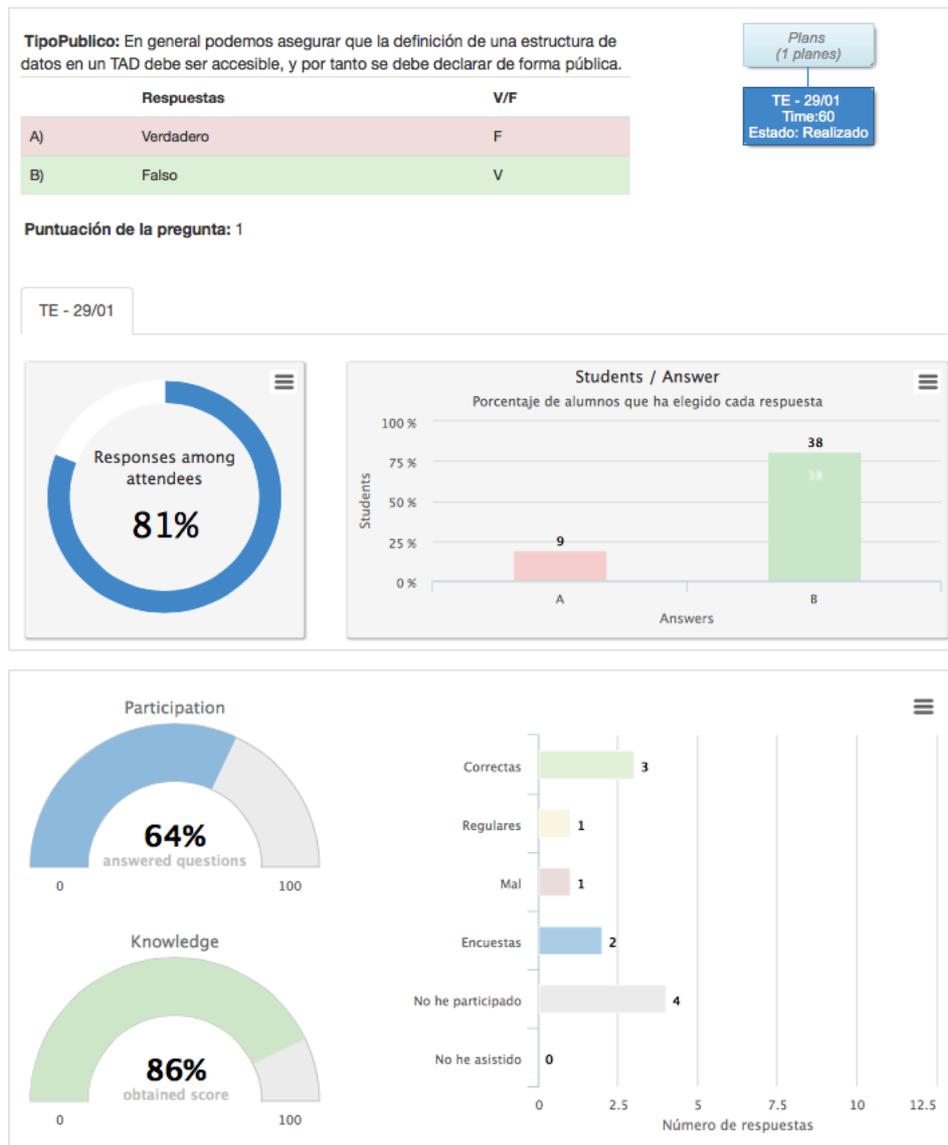


Figura 6-13. Visualizaciones de *QuizzesModule* en el espacio del profesor para una pregunta concreta (superior) y para un alumno concreto (inferior)

6.7 Gestión de Ejercicios: *xClick*

La posibilidad de registrar el progreso durante la realización de ejercicios en clase puede enriquecer el ME con información valiosa como qué y cuántos ejercicios se han resuelto o los problemas ante la resolución de ciertos ejercicios (asociados a conceptos críticos del dominio). La premisa de partida en el diseño del módulo ha sido que *habitualmente los estudiantes disponen de una lista de ejercicios a resolver*. Por esta razón, no es necesario tener que transcribir cada enunciado completo a la herramienta, sino que bastará con indicar qué hoja y que número de ejercicio se quiere realizar, o en qué página del libro está el enunciado. Además, no hay que perder de vista que el tamaño de las pantallas en los móviles no permite extender demasiado las descripciones. Como es difícil establecer a priori el tiempo necesario en la realización del ejercicio(s), no se va a utilizar un temporizador como en la actividad de Preguntas-Respuestas. Para la gestión de los ejercicios será el profesor quién determine los ejercicios a realizar y quién estime el momento de su finalización.

xClick cubre todas las tareas de *planificación*, *registro* y *visualización* en los espacios de profesor y estudiante (Figura 6-14). De igual modo que sucede con las actividades de Pregunta-Respuestas que incluyen los submódulos de *planificación* y *visualización* en *webClick* a través de *QuizzesModule*, en un futuro se implementará *ExercisesModule* con el mismo enfoque. De esta forma, se cubrirá con mayor detalle dichas fases.

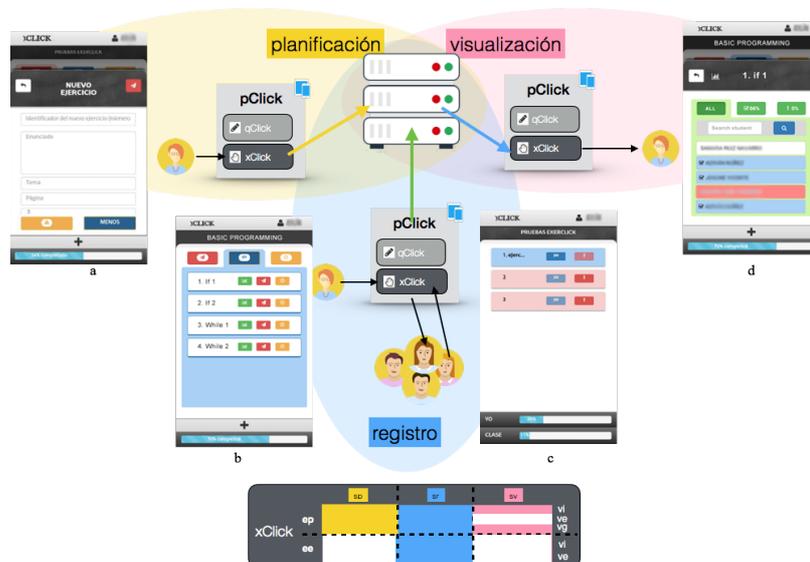


Figura 6-14. Arquitectura *xClick* centralizada en *pClick*

6.7.1 Planificación y registro

Durante la fase de planificación el profesor establece los ejercicios que hay que realizar. Los ejercicios pueden planificarse antes de clase o durante la clase de una manera muy rápida (Figura 6-15a), basta con escribir un identificador significativo del ejercicio. Para crear un ejercicio se debe pulsar el botón con el signo + y rellenar como mínimo el campo identificador. Una vez completada la tarea si estamos en fase de *planificación* se pulsará el botón amarillo con el símbolo de un reloj (abajo izquierda Figura 6-15a) para que se registre como ejercicio planificado (estado: planificado). Si el profesor está en clase y quiere proponer su realización inmediata pulsará el botón rojo que incluye como símbolo un avión de papel (superior derecha Figura 6-15a) (estado: activo). La pantalla del espacio profesor está dividida en tres páginas (Figura 6-15b): ejercicios propuestos (a la izquierda y en rojo con el símbolo avión de papel), ejercicios para los que se ha terminado el tiempo de realización (centro y en color azul con el símbolo de la bandera de meta), y los ejercicios planificados (a la derecha y en naranja con el símbolo del reloj). Cada página incluye la lista de ejercicios en el estado correspondiente. Y cada ejercicio de la lista tiene tres botones: el primero con información estadística de resolución (este botón no tiene sentido en los ejercicios planificados) y los otros dos corresponden a botones para el cambio de estados y se caracterizaran por los colores y símbolos ya mencionados.

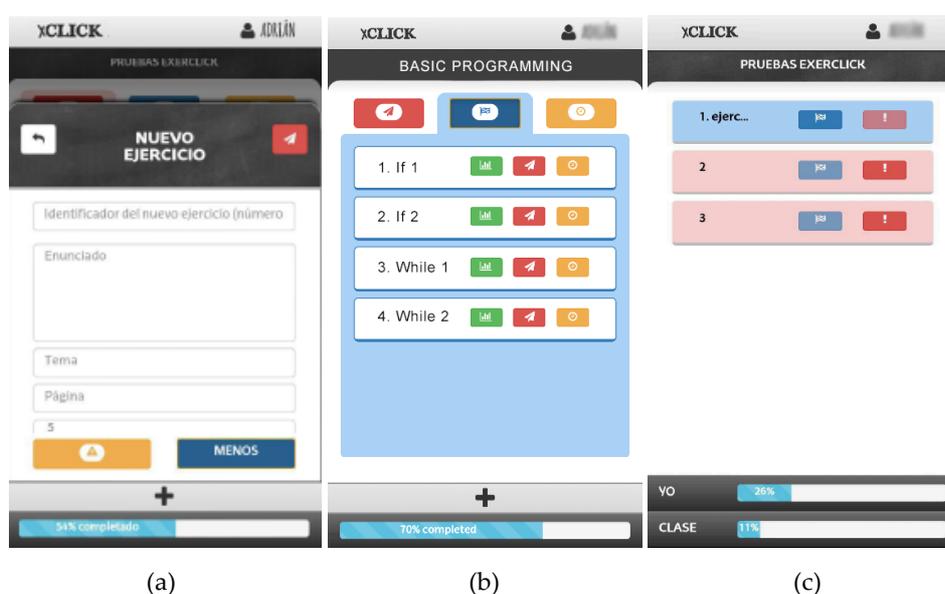


Figura 6-15. Visión xClick espacio profesor (a) diseño ejercicio, (b) ejercicios finalizados y (d) espacio del estudiante con la lista de ejercicios a realizar.

Una vez que comienza la sesión de ejercicios el profesor puede proponer los que quiera con un simple clic, uno por cada ejercicio deseado en la pestaña de planificados (estado: activo). El profesor puede ir cambiando de forma sencilla el estado de los ejercicios: de planificado a activo, de activo a finalizado, e incluso de finalizado a planificado (cuando se ha quedado sin resolver en esa sesión). También dispone de botones en los otros sentidos por si se equivocara. El profesor es quién decide dar por finalizado el ejercicio (cambiando a estado finalizado), bien gracias a la información estadística proporcionada, o porque ya ha pasado demasiado tiempo. Basta con un simple clic para eliminarlo de la lista de ejercicios propuestos (estado: finalizado), incluirse en la lista de los finalizados y eliminarlo también de la lista de ejercicios pendientes del estudiante. Por su parte, el estudiante tiene a su disposición una interfaz muy simple (Figura 6-15c) con la lista de ejercicios propuestos, sobre los que puede indicar si ha empezado a realizarlo (estado: en realización), si lo ha finalizado (estado: finalizado) o si tiene alguna duda (estado: con dudas).

6.7.2 Visualización

Todas las visualizaciones de *xClick* se proporcionan durante la sesión presencial, ofreciendo información actualizada en tiempo real. La visualización en el espacio del estudiante está en la misma pantalla donde el estudiante marca los ejercicios. En esta ocasión son visualizaciones del progreso de resolución propio y del grupo mediante barras de progreso, lo que permite al estudiante situarse con respecto a la media (Figura 6-15c).

Durante la resolución de ejercicios, el profesor recibe en tiempo real información sobre el progreso de todos sus estudiantes asistentes (Figura 6-16) de la misma forma que se menciona en los sistemas “orquestación” (varios sistemas o dispositivos) pero en esta ocasión sin coste añadido debido al uso de los dispositivos personales, móviles o tabletas. Para cada ejercicio en estado activo o finalizado, puede obtenerse: (1) la lista de sus estudiantes y sus estados de realización para dicho ejercicio, (2) la lista de los estudiantes que ya han finalizado el ejercicio y el porcentaje de finalización con respecto a los asistentes, y (3) la lista de estudiantes que reclaman atención junto con el porcentaje de estudiantes en esa situación.

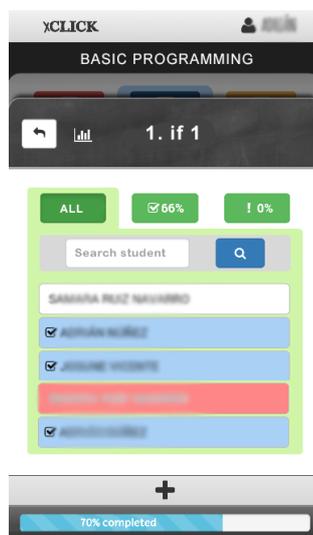


Figura 6-16. Visualización *xClick* espacio del profesor

6.8 Gestión de las Tutorías (dudas): *QuestionsModule*. Primeros pasos

El objetivo general del módulo es favorecer el uso de las tutorías proporcionando una herramienta que ayude a los estudiantes a comprender la utilidad de las mismas, gracias al acceso a todas sus dudas resueltas y a aquellas que se publican de otros. *QuestionsModule* es un módulo que permite establecer una comunicación entre profesor y estudiante para acordar una sesión de tutoría con el fin de resolver dudas y problemas surgidos en el curso. Esta es la única actividad en *PresenceClick* que inicia el estudiante. En esta interacción, las fases de planificación y registro están solapadas. En la estructura del módulo, se ha optado por marcar como *planificación* todo el proceso en el que estudiante y profesor se están comunicando para concretar fecha de la tutoría, aunque en ella el estudiante comienza registrando las características de la duda. Mientras que consideraremos *registro* el momento en el que el profesor completa la tutoría dando una respuesta por escrito a la duda planteada (si es que se realiza). Actualmente el módulo solo cubre funcionalidades elementales para concertar una tutoría.

Tal y como se muestra en la Figura 6-17 la arquitectura inicial propuesta para la gestión de dudas está centralizada en *QuestionsModule* (*webClick*). El estudiante empieza planteando individualmente una duda al profesor describiéndola mediante la relación con algún elemento del dominio, exponiéndola brevemente y

proponiendo fecha y hora (a ser posible considerando las horas de tutorías del profesor). El profesor al entrar en *PresenceClick* visualiza sobre el botón de las tutorías una notificación indicando mediante un número cuántas tutorías le han sido solicitadas. Al acceder al módulo de dudas el profesor puede responder concertando la tutoría para un día y hora concreta y opcionalmente, indicando al estudiante las actividades que debe realizar para prepararse la tutoría (antes de ir a la misma y dar así la mejor ayuda posible). Una vez finalizado el proceso, el sistema notifica al estudiante mediante correo electrónico el día y hora de la tutoría. Si la duda es compartida por un grupo de estudiantes más amplio, será decisión del profesor proponer una tutoría colectiva en un seminario o incluso plantear su resolución en alguna sesión lectiva. En el submódulo de *planificación* se muestra en una simple visualización la lista de las tutorías pendientes de acordar, la lista de las tutorías propias y la lista publicada de otras tutorías.

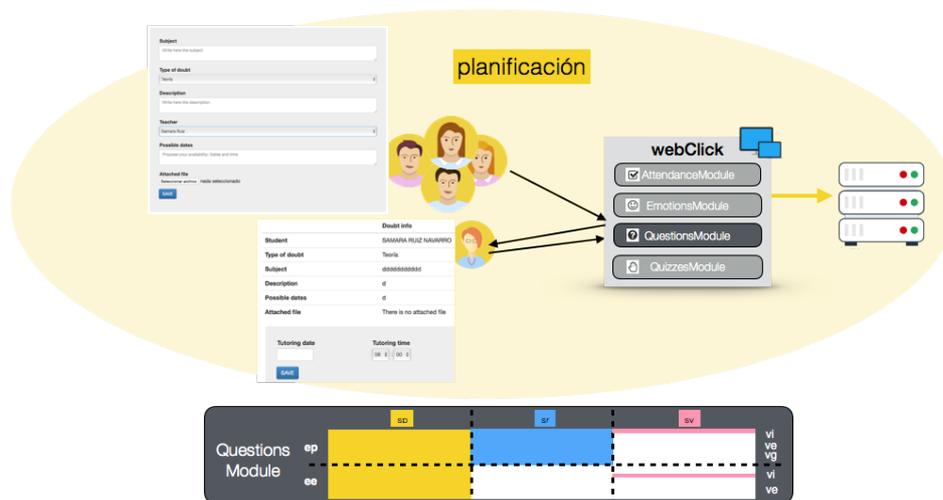


Figura 6-17. Arquitectura inicial de *QuestionsModule*

Las funcionalidades asociadas a los submódulos de registro y visualización están pendientes de implementación en el módulo. Es importante permitir a profesores y estudiantes registrar y visualizar información sobre las sesiones de tutoría incluyendo la posibilidad de registrar la solución o respuesta de la duda o problema planteado. Otras funcionalidades que se han analizado y de momento sólo inicialmente diseñado ha sido “la posibilidad de que el estudiante socialice la duda a todos los estudiantes para que ellos resuelvan la duda o para adherirse a la solicitud de tutoría”, “que el profesor pueda marcar preguntas como interesantes para mostrarlas a todos los estudiantes incluso para cursos posteriores (serían las FAQ)” “por supuesto todas las visualizaciones asociadas a las tutorías solicitadas por cada estudiante, la cantidad de tutorías relativas a algún tema concreto etc.”.

6.9 El Modelo de Grupo en *PresenceClick*

En esta sección se han recopilado las visualizaciones asociadas al MG de cada uno de los tres módulos de *webClick* que lo incorporan (*AttendanceModule*, *EmotionsModule* y *QuizzesModule*) para facilitar la visión de grupo en el sistema. Todas las visualizaciones están diseñadas para ayudar al profesor a realizar un seguimiento del curso asegurando que de un vistazo pueda conocer lo que están haciendo sus estudiantes: si asisten a clase, su participación en las preguntas lanzadas, o conociendo su estado emocional. Además, se proponen dos tipos de visualizaciones de grupo: las generales y las individualizadas.

AttendanceModule

Por un lado, la visión general incluye tres gráficos de barras que representan: la cantidad de estudiantes según su ratio de asistencia, la asistencia por tipo de sesión (teórica, de ejercicios, laboratorios, etc.) y la asistencia en la línea temporal de todas las sesiones del curso (Figura 6-18). Los ratios de asistencia facilitan la visión del comportamiento del estudiante en general, conociendo fácilmente la proporcionalidad de los que asisten más del 80% de las clases o aquellos que apenas asisten (asistencia menos de un 10%). La clasificación por tipo de sesiones permite conocer el interés de los estudiantes por cada tipo de sesión y facilitará la toma de decisiones del profesor para proponer actividades de mejora. Finalmente, la línea temporal, que incorpora las líneas de media y tendencia permite ver en un flash el progreso en la asistencia.

Por otro lado, la visión individualizada se agrupa en una tabla, donde cada fila corresponde a la información de cada estudiante y cada columna a la información de una sesión concreta (Figura 6-19). Cada casilla contiene información de asistencia de un estudiante en una sesión utilizando color e información gráfica para favorecer la accesibilidad ( -asistente o  -ausente). Al principio de cada fila hay dos celdas distintas con valores numéricos que representan la asistencia actual en el curso y la asistencia máxima posible alcanzable al final del curso por alumno. Cuando se ha terminado el curso estos dos datos coinciden (como sucede en la Figura 6-19). La tabla puede ordenarse creciente y decrecientemente por estas dos columnas, por lo que el profesor puede conocer fácilmente los estudiantes que nunca asistieron, los que lo hicieron menos de un determinado porcentaje o aquellos que cumplen el requisito mínimo de asistir de un 80%.

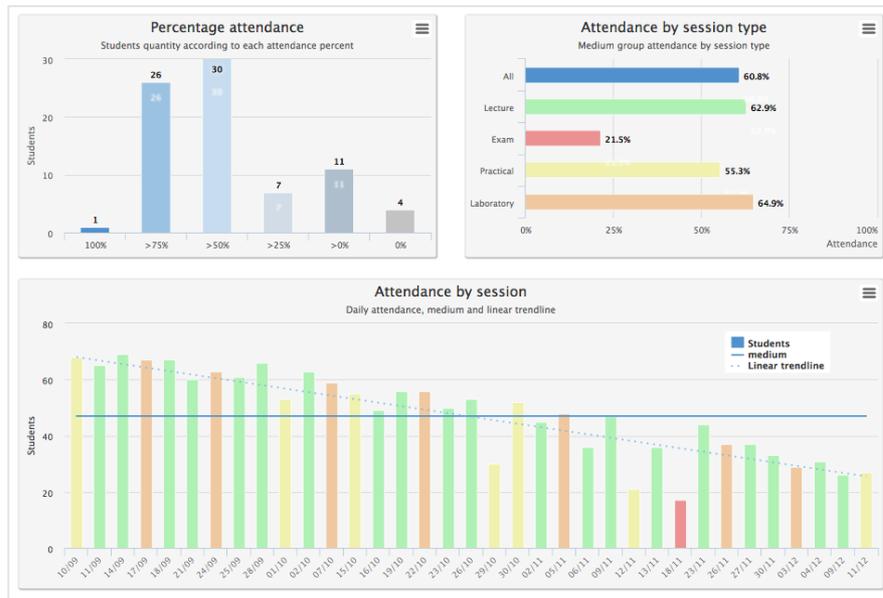


Figura 6-18. Visualizaciones del MG en AttendanceModule, visión general

Statistics by session | Statistics by student

Show 25 entries | Search:

	% Current attendance	% Maximum possible attendance	Statistics by session													
			Jan26	Jan29	Jan30	Feb02	Feb05	Feb06	Feb09	Feb12	Feb13	Feb16	Feb19	Feb20	Feb27	Mar02
	TE	TE	TE	TE	LA	TE	TE	LA	TE	TE	LA	TE	LA	TE	LA	TE
	59	53%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	67	60%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	59	53%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	69	62%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	73	66%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	50	45%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	64	58%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	68	61%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	62	56%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	57	51%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	63	57%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	57	51%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	61	55%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	52	47%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Figura 6-19. Visualizaciones del MG en AttendanceModule, visión individualizada

QuizzesModule

Considerando la visión general del módulo (Figura 6-20, superior) se incluye a la izquierda un gráfico de barras con el porcentaje de participación (línea negra) y las barras indicando el nivel de conocimiento de la clase por cada una de las preguntas de conocimiento lanzadas. Las preguntas tipo encuesta sólo incluirán la información de participación. A la derecha dos semi-donuts muestran la participación y conocimiento general, y una pequeña gráfica circular resume la tipología de preguntas lanzadas. Con estos tres tipos de información el profesor se hace una idea rápida sobre cómo ha funcionado la actividad de Preguntas-Respuestas y el nivel de conocimiento medio en clase durante el curso.

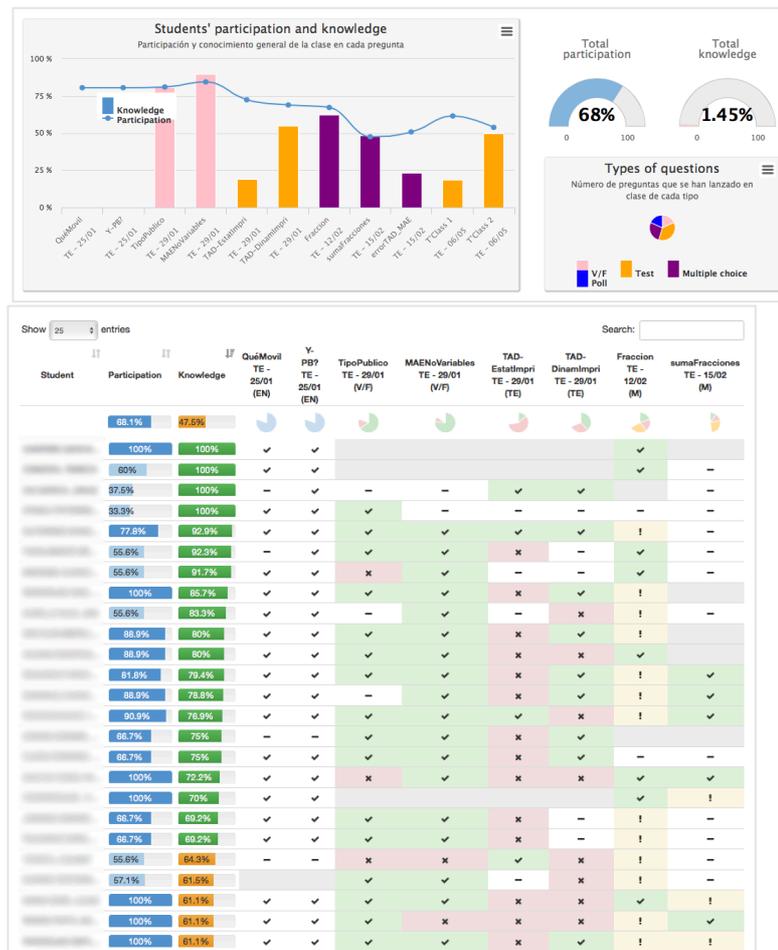


Figura 6-20. Visualización del MG en QuizzesModule: visión general (superior) y visión individualizada (inferior)

La visión individualizada presenta un compendio de toda la información de cada estudiante en una tabla (Figura 6-20, inferior) del estilo de la utilizada en *AttendanceModule*. Cada fila contiene la información de un estudiante y cada columna corresponde a la información de una pregunta lanzada. Igual que antes cada celda tiene información con color y simbólica, para asegurar la accesibilidad. El fondo gris de la celda y sin ningún símbolo, indica que no se ha asistido el día que se lanzó esa pregunta. La celda blanca con un guión expresa que el estudiante asistió pero no respondió, y si es blanca con una ✓ significa que el estudiante participó en una pregunta encuesta. Y cuando el estudiante asiste y responde a preguntas de conocimiento la información de las celdas tiene tres posibles valores: bien, mal o regular (característico de preguntas selección múltiple). Estos valores se representan con verde y un ✓, con rosa y una ✘, y amarillo con un ! respectivamente. Toda esta información permite conocer las características de las preguntas (fáciles en verde o difíciles en rojo, con sus símbolos correspondientes) o por estudiante su comportamiento (si ha dejado de asistir todo en gris y sin ningún símbolo, etc.). También dispone de dos columnas ordenables con información de las medias de participación y conocimiento. Además, tiene una primera fila con información general de todo el grupo sobre participación y conocimiento (excepto para la encuesta, que sería solo participación) mediante pequeñas gráficas circulares.

EmotionsModule

La Figura 6-21 superior muestra la visión general de las emociones utilizando un gráfico de barras para mostrar el balance general entre los estados positivos y negativos del grupo, y el diagrama de caja y bigotes que representa el progreso y variabilidad del estado emocional del grupo. Esta información sirve para ver la tendencia emocional y descubrir actividades o sesiones críticas.

La visión individualizada resume en una tabla el estado emocional de cada estudiante, pero de manera difusa por cuestiones de privacidad (Figura 6-21-inferior). La información mostrada expresa sólo el estado general positivo o negativo en cada evento, pero la información de cada emoción para cada evento y estudiante, no es accesible. Las visualizaciones ayudan al profesor a hacerse una idea de la situación por la que pasan los estudiantes: positivos con colores azules (dos intensidades), neutros con color gris y negativos con colores marrones (dos intensidades). Cuanto más oscuro el azul es más positivo y cuanto más oscuro el marrón más negativo. En esta visualización faltan los símbolos que aseguren la accesibilidad de la información, por ejemplo, muy positivo con ↑↑, positivo con ↑, neutro con —, un poco negativo con ↓, y muy negativo con ↓↓.



Figura 6-21. Visualización del MG en *EmotionsModule*: visión general (superior) y visión individualizada (inferior)

6.10 Resumen y Conclusiones

En este capítulo se ha mostrado el sistema *PresenceClick* que instancia la asistencia (*reqAsistencia*) y las interacciones de las emociones, preguntas-respuestas, gestión de ejercicios y control de tutorías, recogidas en los modelos CLIM y TEAM (*reqInteracción* y *reqFormalización*). Hemos implementado incrementalmente un sistema modular y personalizable (*reqPersonalizable*) distribuido en dos subsistemas: *webClick* y *pClick* (*reqTecnológico*). Cada módulo está asociado con un tipo de interacción y se estructura en tres submódulos de *planificación*, *registro* y *visualización*. Los módulos tienen dos espacios, el del profesor y el del estudiante. En líneas generales, el submódulo de *planificación* está definido en los espacios del profesor y no en el del alumno (salvo en la interacción de control de tutorías). El submódulo de *registro*, queda relegado al espacio del estudiante para las interacciones de emociones y también para la asistencia (aunque el profesor tiene acceso también para poder registrar los alumnos con problemas). Para las interacciones incluidas en los módulos de *pClick*, el submódulo de *registro* está compartido en los espacios del profesor y el estudiante. Y por último las *visualizaciones* se incluyen también en ambos espacios con diferentes enfoques (*reqVisual*). Las visualizaciones se estructuran a su vez en tres posibles perspectivas: la de interacción, la de estudiante y la del grupo. En el espacio de los estudiantes se incluyen la visión interacción y la visión estudiante. Las guías asumidas en el diseño *pClick* exigían la simplicidad del sistema por lo que las funcionalidades de cada módulo se han reducido al máximo, especialmente en el espacio del estudiante (*reqSimple*). Tal y como se verá en el capítulo 8, el uso de la herramienta nos ofrece un histórico de comportamiento de los estudiantes que favorece su comprensión y nos permite establecer modelos de predicción de los resultados de los estudiantes desde etapas muy tempranas del curso (*reqPredicción*). Todos los desarrollos se han basado en las recomendaciones y procesos de la metodología ágil InterMod.

Mostrados los desarrollos de *PresenceClick* se puede afirmar que se ha proporcionado (1) *mecanismos para registrar las actividades que se realiza en las sesiones docentes*, (2) *visualizaciones que incluyen información de las interacciones, estudiantes y del grupo*, (3) *un diseño sencillo que evite las distracciones de los estudiantes especialmente en *qClick** y (4) *una herramienta que permite al profesor ajustar el sistema a sus necesidades de registro*. De los objetivos específicos planteados (5) *permitir a los estudiantes reflexionar para mejorar su propio progreso* y (6) *permitir a los profesores intervenir y adaptar las actividades individualmente o en grupo*, se planteará su cobertura en los capítulos 7 y 8, respectivamente.

Referencias

- Agrawal, A., & Bansal, A. (2013). Online Attendance Management System Using RFID with Object Counter. *International Journal of Information and Computation Technology*, 3(3), 131–138.
- Arulogun, O. T., Olatunbosun, A., Fakolujo, O. A., & Olaniyi, O. M. (2013). RFID-based students attendance management system. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(2), 1–9.
- Bowen, E., Price, T., Lloyd, S., & Thomas, S. (2005). Improving the Quantity and Quality of Attendance Data to Enhance Student Retention. *Journal of Further and Higher Education*, 29(4), 375–385.
- Fernández, M. J. L., Fernández, J. G., Aguilar, S. R., Selvi, B. S., & Crespo, R. G. (2013). Control of attendance applied in higher education through mobile {NFC} technologies. *Expert Systems with Applications*, 40(11), 4478–4489. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2013.01.041>
- Freeman, C., & Plassmann, P. (2015, September 3). Using technology to monitor first year student attendance in their academic studies. Retrieved December 2, 2016, from <http://bejlt.brookes.ac.uk/paper/using-technology-to-monitor-first-year-student-attendance-in-their-academic-studies/>
- Losada, B., Urretavizcaya, M., & Fernández-Castro, I. (2013). A Guide to Agile Development of Interactive Software with a “User Objectives”-driven Methodology. *Sci. Comput. Program.*, 78(11), 2268–2281. doi:10.1016/j.scico.2012.07.022
- Nainan, S., Parekh, R., & Shah, T. (2013). RFID technology based attendance management system. *arXiv Preprint arXiv:1306.5381*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1306.5381>
- Patel, U. A. (2013). Student Management System Based on RFID Technology. *International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science (IJETTCS)*, 2(6), 173–178.
- Ruiz, S., Charleer, S., Urretavizcaya, M., Klerkx, J., Fernández-Castro, I., & Duval, E. (2016). Supporting Learning by Considering Emotions: Tracking and Visualization a Case Study. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge* (pp. 254–263). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2883851.2883888

7

De la implementación al uso: Método de evaluación e implantación

En este capítulo se presenta el método de evaluación e implantación diseñado y su aplicación sobre el sistema desarrollado. *PresenceClick* se ha implantado experimentalmente en la Facultad de Informática de San Sebastián (Universidad del País Vasco) para diferentes asignaturas del Grado en Ingeniería Informática. La evaluación del sistema comenzó con el módulo *AttendanceModule*, que se implementó para su uso en el curso 2011/2012. Posteriormente se ha ido incrementando y evaluando el sistema con otros módulos que se han ido incorporando progresivamente al sistema. En el curso 2016/2017 están activos *AttendanceModule*, *EmotionsModule*, y *QuizzesModule* junto con *qClick*.

Además, se han realizado evaluaciones de usabilidad y revisado la accesibilidad del sistema. Los objetivos específicos planteados para esta tesis incluyen entre otros que mediante las visualizaciones proporcionadas por *PresenceClick* los estudiantes pueden *reflexionar para mejorar su propio progreso*, y que los profesores pueden *adaptar las actividades individualmente o en grupo*. Los resultados obtenidos de las evaluaciones de usabilidad dan respuesta a estos objetivos.

La aportación de la tesis en este capítulo es el propio método de evaluación e implantación iterativo e incremental realizado junto con pruebas finales, desde las pruebas piloto iniciales hasta su integración en el aula considerando aspectos de usabilidad y accesibilidad.

7.1 Introducción

La complejidad de la puesta en marcha de software que implica realizar actividades novedosas en las aulas, requiere un progresivo proceso de evaluación y testeo que asegure su inclusión escalonada en la vida académica habitual. Para conseguirlo es necesario realizar primero un testeo y evaluación progresivos de cada módulo u Objetivos de Usuario (OU) que comenzará desde la verificación del software, pasando por la evaluación en pruebas piloto (pocos usuarios o durante un tiempo reducido), hasta poder implantarlo en el aula y evaluarlo in-situ. Escalonadamente se irán incorporando y evaluando los diferentes módulos sobre los que se realizarán pruebas de usabilidad. En el estándar (“ISO 9241-11:1998,”) se define la usabilidad como la medida con la que un producto se puede usar por usuarios determinados para conseguir objetivos específicos de efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso concreto. Esta definición específica de forma clara que la usabilidad no es una propiedad unidimensional, sino una combinación de factores. Este estándar también recomienda un enfoque basado en procesos para evaluar la usabilidad, a través del Diseño Centrado en el Usuario (DCU). Además, es fundamental considerar los aspectos de accesibilidad del sistema desarrollado desde el principio. La accesibilidad web implica la superación de todas las discapacidades que puedan limitar el acceso a Internet, es decir, que personas con discapacidades puedan emplear la Web sin restricciones. Uno de los principios básicos de la accesibilidad web es el diseño de software y sitios web de forma lo suficientemente flexible para cumplir con las necesidades, preferencias y circunstancias de los diferentes usuarios. La Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI) fue creada para proporcionar técnicas específicas que mejoren la accesibilidad de los sitios web. En este sentido, la WAI ha desarrollado las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) como guía para evaluar y asegurar la accesibilidad de su contenido. El estándar actual WCAG 2.0 (Caldwell et al., 2008) también es un estándar ISO/IEC (“ISO/IEC 40500:2012,”).

El resto del capítulo está estructurado como sigue. Primeramente, en la sección 7.2, se introduce el proceso de evaluación general aplicado a los desarrollos de *PresenceClick*. Nos centramos en la sección 7.3 en el método de evaluación e implantación seguido. El método que se presenta corresponde a los estadios finales en el desarrollo del software. En esta sección se muestra además el calendario de evaluación llevado a cabo por cada módulo. Para evitar la sobrecarga en las siguientes secciones, nos centraremos en las evaluaciones de los módulos que han sido incorporados en el entorno real de las aulas. En concreto, en la sección 7.4, revisaremos las evaluaciones finales del módulo *AttendanceModule (webClick+dispositivo)*, en la sección 7.5, presentamos las últimas evaluaciones del módulo *EmotionsModule (webClick)*, y en la sección 7.6 mostramos los aspectos destacados de

los módulos *qClick* y *QuizzesModule*, ya que ambos intervienen en actividades de Preguntas-Respuestas (profesor-estudiantes) en el aula. Se ha hecho un estudio de los registros de uso (*logging*) de los diferentes módulos que queda recogida en la sección 7.7. En la sección 7.8 se explica el método seguido para asegurar la accesibilidad de *PresenceClick* durante el desarrollo del sistema. Finalmente, en la sección 7.9 mostramos algunas conclusiones del proceso llevado a cabo.

7.2 Proceso de evaluación general

En la metodología ágil *InterMod* los procesos de evaluación están integrados y definidos desde el comienzo del proyecto y continúan durante toda la vida del software. Además, es necesario considerar la accesibilidad web como requisito del sistema, dado que disponer de un sistema accesible implica la superación de cualquier discapacidad que pueda limitar su acceso y que las personas con discapacidades lo puedan emplear sin restricciones. Desde el primer estadio, cuando se gestan el *Modelo del Sistema* y *Modelo de Usuarios*, la metodología recomienda técnicas de indagación empleadas en el ámbito de la Interacción Persona Ordenador. Estas se realizan hablando con el usuario, observándolo o dejándolos responder a preguntas verbalmente o por escrito. Los cuestionarios, las entrevistas estructuradas o abiertas, los focus group o la observación de campo (Nielsen & Mack, 1994) son técnicas utilizadas típicamente para ello. Los cuestionarios para usuarios son una herramienta útil para caracterizarlos (Mayhew, 1999). Las reuniones entre expertos y desarrolladores ayudan a completar y enfocar la perspectiva del sistema y usuario. Posteriormente, con la creación de los diferentes modelos asociados a los UO (Objetivos de Usuario, *User Objective*) se incorporan otras técnicas de evaluación. En particular, para los *Modelos de Requisitos* se recomienda trabajar con equipos multidisciplinares en los que intervengan los usuarios finales, los diseñadores y los desarrolladores. De esta forma se consigue desde el principio que el producto se ajuste a las necesidades de usuario y a los requisitos de la aplicación. Las principales técnicas a utilizar son la medida de prestaciones (Dumas & Redish, 1993), pensar en voz alta (Lewis, 1982) y el método del conductor. Por su parte los *Modelos de Presentación* asociados al diseño de las interfaces deben evaluarse con criterios de usabilidad. Por ello se propone emplear métodos de inspección que impliquen a expertos en usabilidad en los procesos de evaluación. La inspección de estándares y las evaluaciones heurísticas son ejemplos de estas técnicas (Nielsen & Mack, 1994). Los criterios de usabilidad que se utilizan proceden en su mayoría de los propuestos en (Nielsen & Molich, 1990) que ayudan a identificar un porcentaje alto de problemas de usabilidad. En estos modelos, también es importante considerar la accesibilidad. Finalmente, los *Modelos de Funcionalidad* que son aquellos que generan resultados software deben ser

evaluados de acuerdo a criterios de calidad de software tales como funcionalidad y usabilidad entre otros. El registro de uso (*logging*) y la medida de las prestaciones, en combinación con el recorrido cognitivo y los escenarios son útiles para estimar la eficiencia y eficacia (Tullis & Albert, 2008). La noción de escenario fue definida por Rosson como “una historia para llevar a cabo una actividad de usuario” (Rosson & Carroll, 2002). En su lugar, *InterMod* define escenarios de UO como historias hipotéticas diseñadas para que el usuario verifique y actúe sobre la interfaz. Además, la comprobación de la satisfacción de usuario final del producto es un aspecto que puede hacerse con cuestionarios. *System Usability Scale* (SUS) (Brooke, 1996) ha sido adoptada como una medida de usabilidad estándar de la experiencia de usuario. Otra propuesta basadas en SUS es el *Post-Study System Usability Questionnaire* (PSSUQ) (Lewis, 2002).

Además de estas consideraciones es importante descubrir en las evaluaciones mecanismos de realimentación que permitan apoyar el proceso iterativo de desarrollo (Rosson & Carroll, 2002). En particular, en los desarrollos educativos se propone además dos tipos de evaluaciones: la Formativa y la Sumativa (Scriven, 1967). La evaluación Formativa se centra en el estudio de usabilidad, que la enfocaremos considerando las recomendaciones de la propia metodología *InterMod*. Por su parte la evaluación Sumativa es la encargada de verificar el impacto en el entorno real de uso y se aplica habitualmente al final de la fase de construcción. En este caso, la evaluación Sumativa se realiza módulo por módulo fusionando las propuestas de la Ingeniería del Software y de la Ingeniería de la Usabilidad expresadas en las recomendaciones de *InterMod* antes mencionadas. La evaluación de entornos de aprendizaje requiere establecer además *qué, quién y cómo* evaluar (Kinshuk et al., 2000). Es decir, *qué* objetivos se quieren evaluar, *quiénes* son los participantes en la evaluación y *cómo* se va a realizar el procedimiento de evaluación.

7.3 Evaluación progresiva de *PresenceClick*

PresenceClick ha sido diseñado e implementado siguiendo la metodología ágil *InterMod* guiada por UOs. *PresenceClick* está formado por dos subsistemas: *webClick* y *pClick*. Los módulos actuales de *webClick* incluidos en las aulas son: *AttendanceModule*, *EmotionsModule* y *QuizzesModule*. Por su parte *pClick* ha incorporado de momento a *qClick*. En esta sección mostraremos el método general de evaluación aplicable en el estadio final de la implementación previo a la implantación. El método propugna la incorporación progresiva de estos módulos en la rutina académica. Para cada módulo se realizan una serie de pruebas en varias fases y cada fase requiere un tratamiento iterativo hasta obtener una propuesta

estable del módulo. Tal y como indica InterMod los equipos del proyecto deben ser multidisciplinares y deben de intervenir desarrolladores, diseñadores, usuarios finales, y a ser posible expertos en usabilidad. En nuestro equipo hemos contado con dos expertos en usabilidad y accesibilidad, un desarrollador durante todo el proyecto y tres más esporádicos (dedicados parcialmente a algún módulo), además de varios diseñadores y evaluadores de apoyo. Por supuesto se ha contado con la participación de profesores y estudiantes durante todo el desarrollo y especialmente en las evaluaciones finales.

7.3.1 Método de Evaluación e Implantación

Además de las evaluaciones señaladas durante el proceso de desarrollo de todos los módulos, proponemos una integración especial de las recomendaciones de *InterMod* y de los desarrollos educativos en los estadios finales de evaluación. La Figura 7-1 muestra dicho enfoque que consta de 3 estadios aplicados (no siempre todos) secuencialmente y donde cada estadio requiere un proceso iterativo de evaluación hasta conseguir la estabilidad de los objetivos marcados en la evaluación. Las pruebas en el primer estadio corresponden a pruebas *formativas*, mientras que el segundo y tercer estadio lo son *sumativas*. Antes de proceder a aplicar esta fase en la evaluación los desarrolladores deben verificar la *corrección* del sistema (su funcionalidad) en los principales navegadores y sistemas operativos simulando los usos de profesores y estudiantes. Para ello deben realizar recorridos exhaustivos por toda la funcionalidad del módulo, especialmente en aquellas partes en las que el desarrollo hace uso de librerías gráficas diferentes. Las pruebas se realizan en paralelo en los diferentes dispositivos y navegadores, para verificar con claridad que las visualizaciones son semejantes.



Figura 7-1. Estadios en el proceso de evaluación antes de la implantación de módulos

El *primer estadio* se centra en la evaluación de *usabilidad* a través de evaluaciones formativas (Mark & Greer, 1993) con *pruebas piloto*. Estas pruebas diseñan un contexto controlado con usuarios no reales (interpretando el papel de alguno de los actores implicados), o en un entorno de uso también simulado o quizás en un entorno real, pero realizando alguna prueba no directamente relacionada con el curso. Además, se realizarán con la mayor variabilidad posible de dispositivos y navegadores. Los objetivos principales son los de usabilidad, entre los que también

se procura filtrar errores de funcionalidad, especialmente los derivados de la incorrecta visualización debida al sistema operativo, tamaño del dispositivo, navegador, etc. Durante la prueba, observamos el comportamiento de un número de evaluadores (alrededor de unos 10) simulando situaciones reales de clase a través de escenarios de UO. Cuando el grupo de usuarios estudiantes/profesores es simulado, lo forman personal docente e investigador del grupo de investigación GaLan donde queda enmarcado el proyecto. Un observador irá recogiendo todas las incidencias que vayan surgiendo, para su posterior estudio, verificación y corrección.

Después, en el *segundo estadio* se hace la primera experimentación durante un *período corto con estudiantes reales y en el entorno real de uso*. Además de aspectos de *usabilidad*, es necesario valorar el *impacto educativo* de la nueva herramienta en la rutina educativa. No se trabaja movidos por escenarios sino que se accede y usa directamente el módulo para verificar primeramente su buen funcionamiento y la corrección de los datos recogidos de cada estudiante, y segundo reflexionar sobre la propia interacción solicitada o las visualizaciones mostradas (dependiendo del módulo este aspecto será más o menos crítico). La mayor o menor duración de la prueba (aunque siempre en período corto) estará ligada a la buena aceptación de la herramienta y su correcta integración. Esta prueba también es fundamental para seguir filtrando posibles errores de visualización derivados de la diversidad de dispositivos en uso. Durante la prueba y posteriormente con las incidencias recogidas, hay que valorar si pasar o no a la siguiente fase previa a la implantación. Esta fase ha sido realizada por profesores involucrados en el proyecto *PresenceClick* ya que conocen con precisión los objetivos de cada uno de los módulos de la herramienta, y así hemos evitado la formación y motivación de profesorado externo al grupo. Además, se incluyen los primeros cuestionarios de usabilidad como herramienta para valorar el impacto y aceptación del módulo.

Finalmente, en el *tercer estadio* y durante todo el período lectivo de la asignatura se estudian todos los parámetros de usabilidad del módulo o módulos pertinentes. Esta última fase se completa con cuestionarios diferenciados para profesores y estudiantes. El cuestionario se compone de tantas partes, como módulos se estén evaluando, y para cada módulo se diseñan un grupo de ítems valorados en una escala Likert conforme a los objetivos de usabilidad requeridos. También se incluyen preguntas abiertas con el objetivo de descubrir sus impresiones y necesidades. Estos cuestionarios se han creado a través de *GoogleDocs* comunicando el enlace, bien enviándolo a través de correo electrónico o bien dejándolo accesible en Moodle. Finalmente, y tal y como señala (Lam et al., 2012) para sistemas muy interactivos (con muchas visualizaciones), hemos estudiado los accesos al sistema (logs). En el caso de *PresenceClick* se ha optado por estudiar los accesos a través de *Google Analytics* (la sección 7.6 presenta un resumen de este estudio), siendo los

accesos al sistema un indicador de la actividad de los usuarios. De esta forma, se podrán conocer las interacciones que éstos realizan para analizar el impacto real en la rutina diaria. Por ejemplo, se podría descubrir qué asignaturas son más activas, a qué módulos se ha accedido con mayor frecuencia o qué visualizaciones suscitan mayor interés en profesores y estudiantes.

Todos los estadios deben repetirse hasta alcanzar la suficiente estabilidad para pasar al siguiente estadio. Este proceso iterativo es especialmente crítico en la última fase antes de su implantación. Sin embargo, cualquier módulo estable ya implantado sigue vivo, y continúa mejorando y adaptándose a las necesidades cambiantes del profesorado y alumnado. Integrado al método de evaluación propuesto se sitúa un método de evaluación de accesibilidad que se presenta en el apartado 7.7.

7.3.2 Calendario de Evaluación e Implantación

El contexto general de los procesos de evaluación e implantación es el mismo para todos los módulos. Son dos los edificios de San Sebastián de la Universidad del País Vasco implicados en el *tercer estadio* de evaluación: la Facultad de Informática (aulas y laboratorios) y el Centro José María Barriola (aulario, sólo aulas). Las asignaturas involucradas son del Grado de Ingeniería Informática siendo los usuarios finales los profesores correspondientes según el encargo docente y el grupo de estudiantes matriculados. Cabe destacar, que el proceso de evaluación del *tercer estadio* ha sido posible, por un lado, gracias al apoyo de las instituciones Universitarias y Académicas: la Facultad de Informática (en particular el Decano, la Vicedecana de Ordenación Académica, y personal de administración y servicios) y la Vicegerencia de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (incluyendo la Vicegerenta, el Jefe del Área de Proyectos y Coordinador de las TIC en Guipúzcoa, y los técnicos). Por otro lado, ha sido imprescindible en todo el proceso la colaboración del grupo de Investigación GaLan, de la empresa SALTO Systems i-SAI (por el apoyo técnico con respecto a los dispositivos de control de asistencia) y por supuesto, de todos los profesores y estudiantes involucrados. Todos participaron y siguen participando de una u otra manera para favorecer el proceso de implantación, minimizando y compartiendo sus costes tanto a nivel económico, de personal o de planificación de recursos académicos, o implicándose en las nuevas actividades docentes y contestando a los cuestionarios.

La Figura 7-2 resume el calendario de evaluación e implantación de los módulos: *AttendanceModule* desde el curso 2011/2012, desde el curso 2013/2014 *EmotionsModule* y *qClick*, y *QuizzesModule* desde el curso 2014/2015. Desde el punto de vista de los cursos en los que se ha producido algún estadio de evaluación, observamos que durante el curso 2011/2012 y 2012/2013 se hicieron las primeras

pruebas con el único módulo implementado, *AttendanceModule* en los estadios uno y dos respectivamente. En el 2013/2014 se evaluaron los módulos: *AttendanceModule* (tercer estadio), *EmotionsModule* (segundo estadio) y *pClick* (primer estadio). Durante el curso 2014/2015 se evaluaron *AttendanceModule* y *EmotionsModule* (tercer estadio), *qClick* (segundo estadio) y *QuizzesModule* (primer y segundo estadio). Finalmente, en el curso 2015/2016 se han evaluado *EmotionsModule*, *qClick* y *QuizzesModule* (tercer estadio). Durante el curso 2016/2017 se sigue con la evaluación de *EmotionsModule*, *qClick* y *QuizzesModule*.



Figura 7-2. Calendarios de evaluación e implantación de *PresenceClick*

7.4 Evaluación de *AttendanceModule*

El objetivo general del módulo es permitir realizar una gestión sencilla de la asistencia de los estudiantes en clase.

Tal y como se comentó en el capítulo 3, por la encuesta realizada, más del 50% de los profesores ya realizaban el control de asistencia en sus aulas y a un 24% más les gustaría realizarlo. Esto es muy habitual en aulas no muy grandes por la facilidad de gestión (entre 15 y 30 estudiantes), sin embargo, en las aulas de cursos como primero con un número de alumnos que ronda el centenar esta tarea es casi imposible. El objetivo final por el que los profesores quieren realizar esta gestión es variado, sin embargo, hay dos que se repiten: (1) ayudarles a ajustar la nota de sus estudiantes al final del curso, y (2) cuando se realiza evaluación continua y existe el requisito de un mínimo de asistencia (habitualmente entre 75-85%), es necesario conocer este dato. En aquellos casos en los que la asistencia es un requisito, la información accesible de la propia asistencia ayudará a los estudiantes a gestionarse. Para conseguir el objetivo general marcado se ha llevado a cabo

durante cuatro cursos un proceso de evaluación iterativa del módulo pasando por varios estadios, tal y como queda recogido en la Tabla 7-1. La tabla resume, salvo en el caso del estadio uno que se explicará con más detalle en la subsección 7.4.1, el número de asignaturas implicadas, profesores, estudiantes, espacios y Dispositivos de Control de Asistencia (DCAs).

Tabla 7-1. Evaluaciones *AttendanceModule*: participantes, espacios y DCAs

	Estadio	Asignaturas	Profesores	Estudiantes	Espacios	Dispositivos
2011/2012	uno	3 pruebas comentadas en la subsección 7.4.1				
2012/2013	dos	1	3	97	3	4
2013/2014	tres	10	12	159	4	5
2014/2015	tres	8	10	213	6	7

En cuanto a las pruebas sumativas del tercer estadio, las del curso 13/14 se planificaron horizontalmente, es decir, para su uso en todas las asignaturas de un mismo curso. (Figura 7-3). Se seleccionó el grupo de castellano de primero que son los más numerosos. En estos casos, los alumnos tenían que utilizar el sistema de control de asistencia en todas las asignaturas en las que estaban matriculados. Por otro lado, la aceptación de todos los profesores a participar en la prueba, ha sido sobretodo un apoyo a las investigaciones del grupo, ya que no en todos los casos tenían necesidad de realizar la gestión de asistencia. En esta prueba se evaluaron además *EmotionsModule* y *qClick*, aunque sólo en una asignatura en cada cuatrimestre.

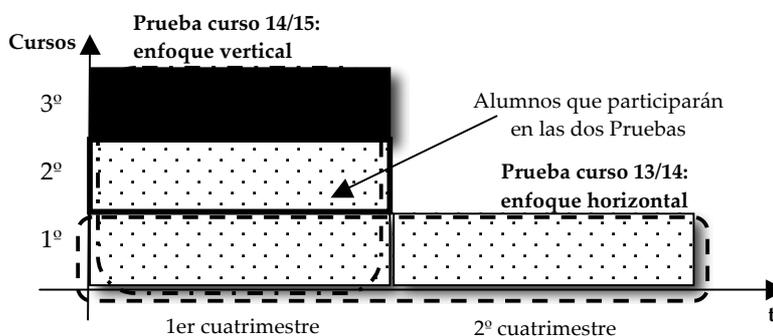


Figura 7-3. Visión de las dos pruebas Sumativas

El enfoque para el curso 14/15 fue el de una planificación vertical en el 1er cuatrimestre con profesores que habitualmente realizaban el control de asistencia de sus estudiantes. Con esta perspectiva se buscaron profesores en todos los

niveles/cursos del grado (1º, 2º, etc.). Deseamos especialmente contar con alguna asignatura de 2º, ya que de esta manera tendremos alumnos que habrán participado en las dos pruebas dos cursos seguidos. Además, la asignatura de Programación Modular y Orientación a Objetos del segundo cuatrimestre también participó en las pruebas. En este curso, se realizaron pruebas de otros módulos, pero en una asignatura en cada cuatrimestre: *EmotionsModule* y *qClick* junto con *QuizzesModule*. La idea es ir incorporándolos progresivamente a lo largo del cuatrimestre, dependiendo del propio progreso de las mismas.

7.4.1 Primer estadio de Evaluación: Entorno Simulado

El propósito fue verificar: (1) el correcto funcionamiento día a día del Dispositivo de Control de Asistencia (DCA) aunque fuera con pocos alumnos (simulados) y (2) la correcta captación de requisitos del módulo, aunque de momento con pocas funcionalidades.

Contexto y Participantes

Se realizaron las pruebas en el laboratorio 312 de la Facultad de Informática (laboratorio de investigación del grupo GaLan) con 9 miembros del equipo. Una miembro del grupo hacía las veces de profesora para poder observar el correcto funcionamiento del módulo y la sincronización de la base de datos con el DCA. El resto simulaban ser estudiantes.

Instrumentos

El grupo dispone de un DCA transportable que lo colocó en el laboratorio conectándolo a la red. Otras pruebas piloto también se llevaron a cabo con el mismo dispositivo. Además, en estas pruebas son necesarias las tarjetas universitarias (TU) que todo miembro de la Universidad (estudiantes, investigadores, profesores y administrativos) tiene. El módulo *AttendanceModule*, tenía sus primeras funcionales verificadas para la perspectiva de profesores.

Procedimiento

Se simuló un curso con calendario lectivo en el que había clases teóricas a las que todos debían asistir y clases prácticas de desdoble. Cada estudiante fue asignado a un desdoble concreto. Todos los días de la semana había alguna sesión de 10:30 a 12 y se extendió durante cuatro semanas consecutivas. Mientras que los lunes, miércoles y jueves participaban todos juntos, los martes había una clase práctica en la que estaban convocados sólo los de un desdoble y los viernes los del otro. Dado que los participantes en la prueba necesitan la TU para entrar en el laboratorio siempre la llevan consigo. Cada día correspondiente a su calendario, pasaban su tarjeta por el dispositivo.

Resultados y Discusión

Se comprobó el correcto funcionamiento del DCA y su actualización en tiempo real en la visión del profesor. No hubo ningún problema. Por su parte se detectaron problemas/mejoras en las funcionalidades de la herramienta y se resolvieron errores de interfaz. Algunas mejoras correspondían con la simplificación del modo de visualizar las sesiones planificadas (el formato de la lista), el tamaño del nombre de la asignatura, la lista de estudiantes aunque ordenada alfabéticamente aparecía primero el nombre y luego los apellidos, (no es formato habitual de las listas de clase), añadir el número total de asistentes, etc. Por su parte, se detectaron algunos errores en las visualizaciones como que los valores cuantitativos de las gráficas no se veían correctamente.

Como resumen indicar que se hicieron varias pruebas formativas complementarias con diferentes objetivos (Tabla 7-2). Todas estas pruebas ayudaron a refinar el módulo y a solucionar la problemática de la implantación del DCA junto con el uso de las TU. En particular la captura de los códigos asociados a las TU que identifica a cada usuario, fue un punto crítico a resolver. Finalmente se hicieron pruebas para verificar el funcionamiento del sistema sin conexión a internet. En estas circunstancias los marcajes quedan registrados en el DCA y en cuanto vuelve la conexión todos los registros se vuelcan en el sistema quedando actualizado. Una falta de conexión implica una actualización retardada de las BD.

Tabla 7-2. Resumen de pruebas Simuladas para el módulo *AttendanceModule*

PRUEBAS	Edificio	Localización	Estud.	Ses.	Objetivo
Grupo GaLan	Facultad de informática	Laboratorio de investigación	8	22	Refinar Requisitos e interfaz <i>PresenceClick</i>
Asignatura Optativa TAIA	Facultad de Informática	Laboratorio docente	8	3	Comprobar compatibilidades de redes docencia/investigación
Curso de "presentaciones en inglés"	Biblioteca y Facultad de Derecho	Salas de cursos	13	8	Comprobar compatibilidades centros Biblioteca /otros centros.

7.4.2 Segundo estadio de Evaluación: Entorno Real

El objetivo fue comprobar compatibilidades y conexiones desde el aulario, pases más numerosos y asistencia con grupos desdoblados.

Contexto y Participantes

En la asignatura de Programación Modular y Orientación a Objetos (primero de carrera del segundo cuatrimestre) estaban matriculados 97 alumnos de los cuales participaron 50 (el resto habían dejado ya de asistir) y una de las profesoras era miembro del grupo de investigación.

Instrumentos

Se han realizado pruebas con el DCA transportable del grupo colocado estratégicamente en los lugares apropiados y con conexión a internet. Las TU de los estudiantes y el módulo mejorado completaban las herramientas en uso.

Procedimiento

La prueba se realizó inicialmente durante 5 sesiones: 3 días de teoría con todo el grupo en el aulario (días 2, 3 y 5) y 2 días de laboratorios (días 1 y 4) en el que los alumnos se desdoblaron en dos subgrupos en horas distintas. Se realizó también una prueba el día del examen (día 6). Como en las ocasiones anteriores los estudiantes debían pasar sus tarjetas por el DCA para realizar su marcaje.

En esta ocasión, y debido al uso reducido de la herramienta, no se diseñó ningún cuestionario, sino que para capturar información de usabilidad se utilizaron técnicas de indagación: hablar directamente con los usuarios, observar directamente su comportamiento y dejándoles responder verbalmente a preguntas.

Resultados y Discusión

En la gráfica de la Figura 7-4 vemos en gris oscuro (zona inferior) el porcentaje de alumnos que tenían tarjeta, en rojo (zona superior) los que no la tenían y en gris claro (zona central) un único alumno que tenía una TU antigua y no servía para marcaje. Como vemos un número muy alto de alumnos llevaban siempre su tarjeta. Incluso el primer día sin estar sobre aviso un 86% de alumnos tenía su tarjeta.

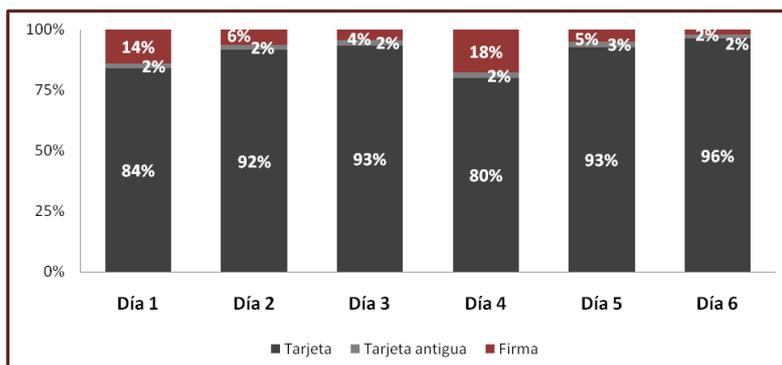


Figura 7-4. Porcentajes de gestión de asistencia por firma o tarjeta

La mayoría de los errores detectados correspondían a problemas con las TU: captura del código para cada estudiante, demoras en las entregas de las tarjetas por parte de la universidad, pérdida, etc. El resto de funcionalidades y actividades del proceso se desarrollaron correctamente y fueron aceptadas con agrado por los estudiantes.

7.4.3 Tercer Estadio de Evaluación: Prueba de Implantación

Como se ha mostrado en el calendario, el tercer estadio de evaluación del módulo *AttendanceModule* se repitió durante dos cursos. Algunos aspectos de la evaluación son comunes, así que para esos casos se presentan conjuntamente.

Los objetivos marcados para cada uno de los cursos son diferentes pero complementarios:

- Curso 2013/2014

El objetivo fue verificar el impacto que el uso del sistema provoca en la vida académica habitual de un curso (nivel): tiempo de registro, proceso de revisión y ventajas/desventajas de su uso.

- Curso 2014/2015

En este curso el objetivo fue doble: (1) verificar que para el grupo de profesores que quieren realizar el control de asistencia el sistema propuesto les ayuda en la gestión y a los alumnos ayuda en su propio control de asistencia, y (2) para verificar la fiabilidad del mecanismo, teniendo varios dispositivos que trabajan al mismo tiempo.

Contexto y Participantes

En el curso 2013/2014 se realizó la primera prueba de implantación. Se quería trabajar a ser posible con el mismo grupo de alumnos para verificar si el uso continuado de la dinámica de control de asistencia era adecuado. Por ello, se pensó realizar una evaluación "horizontal, que aseguraba además que el número de aulas y laboratorio fuera reducido, ya que habitualmente las asignaturas del mismo curso comparten espacios. En el plan de pruebas se decidió trabajar con el primer curso, y tanto el centro como los profesores aceptaron. La propuesta implicó a 10 asignaturas (5 por cuatrimestre) en el que participaron 12 profesores y 159 nuevos estudiantes. El número de alumnos matriculados en cada una de las asignaturas, aunque varía, es muy similar rondando la centena.

En el curso 2014/2015 en el plan vertical de pruebas se involucraron 8 asignaturas de diferentes cursos: 4 de primero, 1 de segundo y 3 de tercero. Estas

asignaturas implicaron a 10 profesores y 213 estudiantes. La selección/aceptación de profesores se realizó procurando minimizar las necesidades de DCAs.

Instrumentos

Gracias a la intervención de la Vicedecana de Ordenación Académica en el curso 2013/2014, se maximizó el uso de aulas (1 grande en el aulario y 1 mediana en la facultad) y laboratorios (2 laboratorios), con lo que se minimizó la necesidad de DCAs. Para las 10 asignaturas, se instalaron 5 DCAs en los 4 espacios docentes (2 en el aula grande para evitar el cuello de botella en el momento de realizar los marcajes). En el curso 2014/2015, fue necesario instalar dos DCAs más; uno en el aulario y otro en otra aula mediana de la facultad. En ambas pruebas, tal y como sucedía con las anteriores, estaban implicadas en el proceso de evaluación las TU de los estudiantes y el módulo mejorado *AttendanceModule*.

Además, se diseñaron cuestionarios para los estudiantes y profesores estructurados con varias partes según las evaluaciones de usabilidad a realizar. Estos cuestionarios constaban de varios ítems a valorar en una escala 6-Likert. El objetivo fue proponer una escala sin opción intermedia para forzar a profesores y alumnos a decidirse por mostrar acuerdo o desacuerdo ante la pregunta que se formula. Los cuestionarios incluían también preguntas abiertas para recoger las opiniones de manera más cercana.

Procedimiento

Para cada asignatura participante en las dos pruebas se incluyó en las bases de datos, las sesiones docentes según la planificación docente establecida por el centro: calendario, horarios y espacios. Además, también se actualizaron los alumnos matriculados en cada una de ellas. La tarea inicial del profesor, es simplemente enviar la lista de sus alumnos a un miembro del grupo GaLan quien se encarga de actualizar directamente la base de datos. En un futuro esta actividad deberá realizarse de manera automatizada a través de la información académica del centro y de la universidad. Una vez iniciado el curso los alumnos tienen que pasar como siempre para cada sesión su TU por el DCA según el horario y aula indicado en la planificación. Durante el curso los profesores podían revisar la información de asistencia a través de *webClick*. Sin embargo, en la primera evaluación sólo el grupo de estudiantes de una asignatura tuvo acceso a sus perfiles a través de información del *AttendanceModule* enviada de manera individualizada mediante *Moodle*. En el segundo cuatrimestre se permitió el acceso de los estudiantes a *AttendanceModule* inicialmente en una asignatura y comprobado que no generaba ningún efecto negativo en la dinámica de las clases se extendió el acceso al resto de asignaturas. Este acceso al módulo se extendió también a todas las asignaturas de la prueba del curso 2014/2015.

Al finalizar cada cuatrimestre se pasó el cuestionario en una asignatura ya que la mayoría de las asignaturas tienen los mismos alumnos. El primer cuatrimestre del curso 2013/2014 se dejó el enlace del cuestionario una vez finalizado el curso y las respuestas al mismo fueron muy escasas. Por ello, en el segundo cuatrimestre se pidió a los alumnos que lo rellenaran durante la última sesión práctica.

Resultados y Discusión

Curso 2013/2014

En esta ocasión el número de respuestas al cuestionario fue muy limitado; 17 y 18 por cada cuatrimestre, aunque el número de estudiantes matriculados en PB (1er. cuatrimestre) era de 128 y de PMOO (2º cuatrimestre) de 143. Con respecto a PB sólo accedieron al sistema 67 por ello sólo solicitamos a esos alumnos que contestaran el cuestionario. De los 67 estudiantes 21 tuvieron una asistencia muy baja durante el curso. Además, el porcentaje de asistencia en el momento de lanzar el cuestionario era del 60% (es decir unos 40 estudiantes). Así que el porcentaje de respuesta fue del 42%. Con PMOO sucedió algo parecido, accedió al módulo sólo 98 alumnos, de los que 23 prácticamente no asistieron nunca a clase. El porcentaje de asistencia era aproximadamente del 45%. Sin embargo, aunque estadísticamente no podemos suponer significativos estos resultados, fueron prometedores. El módulo se valoró muy positivamente, por ejemplo, algunos de los comentarios a las preguntas abiertas fueron: “la información presentada es interesante”, “Este sistema es más adecuado que firmar en una hoja todos los días” y “Me gustaría seguir usando este sistema”.

A los profesores también se les pasó el cuestionario en ambos cuatrimestres. De los 12 profesores que participaron en la prueba sólo 5 respondieron. Además, se hicieron entrevistas personales a los profesores que tenían interés en el control de asistencia. Los que no respondieron fueron profesores que no siguieron el sistema por no necesitar su gestión, y los de los profesores implicados en este proyecto (perteneciente al grupo GaLan). Los profesores respondieron positivamente a la mayoría de las preguntas. Por ejemplo, algunos de los ítems positivos fueron “Pienso que *PresenceClick* es una herramienta muy interesante” y “Usaría *PresenceClick* en el futuro”.

Curso 2014/2015

En esta prueba se pasó también el cuestionario al finalizar los dos cuatrimestres. Durante el primer cuatrimestre de las 7 asignaturas que participaron, sólo se pasó el cuestionario a una de las asignaturas por curso (1º, 2º y 3º) y contestaron 21 estudiantes. A la mayoría de ellos se les lanzó el cuestionario vía *Moodle*. Vista la baja participación del alumnado, en el segundo cuatrimestre se optó por lanzar el cuestionario a los alumnos durante la última sesión práctica, con el objetivo de

incrementarla. En esta ocasión obtuvimos 50 respuestas. La Figura 7-5 muestra a través de un gráfico de barras, los resultados obtenidos para algunas de las cuestiones en la prueba completa. El color rojo (hacia la izquierda con valores del 0 al -100) expresa aquellos estudiantes que valoraron negativamente el ítem, mientras que el verde los positivos (hacia la derecha con valores del 0 al 100). Como se puede observar los resultados son muy satisfactorios, siendo la mayoría de ellos positivos sobre: el uso del DCA, las visualizaciones del *AttendanceModule* y la continuidad del proceso de gestión de la asistencia. Además, se han estudiado y valorado positivamente las mejoras propuestas para el sistema como “Escogería colores más brillantes”, “Me gustaría tener visión del grupo para compararme”, “Algún sistema para verificar si se me ha olvidado pasar la TU” y “Sería interesante tener una app para el móvil”.

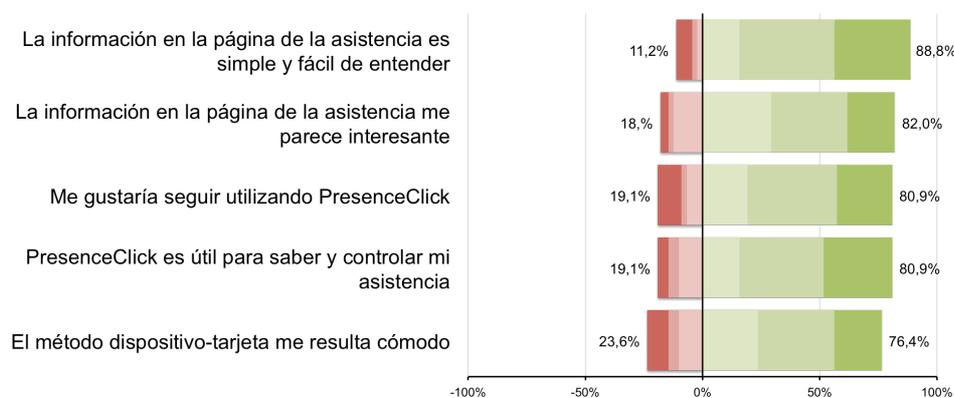


Figura 7-5. Extracto de la satisfacción general (balance positivo/negativo) para *AttendanceModule*

Las nuevas tareas del profesorado con la gestión de asistencia a través de *AttendanceModule* son las de verificar que la planificación de sesiones incluida en el módulo no haya sufrido cambios de horarios y aulas. En su caso, deberá gestionarlo actualizándolo ya que todavía no está integrado en la Universidad y esos cambios no son automáticos. Dado que no todas las clases disponen de DCA, si se cambia de aula o laboratorio, tendría que utilizar alguno transportable del grupo GaLan. Sin embargo, se ahorra tiempo en preparar y pasar las hojas de firmas todos los días en clase y posteriormente registrarlas en algún sistema contable (como por ejemplo Excel). Con el sistema clásico de firmas, hay que preparar las hojas de cálculo y transcribir cada día los asistentes (aunque sea con un clic), por lo que los errores que se pueden cometer son mayores (menor fiabilidad). Si hay una media de 35 sesiones por cuatrimestre y una asistencia media de 50 alumnos (media en primero), con el uso de *AttendanceModule* se ahorra la actualización del documento con 1.750 clics.

Además, los estudiantes gracias a *AttendanceModule*, no necesitan gestionar ellos mismos su asistencia y la información visualizada es la misma que recibe el profesor.

7.4.4 Conclusiones

Como se puede observar en la Figura 7-6 las visualizaciones y funcionalidades de *AttendanceModule* han ido evolucionando gracias a las diferentes evaluaciones realizadas. El aspecto gráfico, y el ámbito y rango de información visualizada se ha ido ajustando a las necesidades y sugerencias de profesores y estudiantes. Inicialmente la información del grupo de estudiantes se mostraba en una única página que incluía la lista de estudiantes con sus respectivas asistencias por día, un gráfico de barras con la asistencia total por cada día y una gráfica circular para mostrar la media de asistencia en el curso. Posteriormente se incluyó más funcionalidad que obligó a proponer dos pestañas para visualizar y acceder a toda la información de una manera más fácil. Se incorporaron nuevas funcionalidades como la visión de asistencia dependiendo del tipo de sesión (magistral, problemas, laboratorios, etc.) y completar la lista de estudiantes con información de asistencia real de cada día. En la última versión hubo cambio de colores y se siguió incorporando más funcionalidad, como permitir la ordenación de la lista de estudiantes por porcentaje de asistencia, visualizar con diferentes colores los diferentes tipos de sesiones que permita localizarlos fácilmente en la gráfica por día, además de incluir tendencias y media en dicha gráfica.



Figura 7-6. Progresiva actualización de las visualizaciones del profesor en 2013/2014 (izquierda), en 2014/2015 (centro) y actuales (derecha)

Además de la buena aceptación del sistema tanto en profesores como en estudiantes, confirmamos la fiabilidad del mecanismo teniendo varios DCAs utilizados al mismo tiempo en diferentes espacios y el mismo mecanismo utilizado

lo intensivamente que la organización académica lo permite. Muchos de los profesores que han participado en las pruebas quieren seguir utilizando el sistema propuesto de gestión de la asistencia. Sin embargo, no lo podemos hacer extensivo a todo el grado, porque ello implicaría un coste de DCAs, de instalaciones y de gestión académica para la que de momento no se dispone de financiación.

Después de la última prueba se ha observado el correcto funcionamiento del sistema: los DCAs y su sincronización con la base de datos de *PresenceClick*, la correcta verificación de los códigos de las TUs y las visualizaciones del *AttendanceModule* tanto para profesores como para alumnos. Por todo ello, se considera que este módulo ha alcanzado el objetivo propuesto y está ya en fase de implantación. En las futuras pruebas no se incluirá en los cuestionarios la evaluación de este módulo. En cualquier caso, el cuestionario siempre incluye una pregunta abierta al final, para que cualquier estudiante o profesor pueda indicar sus apreciaciones o mejoras de cualquiera de los módulos en uso incluidos nuevos requisitos.

7.5 Evaluación de *EmotionsModule*

El objetivo general del módulo es capturar y visualizar de forma sencilla las emociones/sensaciones de los estudiantes en sus procesos de aprendizaje y verificar su aceptación.

Dada la peculiaridad de captación de emociones debido al amplio abanico de posibilidades a la hora de modelar las emociones en el campo de la educación y a la introspección que requiere por parte del alumnado, se realizó una exhaustiva prueba piloto (capítulo 5). Después, se incluyó en *PresenceClick* el módulo para el registro y visualización de emociones. Tras las pruebas de funcionalidad habituales realizadas por el equipo de diseñadores y desarrolladores, y debido a la sencillez gráfica del módulo que implica sólo al subsistema *webClick*, se empezó directamente con pruebas piloto reales. La primera prueba piloto (estadio dos) constaba de un análisis exploratorio con un grupo reducido de alumnos seguida de otras con un grupo de alumnos mayor. La idea era captar desde las primeras evaluaciones formales el sentir de los estudiantes. La Tabla 7-3 resume las evaluaciones realizadas al módulo durante 3 cursos. En las siguientes subsecciones se detalla el *qué, quién* y *cómo* se hicieron las evaluaciones en cada uno de los cursos.

Tabla 7-3. Evaluaciones *EmotionsModule*: participantes y espacios.

	Estadio	Asignaturas	Profesores	Estudiantes	Espacios
2013/2014	dos	1	3	98	3
2014/2015	tres	2	5	192	4
2015/2016	tres	1	3	115	3

7.5.1 Segundo Estadio de Evaluación: Entorno Real

*El objetivo fue comprobar el correcto funcionamiento de *EmotionsModule* y recibir las apreciaciones de los/las estudiantes sobre el módulo.*

Contexto y Participantes

El módulo *EmotionsModule* se evaluó como en otros módulos con la asignatura de Programación Modular y Orientación a Objetos, pero en unas pocas sesiones. En esta ocasión se realizó la primera prueba piloto directamente con estudiantes para valorar si efectivamente era adecuado el planteamiento de la herramienta para ellos. En este curso de los tres profesores encargados de la asignatura dos eran del grupo GaLan y participan directamente en el proyecto. Los alumnos matriculados fueron 98.

Instrumentos

Los Eventos para la Captura de Emociones (ECE) son el instrumento utilizado para que el grupo de estudiantes exprese sus emociones. Para valorar la herramienta se diseñó además un Cuestionario que incluían aspectos de usabilidad (El Anexo D incluye el cuestionario). Este cuestionario estaba formado por tres grupos de preguntas a valorar en una escala 6-Likert. El primer grupo estaba relacionado sobre el acuerdo o desacuerdo en expresar sus emociones, por ejemplo, "Valorar tus emociones me ayuda a ser más positivo en la asignatura y mejora mi aprendizaje". El segundo y tercer grupo estaban relacionados con la usabilidad de las 2 páginas de visualizaciones respectivamente. Además se incluían preguntas abiertas en cada una de las partes para que pudieran expresar libremente sus opiniones.

Procedimiento

El experimento contó con tres capturas mediante ECE realizadas durante un mes. Se crearon tres tipos diferentes de ECE: asociadas a una sesión presencial, a una semana y una independiente de las asistencias. En la primera se solicitó al grupo asistente de estudiantes que rellenaran el ECE al final del laboratorio y respondieron 41 y 48, en cada desdoble. El evento estaba directamente relacionado

con la actividad realizada en el laboratorio. El segundo ECE estaba relacionado con un tema que se impartió en 6 sesiones, y para responder los estudiantes tenían que haber asistido al menos a la mitad de las mismas. En esta ocasión se les solicitó a través de *Moodle* que contestaran al mismo, respondiendo sólo 20 estudiantes. El tercer ECE estaba relacionado con la práctica realizada a lo largo del curso. En esta ocasión la asistencia era opcional. Los estudiantes también fueron llamados a participar a través de *Moodle* respondiendo 41.

Al finalizar el experimento se pasó el cuestionario. La llamada a la participación también se realizó vía *Moodle* y sólo contestaron 18 estudiantes. El hecho de que la solicitud se realizara finalizado el curso seguramente influyó en la baja participación.

Resultados y Discusión

Las visualizaciones mostradas a los estudiantes reflejan su propio estado emocional y el del grupo. Las respuestas de los ECE aunque estadísticamente poco significativas reflejaban que los estudiantes tenían un sentir positivo y en general poco negativo, frente a las actividades y materia del curso. Sin embargo, la frustración iba incrementándose en los eventos hasta llegar a los 4 puntos en la escala 6-Likert de TEAM (modelo definido en el capítulo 5). Este tipo de información sobre el grupo permite al profesor ser consciente del estado emocional general para tomar las decisiones apropiadas y favorecer el aprendizaje de sus alumnos.

Desde la perspectiva del estudiante, cuyo objetivo abordamos en esta evaluación, la Figura 7-7 muestra sus primeras opiniones a través del cuestionario. Los estudiantes indicaban que no tenían la misma opinión de las diferentes representaciones gráficas. Mientras que los emoticonos y los gráficos de barras eran sencillos de interpretar, no sucedía lo mismo con los diagramas de caja y bigotes. Para muchos este gráfico es desconocido, y aunque dos tercios de los estudiantes indicaron que era fácil de entender, creemos que es conveniente explicarlo para evitar que se pierda el interés. En cualquier caso, la herramienta ya tiene una ayuda que lo explica, aunque parece que no acceden a ella. Finalmente, más de la mitad de los estudiantes pensaban que las visualizaciones les ayudaban a reflexionar sobre su propio estado emocional. En conclusión, se considera que la usabilidad del módulo es razonable y que los estudiantes no tienen excesivos problemas en comprender su información. La mayoría está de acuerdo en que la información proporcionada es interesante y les hace reflexionar, dando respuesta a la pregunta **B** anteriormente formulada (**¿Cómo pueden visualizarse las emociones de los alumnos para promover la reflexión?**).

Considerando el impacto que el proceso de captura de las emociones tiene en el aprendizaje de los estudiantes, sólo una tercera parte de los participantes en el

cuestionario indicó que éste les ayuda a ser más positivos en la asignatura o que de alguna manera suponía un impacto en su comportamiento ante la asignatura. Dos terceras partes opinaban que a quién realmente podría ayudar la información era al profesor al ser más consciente del ambiente en clase. A pesar de este pobre resultado en el impacto de la herramienta, y por tanto no poder responder con certeza a la pregunta C formulada (**¿Cuál es el impacto real de monitorizar y visualizar las emociones en clase?**), la mitad de los estudiantes indica que desearía continuar registrando sus emociones. Ello nos hace pensar que es necesario continuar estudiando el impacto en el ambiente de clase y en el individual de cada estudiante, y creemos necesario el diseño de más pruebas de evaluación.

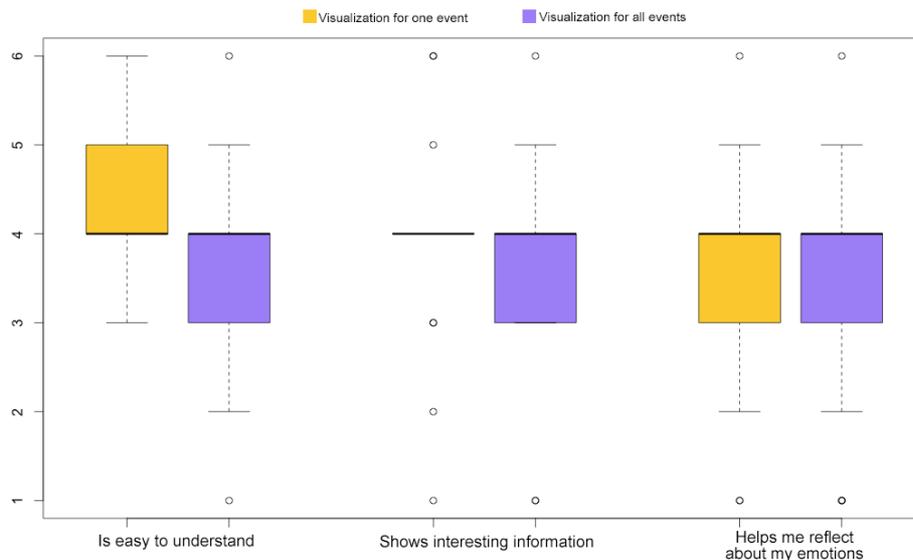


Figura 7-7. Opinión del grupo de estudiantes sobre las visualizaciones de *EmotionsModule*

7.5.2 Tercer Estadio de Evaluación: Prueba de Implantación

Contexto y Participantes

La prueba se llevó a cabo durante el curso 2014/2015 en dos asignaturas: Programación Básica (PB) en el primer cuatrimestre y Programación Modular y Orientación a Objetos (PMOO) en el segundo cuatrimestre (con muchos estudiantes comunes). Ambas asignaturas son de primero del grado con 79 y 113 estudiantes matriculados respectivamente. En 2015/2016 se repitió el experimento en PMOO con 115 estudiantes. En ambas asignaturas hay profesores del grupo GaLan.

Instrumentos

Los ECE siguen siendo los instrumentos para la captura de emociones. Los profesores diseñaron estos eventos según sus deseos de captura. En PB se lanzaron 6 eventos, siendo el primero general para captura de emociones al comienzo del curso, y los otros asociados a laboratorios. En PMOO se lanzaron siete eventos uno tras cada uno de los laboratorios propuestos. Finalmente, en el curso 2015/2016 se repitió el experimento con la asignatura PMOO, lanzándose en esa ocasión 6 ECEs.

Se diseñaron cuestionarios para recoger el parecer de los estudiantes en los aspectos de usabilidad. El cuestionario tenía tres partes valorables según una escala 6-Likert con preguntas: (1) generales sobre el impacto del registro como “Registrar emociones me ayuda a ser más positivo en la asignatura, (2) visualizaciones de un ECE como “la visualización de mis emociones junto con las del grupo, me ayuda a reflexionar sobre mi propio estado emocional” y (3) visualizaciones del progreso emocional del curso, con ítems como “la presentación de los datos a través de diagramas de cajas y bigotes es interesante”.

Procedimiento

En PB el profesor lanzó en la primera semana un evento para capturar el ambiente del curso desde sus comienzos. Respondieron 56 estudiantes. Después, se pasaron también ECEs al finalizar cada uno de los laboratorios que suponía una entrega evaluable en el curso. Fueron cinco eventos con número de respuestas desigual, 36, 57, 48, 29 y 13 respectivamente, con una participación baja ya que la media de asistencia era de 56 estudiantes. En el segundo cuatrimestre la participación en los siete eventos lanzados fue de 38, 32, 38, 28, 27, 22, 21, siendo la media de asistentes al curso de 51 (desde 73 en el primer laboratorio a 31 en el último). En el curso 2015/2016 se realizaron seis eventos en los laboratorios con 57, 35, 42, 39, 22 y 17 respuestas, respondiendo unos 47 asistentes en media al curso (62 en el primer laboratorio y 21 en el último). Como se puede observar la participación en los eventos va decreciendo ya que también son menos los alumnos asistentes.

Al finalizar cada asignatura se les lanzó el cuestionario: dos en 2014/2015 para PB y PMOO, y una en 2015/2016 para PMOO. En PB se solicitó rellenar el cuestionario vía *Moodle* una vez finalizado el curso, recibiendo sólo 15 respuestas. Para conseguir más respuestas de los estudiantes decidimos lanzar el cuestionario en PMOO, durante el último laboratorio de clase, obteniendo 50 respuestas. En 2015/2016 también se presentó el cuestionario en el último laboratorio, pero se dejó abierto hasta final del curso para favorecer que los estudiantes que no hubieran asistido al laboratorio pudieran responderlo. Se les comunicó vía *Moodle* como en ocasiones anteriores. La asistencia a ese laboratorio fue de 21 estudiantes, y sin embargo contestaron a la encuesta 26.

Resultados y Discusión

La Figura 7-8 muestra para aquellas preguntas más representativas, un balance positivo-negativo de las respuestas de los estudiantes. Las respuestas negativas están a la izquierda de la línea vertical negra (de -100% a 0%) recogidas con colores rojos en tres tonalidades asociada a la escala 6-Likert de los ECE (1 más oscuro- en total desacuerdo, 2 oscuridad mediana y 3 más claro) y las positivas a la derecha (del 0 al 100) con una graduación de verdes desde los muy claros (4) a los más oscuros (6 totalmente de acuerdo).

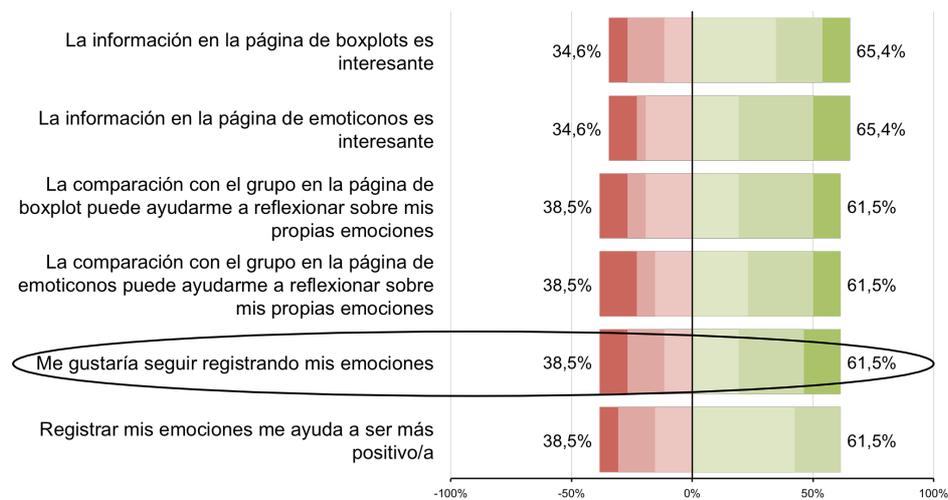


Figura 7-8. Satisfacción general (balance positivo/negativo) con *EmotionsModule* para los ítems más representativos

Como se puede observar son numerosos los estudiantes que valoran positivamente el módulo y más del 60% quiere seguir utilizando la herramienta. Sin embargo, el número de estudiantes no favorable es demasiado grande, así que debemos seguir estudiando las causas de ello (por ejemplo, el poco hábito de realizar esa tarea de introspección para expresar sus emociones, quizás la cantidad de ECE es un parámetro que hay que considerar, la preparación de los estudiantes para afrontarlo, etc.). Además, algunos de los comentarios realizados nos animan a continuar explorando las posibilidades del módulo: “Nunca me había parado a pensar sobre mis propias emociones, pero visualizarlas me ayuda a reflexionar sobre ello”, “Sería interesante tener esta herramienta libre para todas las asignaturas. Reflexionar sobre cómo te sientes es siempre bueno.”, “Deseo comparar mis resultados con los de los demás”.

7.5.3 Conclusiones

Varios trabajos han probado que el estado emocional de los estudiantes es un factor de éxito en las experiencias de aprendizaje, por ello necesitamos verificar si el uso de *EmotionsModule* nos permite determinarlo. Para ello, se han planteado 3 preguntas: (A) **¿Podemos cuantificar las emociones?**, (B) **¿Se pueden visualizar adecuadamente?**, y (C) **¿Cómo nos podemos beneficiar de ello?** Estas preguntas han establecido el contexto y objetivos del trabajo de este módulo, empezando desde la concepción y validación del modelo TEAM (capítulo 5), hasta su implementación y evaluación en *PresenceClick*. Hemos propuesto un método para captar las emociones durante el curso y hemos proporcionado a estudiantes y profesores información del estado emocional de la clase. Nuestro deseo es que a través de las visualizaciones cada estudiante se concientice de su propio estado emocional, permitiéndole un proceso de reflexión que impacte positivamente en sus resultados de aprendizaje y además permita al profesor mejorar sus estrategias de enseñanza-aprendizaje. Las pruebas diseñadas han involucrado diferentes asignaturas y estudiantes mejorando las visualizaciones inicialmente propuestas a través de métodos de indagación (especialmente los cuestionarios).

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto en la validación inicial del modelo TEAM (capítulo 5) y del modelo *EmotionsModule* en esta sección, las emociones de los estudiantes pueden visualizarse adecuadamente. Los diferentes tipos de gráficas como los gráficos de barras, los emoticonos, y los diagramas de cajas y bigotes, son un soporte visual que asegura la auto-reflexión de los estudiantes. Es importante destacar que una parte importante de estudiantes no está de acuerdo con los objetivos del módulo, ni con los esquemas visuales utilizados (entorno al 30%-40%). Los diagramas de cajas y bigotes, han generado problemas en su comprensión. Sin embargo, por la gran cantidad de información que incluyen y la pequeña curva de aprendizaje que suponen, consideramos que siguen siendo una buena herramienta visual. Entendemos que explicando a los estudiantes estos diagramas se mejorará en su comprensión y en consecuencia en un mayor interés general en el módulo.

Finalmente se evaluó el impacto que suponía el proceso de captación de las emociones en el comportamiento de los estudiantes, asumiendo los resultados de ambos experimentos como uno. La mitad consideró que era positivo el módulo y que esta información sería útil para el profesor. Creemos que es necesario seguir con el proceso de evaluación de la herramienta para determinar el verdadero impacto de su uso. El capítulo 8 mostrará el estudio llevado a cabo con los datos obtenidos de estas pruebas y propondrá modelos de predicción relacionando los estados emocionales con los resultados en el curso.

7.6 Evaluación de *qClick* y *QuizzesModule*

El objetivo del módulo es establecer un proceso de captura y visualización de la actividad de Preguntas-Respuestas. El módulo debe ser simple y evitar distracciones.

Las actividades de Preguntas-Respuestas realizadas durante las sesiones docentes entre profesor y estudiantes son una buena manera de mantener la atención de los estudiantes, motivar al aprendizaje y valorar el progreso en clase. En *PresenceClick* esta actividad se ha diseñado a través de la captura de información mediante el uso de los móviles de los estudiantes. Las tareas de diseño, captura y visualización se han distribuido entre los subsistemas *webClick* y *pClick* (tal y como se ha presentado en el capítulo 6). En particular, el proceso de Preguntas-Respuestas en el aula conlleva el uso de *qClick* (en *pClick*) para que: el profesor lance las preguntas previamente planificadas en *QuizzesModule* (en *webClick*), los estudiantes asistentes respondan a través de sus móviles, y el profesor reciba las respuestas a la pregunta tras finalizarse el tiempo estipulado para contestarla. Esta visualización la recibe sólo el profesor y la puede compartir con los asistentes para promover el debate.

En este módulo no se presenta exhaustivamente cada una de las pruebas finales realizadas, sino que se muestra para los estadios dos y tres resumidamente las evaluaciones llevadas a cabo y sus resultados. El estadio tres es el que se expondrá con detalle en la sección 7.5.1

La primera prueba piloto se realizó en el año 2013/2014 en un seminario en el que se iba a probar exclusivamente el funcionamiento de *qClick*. Sólo se lanzó una pregunta tipo encuesta. Según *AttendanceModule* el número de asistentes era 64 y la participación fue de 52 estudiantes. La prueba suscitó mucha expectativa entre los estudiantes y el ambiente fue muy distendido. A los estudiantes les gustó mucho poder contestar a través de sus teléfonos a la preguntada lanzada por el profesor. La pregunta se lanzó al final de la clase y por ello algunos estudiantes ya estaban ausentes o quizás no tenían batería, o no les dio tiempo a responder.

Durante el curso 2014/2015 se hizo una segunda prueba completa incluyendo no sólo el uso de *qClick* sino también de *QuizzesModule*. Dos fueron los objetivos de la prueba: verificar el correcto funcionamiento del lanzamiento de preguntas y estudiar la motivación de los estudiantes mientras lo usan. Se diseñaron 6 preguntas (dos por sesión): cinco de ellas de selección única y una de selección múltiple. Las preguntas se lanzaron en tres sesiones de desdoble con grupos más reducidos de los habituales con asistencia de 12, 29 y 18 estudiantes, y con una participación que fluctuó entre el 75 y 100%. Al final del cuatrimestre se diseñó un cuestionario con dos grupos de preguntas sobre usabilidad en el que se incluyeron los ítems del cuestionario SUS (el Anexo E incluye el cuestionario para *qClick*). Cada ítem debía valorarse en una escala 5-Likert. Se obtuvieron 31 respuestas al cuestionario e

indicaban que el uso de *qClick* les había satisfecho y que desearían seguir utilizándolo en el futuro. Además, afirmaban que podría ser una herramienta interesante para promover los debates en clase. La usabilidad fue valorada con 73 puntos en el cuestionario SUS. En cualquier caso, es importante seguir trabajando en esta idea.

7.6.1 Tercer Estadio de Evaluación: Prueba de Implantación

El objetivo de la prueba es verificar el correcto funcionamiento del proceso de pregunta-respuesta en PresenceClick y comprobar la aceptación de la actividad y del proceso por los estudiantes.

Contexto y Participantes

Durante el curso 2015/2016 se utilizó el sistema en la asignatura de PMOO, pero en dos grupos diferentes impartidos por profesorado diferente. El grupo de castellano es el habitual en estas pruebas (grupo A) con 115 estudiantes en este curso y en el que dos de las profesoras están involucradas en el proyecto *PresenceClick*. Además, en ese grupo también se hace uso habitualmente del módulo *AttendanceModule* para la gestión de la asistencia. Sin embargo, el grupo de euskera (grupo B) es el único módulo que utiliza en *PresenceClick*.

Instrumentos

La herramienta fundamental en estas pruebas es la aplicación *qClick* utilizada a través de los teléfonos de los estudiantes y el dispositivo que habitualmente utilicen los profesores.

También se diseñaron cuestionarios adaptados a los dos grupos según una escala 5-Likert. Para el grupo A que utilizaron el sistema completo *qClick* junto con *QuizzesModule*, se incluyeron una parte correspondiente a usabilidad general del sistema (SUS), otra específica de satisfacción, preguntas sobre la utilidad del sistema completo y dos preguntas abiertas. Como no todos los estudiantes contestaron a las preguntas lanzadas en clase, se incluyó en el cuestionario una pregunta para poder captar los problemas más frecuentes con el uso de los móviles en clase. También se incluyeron preguntas abiertas para que los estudiantes pudieran expresar libremente sus opiniones. Sin embargo, en el cuestionario diseñado para el grupo B, sólo se hicieron preguntas de usabilidad (SUS) relacionadas con *qClick*.

Procedimiento

En el grupo A se lanzaron preguntas en 5 sesiones. La primera sesión de contacto fueron preguntas generales que no tenían que ver directamente con los temas de la asignatura. Se lanzaron en cada sesión 2, 4, 1, 2 y 2 preguntas respectivamente. Tal y

como sugiere la bibliografía no conviene lanzar demasiadas preguntas en clase, ya que puede distraer en exceso a los estudiantes y conseguir justo el efecto contrario al deseado, la atención. Las preguntas diseñadas fueron de diferentes tipos: tres de selección única, tres de selección múltiple, tres de verdadero/falso y dos de tipo encuesta.

En el grupo B se lanzaron 5 preguntas (no asociadas a ninguna sesión). En esta ocasión el tipo de las preguntas fue: tres de encuesta y dos de selección única. Las preguntas lanzadas fueron diseñadas previamente por los profesores a través de *QuizzesModule*. Este módulo ofrece visualizaciones a estudiantes y profesores sobre las preguntas respondidas, si son de conocimiento indica si la respuesta es correcta o no, etc. Al finalizar el curso se lanzó el cuestionario correspondiente a cada grupo.

Resultados y discusiones

La mayoría de las preguntas del grupo A se lanzaron durante el primer mes cuando la asistencia fluctuaba entre 58 y 72 (según *AttendanceModule*). Las últimas dos preguntas se lanzaron casi al finalizar el curso con una asistencia de 26 estudiantes. La participación tuvo una variabilidad grande de entre el 47,5% y el 84,4% de los asistentes. En el grupo B se lanzaron las preguntas al final del curso y participaron 16 y 25 estudiantes (no se conocen los valores de asistencia). El número de respuestas fueron en cada grupo 26 y 12 respectivamente. En las cuestiones de usabilidad a preguntas como "Pienso que el sistema es fácil de usar" o "Me gustaría usar el sistema frecuentemente" la valoración SUS fue de 70,4 en el grupo A mientras que en el B fue de 81,1. Siguiendo las graduaciones entre A y F expresadas en (Bangor et al., 2009), los resultados son de C (bueno) para el grupo A y B (excelente) para el B, concluyendo que la usabilidad es alta.

La Tabla 7-4 resume las respuestas de los estudiantes en los ítems de satisfacción para cada uno de los dos grupos con los valores positivos, indiferentes y negativos. La Figura 7-9 resume la visión conjunta. Como podemos observar los estudiantes indican claramente con *qClick* es útil para promover las discusiones en clase, especialmente significativo en el grupo B con un 83,3% positivos y ningún negativo. Este grupo destaca que *qClick* les ayuda a ser participativos con un 75% de las respuestas afirmativas. Aunque, sólo la mitad de los estudiantes piensa que su uso ha sido satisfactorio, desean seguir utilizándolo en el futuro especialmente significativo en el grupo A con un 73,1%. Hay que señalar que el uso de la herramienta ha sido diferente en ambos grupos, mientras que en el grupo A se utilizó al comienzo y final del curso, en el B sólo al final y sin utilizar *QuizzesModule*.

Tabla 7-4. Satisfacción de los estudiantes sobre qClick para cada grupo

	Group A			Group B		
	Pos	Ind.	Neg	Pos	Ind.	Neg
Ha sido satisfactorio	50%	30,8%	19,2%	50%	41,7%	8,3%
Útil para promover la discusión	69,2%	7,7%	23,1%	83,3%	16,7%	0%
Ayuda a prestar más atención	50%	30,8%	19,2%	33,3%	50%	16,7%
Ayuda a participar más	57,7%	15,4%	26,9%	75%	16,7%	8,3%
Mejora la participación est-pro	61,5%	15,4%	23,1%	50%	33,3%	16,7%
Me gustaría en una app móvil	61,5%	26,9%	11,5%	58,3%	33,3%	8,3%
Seguiría utilizándolo	73,1%	19,2%	7,7%	58,4%	33,3%	8,3%

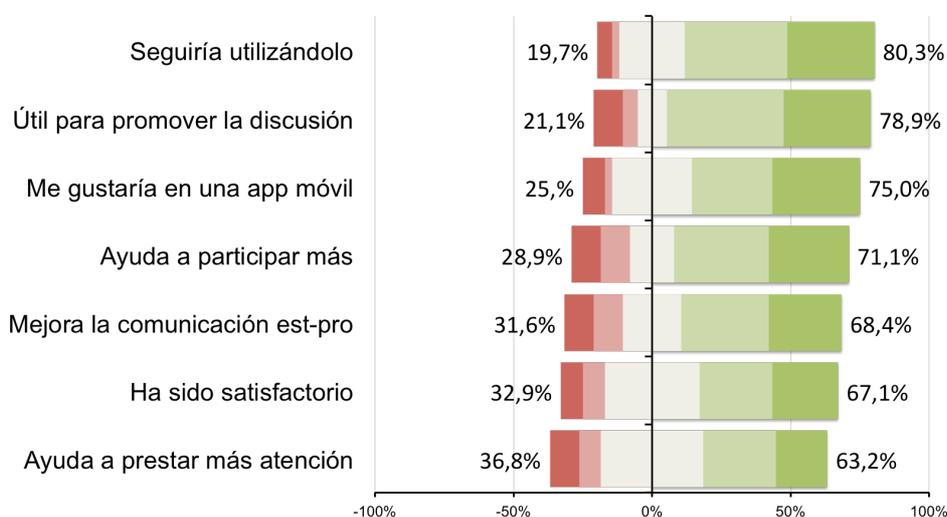


Figura 7-9. Satisfacción de los estudiantes sobre qClick en general

En las preguntas abiertas los estudiantes muestran diferentes opiniones, por ejemplo, "Hacen las clases más participativas y entretenidas", "En general funciona bien" y "Creo que es interesante para el profesor, pero no tanto para el estudiante". También indicaron algunos problemas detectados como "No siempre he podido marcar/desmarcar las opciones" y "Sería conveniente ampliar el tiempo de respuesta". Se considerarán todas estas aportaciones para mejorar la herramienta y el proceso.

Finalmente, la Figura 7-10 muestra algunas de las respuestas a la pregunta (selección múltiple) sobre los problemas que se habían detectado. Como se puede

observar, en media sólo el 28,9% siempre pudo responder, lo que supone un valor demasiado bajo por lo que se debe estudiar. Es curioso que ninguno de los estudiantes del grupo B tuvieron problemas con la aplicación mientras que en el grupo A estos fueron marcados por el 30,8% de los estudiantes. Esta diferencia entre los grupos nos hace pensar que la sincronización entre los módulos *AttendanceModule* y *QuizzesModule* ha podido afectar a *qClick*. También es destacable que el 16% de los estudiantes, coincidiendo prácticamente en ambos cursos, el teléfono móvil de los participantes es el que ha causado los problemas por falta de batería, olvido, etc. Por último, hay un porcentaje significativo que se han distraído y no han llegado a contestar, mientras que en el grupo A llegaban al 19,2% de los casos en el B sólo al 8,3%. Un valor también a considerar.



Figura 7-10. Problemas detectados al responder con los móviles en clase

Considerando el módulo *QuizzesModule*, la Figura 7-11 recoge el balance de las respuestas positivas/negativas a algunos de los ítems del cuestionario. Como se puede observar, todas las respuestas son más positivas que negativas en todos los ítems. Por ejemplo, el 80,8% considera que la información presentada es fácil de entender o el 73,1% desearía poder usarlo en otras asignaturas.

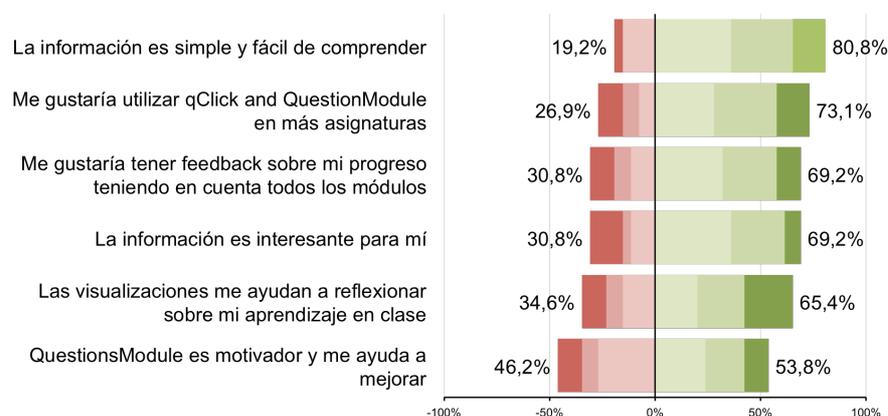


Figura 7-11. Satisfacción de estudiante para el *QuizzesModule*

7.6.2 Conclusiones

Las Preguntas-Respuestas son un recurso frecuentemente utilizado por los profesores para verificar la comprensión o el nivel de atención de los estudiantes. Las preguntas pueden ser de diferentes tipos para detectar aspectos diversos del progreso de sus estudiantes en la asignatura. Partiendo de esa premisa se ha diseñado un proceso que permite: a los profesores diseñar y lanzar preguntas y recibir las respuestas (gráficamente), y a los estudiantes responder las preguntas. Para capturar las interacciones de lo que sucede en el aula se ha optado por hacer uso de los dispositivos móviles, habitualmente PDA/portátiles para los profesores y teléfonos móviles para los estudiantes. En este caso, los estudiantes reciben a través de *pClick* la pregunta lanzada por el profesor con sus opciones seleccionables y la responde según las diferentes opciones asociadas al tipo de pregunta. Finalmente, en este proceso el profesor recibe gráficamente las respuestas de los estudiantes que puede compartir con sus alumnos proyectándolas en clase. Esta es una buena manera de abrir debates y crear un buen ambiente en clase.

Se han realizado pruebas durante tres cursos, pero mientras que en los dos primeros el funcionamiento fue correcto sin problemas reseñables, no ha sucedido lo mismo en el último. La aceptación de *qClick* por parte de estudiantes ha sido muy positiva desde el principio. Sin embargo, es necesario establecer el protocolo que permita motivar sin distraer, e interactuar lo suficiente para recibir la información deseada por el profesor. En cuántas sesiones hacer uso de los móviles y cuántas preguntas lanzar cada vez, son parámetros interesantes a descubrir.

Como se ha observado por los resultados de la evaluación en el tercer estadio, ha habido problemas especialmente con *qClick*. El diseño original de la herramienta era asegurar que sólo los estudiantes asistentes pudieran recibir y contestar las preguntas. Es decir, estaba sincronizado con la información actualizada desde *AttendanceModule*. Sin embargo, durante el curso 2015/2016, uno de los grupos de la prueba sólo utilizó el módulo *qClick* lo que supuso cambios en la implementación hasta ese momento evaluada. Aunque las pruebas permitieron establecer el correcto funcionamiento de la nueva versión, especialmente para ese modo de uso, afectó negativamente al diseño inicial. Por lo tanto, la herramienta en su conjunto requiere de más pruebas antes de considerarla apta para su implantación real.

A pesar de los problemas detectados, que se solucionaran en breve, el proceso en general *qClick+ QuizzesModule* ha demostrado ser útil para profesores y alumnos. Por ello, es necesario seguir con las pruebas y descubrir los mejores parámetros de intervención.

7.7 Evaluación por registro de uso

Los accesos al sistema son un indicador de la actividad de los usuarios en la aplicación y su estudio puede ayudar a conocer el uso que se hace de la herramienta. Durante el curso 2015/2016 se hicieron los primeros estudios de uso a través de los accesos *webClick* del sistema *PresenceClick*. Se hicieron dos estudios de accesos basados en los datos recogidos mediante *Google Analytics*. En el primer cuatrimestre todas las asignaturas implicadas utilizaron sólo el módulo *AttendanceModule*, por lo que el estudio se centró exclusivamente en ese módulo. Mientras que en el segundo, el estudio se realizó sobre los accesos de una asignatura que hizo uso de los tres módulos evaluados y presentados en este capítulo. Todos los datos obtenidos han considerado sólo las sesiones sin rebote. Es decir, todas las sesiones que acceden a una sola página se rechazan, ya que al menos hay que superar la página de *login* para trabajar con la funcionalidad de *webClick*.

En el primer cuatrimestre participaron 5 asignaturas: Programación Básica (PB), Fundamentos de Tecnología de Computadores (FTC), Principios de Diseño de Sistemas Digitales (PDS), Lenguajes, Computación y Sistemas Inteligentes (LCSI), y Servicios y Aplicaciones en Red (SAR). Las tres primeras asignaturas son de primero, LCSI es de 2º y SAR de 3º. Los asistentes habituales de cada una de estas asignaturas fueron 47 (de 79 matriculados), 41 (de 86), 40 (de 75), 30 (de 45) y 50 (de 61) respectivamente. En total, 209 estudiantes de media en clase y por tanto, esos son los potenciales usuarios de *PresenceClick* junto con los 6 profesores responsables de las asignaturas. En el segundo estudio participó sólo la asignatura Programación Modular y Orientación a Objetos (PMOO), en la que estaban matriculados 115 alumnos, pero asistían de media 47 y eran 2 las profesoras responsables.

Registros del Primer cuatrimestre: AttendanceModule

La Figura 7-12 presenta una visión general de los accesos de los profesores y estudiantes al sistema durante el primer cuatrimestre (15 semanas desde el 7 de septiembre de 2015 al 18 de diciembre de 2015). La gráfica principal indica el número de usuarios que han abierto al menos una sesión a lo largo del cuatrimestre (eje de ordenadas de la izquierda) y el número de páginas vistas (eje de ordenadas de la derecha). Un usuario es aquel que accede al sistema un día determinado, por lo que si ese mismo usuario accede al día siguiente se contabiliza como otro usuario. Es decir, los usuarios totales son la suma de los usuarios de cada día (los visitantes distintos por día). Por tanto, la medida de usuarios no contabiliza personas o audiencias. Por ejemplo, un mismo usuario que navegue con Google Chrome y Mozilla Firefox se le contabilizará como dos usuarios distintos, sin embargo, aquellos alumnos que comparten los ordenadores de los laboratorios, incluso en sesiones distintas, se contabilizarán como un solo usuario (para cada ordenador).

Asimismo, un alumno (o docente) que se conecte desde casa, desde la universidad y desde el móvil, contabilizará como 3 usuarios.

En la gráfica se advierte claramente un mayor tráfico al principio de curso, debido a la novedad del sistema y la necesidad de verificar su corrección. Verificada la fiabilidad del sistema, los accesos van disminuyendo. Al finalizar el curso vuelve a subir un poco (no tanto como al principio), probablemente para verificar los datos finales del sistema. En cuanto a las visitas a páginas el comportamiento es similar, al principio se revisan mucho y los accesos van decayendo según transcurre el cuatrimestre. Pasamos de un máximo de 1.395 visitas a páginas a 190 en las últimas semanas. Las posibles páginas a visualizar además de la de identificación (*login*) y la primera página general de acceso (*dashboard*), corresponde a una página de asistencia por asignatura para los estudiantes (3 páginas para los de primero y 1 para los otros) y 4 distintas para los profesores (páginas de sesiones, estudiantes, estadísticas por sesiones y estadísticas por estudiantes). Las páginas de sesiones (una por cada sesión) y de estudiantes (una por estudiante) son múltiples (aprox. 150 páginas).

Además, la Figura 7-12 incluye otros datos generales del uso dado a *PresenceClick*: sesiones, usuarios, páginas vistas y relación de páginas vistas por sesión. Se considera una sesión el acceso al sistema sin salirse de él. Una sesión finaliza cuando se cierra el navegador o se despide del sistema (*logout*). En un mismo día un mismo usuario puede crear varias sesiones. Como resumen, el número de sesiones en todo el cuatrimestre ascendió a 750, con 368 usuarios totales, 7.381 páginas visitadas y con una media de 9,84 páginas visitadas por sesión.



Figura 7-12. Visión general de accesos de usuarios durante el primer cuatrimestre

Google Analytics también ofrece información sobre los accesos a las páginas por asignatura. Por ejemplo, para comprobar el interés particular por asignatura según las visitas realizadas por los estudiantes a su página, la Figura 7-13 muestra la comparativa de las 5 asignaturas. La línea superior indica el número de páginas vistas por sesión. El resto de colores indican el número de páginas por cada asignatura. Como se puede observar, las asignaturas con mayor actividad son las de primero, PB, PDSO y FTC, que tienen un mayor número de alumnos matriculados (128 de media). Al comienzo del cuatrimestre las páginas tienen un mayor tráfico y a partir de la semana 6 no suele llegar a 10 visitas al día. Cabe destacar que en diciembre hay un pequeño incremento que será probablemente para comprobar el estado de su información al finalizar el curso.

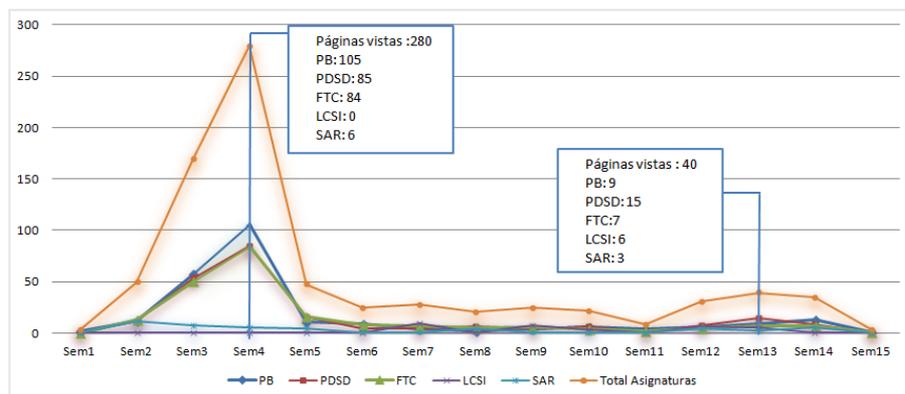


Figura 7-13. Número de visitas del estudiante a páginas de las asignaturas

En cuanto a los accesos de los profesores, se ha estudiado el uso (frecuencia) de las posibles páginas informativas sobre la asistencia. La Figura 7-14 muestra las veces que se ha accedido a las diferentes páginas de *AttendanceModule* considerando cada asignatura por separado. Lo más llamativo es el elevado número de accesos a la página sesión. Sin embargo, ese valor no es del todo real ya que siempre que se entra en *PresenceClick* la primera página que se visualiza para cualquier asignatura es la de sesión. Por ello, se ha recalculado ese valor para que se ajuste mejor a la realidad restando al número de páginas vistas en sesión el número de las páginas vistas para las otras. Por ejemplo, para la asignatura PB las veces que se visualiza la página sesión se ha recalculado con la siguiente expresión $487-47-24-19=298$, mientras que para SAR ese valor recalculado es 397. En cualquier caso, sigue sucediendo que es la página más visitada, seguida de la que contiene la información de cada estudiante. Ambos usos coinciden con las necesidades descubiertas inicialmente para controlar la asistencia día a día y para asegurar los criterios de asistencia y redondear notas de los estudiantes. Aunque las páginas vistas de estadísticas son bajas (19 y 24 en PB o 16 y 26 en SAR), todavía podemos

considerarlas adecuadas. En PB una de las profesoras está también involucrada en el proyecto *PresenceClick* y por tanto, los datos de acceso pueden ser más elevados de lo que sucedería de no estar vinculada tan directamente con el proyecto, sin embargo en SAR el profesor no tiene ninguna relación con el proyecto (salvo el uso de la herramienta) y sus valores son también más elevados que para el resto.

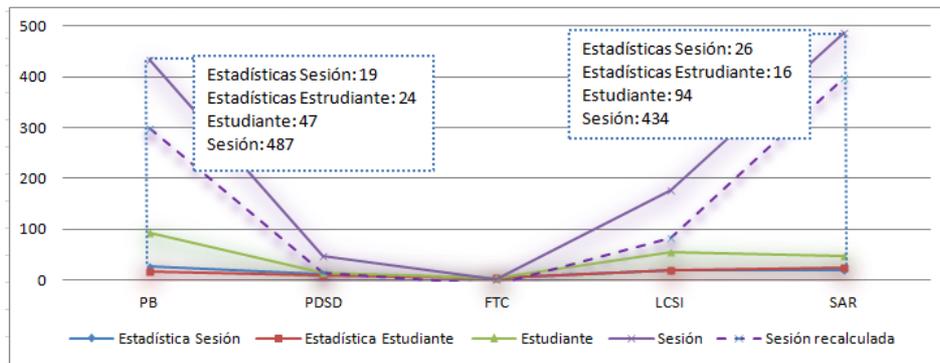


Figura 7-14. Número de páginas vistas por el profesor para cada una de las cuatro diferentes páginas de Asistencia

Registros del Segundo cuatrimestre: todos los módulos

Durante el segundo cuatrimestre los alumnos de PMOO realizaron diferentes tipos de interacciones en el sistema, ya que utilizaron los módulos de asistencia, de emociones y de preguntas. Han sido 16 semanas de uso de la herramienta en las que la 5ª y 13ª, correspondieron a semanas especiales en las que habitualmente se realizan evaluaciones o actividades especiales (un día para cada asignatura). Además las semanas 9ª y 10ª eran las de Semana Santa. La Figura 7-15 muestra el número de páginas vistas por los profesores: los valores generales, los de planificación/registro (edición de sesiones) y de visualización. Claramente se observa que las tareas de planificación son bajas con respecto a las de visualización.

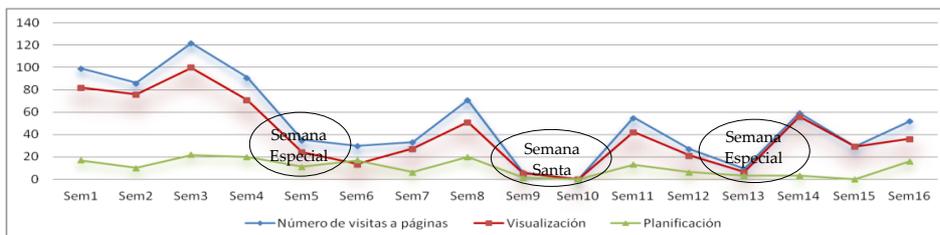


Figura 7-15. Número de páginas vistas únicas por los profesores según fases de planificación y visualización

Para revisar el comportamiento de los estudiantes ante las diferentes funcionalidades en *webClick*, se presenta la Figura 7-16. Las bolitas amarillas sobre las curvas de acceso a las Emociones señalan las semanas en las que hubo eventos de emociones. Como se puede observar en la gráfica, los alumnos, salvo las primeras semanas, prácticamente acceden al sistema sólo cuando realizan una actividad relacionada en clase. Entendemos que en esos días aprovechan también para visitar sus estadísticas de asistencia, que son más visitadas durante el resto del cuatrimestre, pero tampoco con asiduidad. Considerando que se realizan 6 capturas emocionales durante el curso y que hay cuatro semanas en las que los estudiantes están centrados en otras actividades lúdicas o de otras asignaturas (semanas especiales o vacaciones), los accesos se repiten cada dos semanas de media, lo que parece un dato aceptable. También queda patente las pocas veces que se visitan las páginas de Preguntas, coincidiendo con los días en los que se han lanzado preguntas (marcados con una bolita verde en la Figura 7-16).

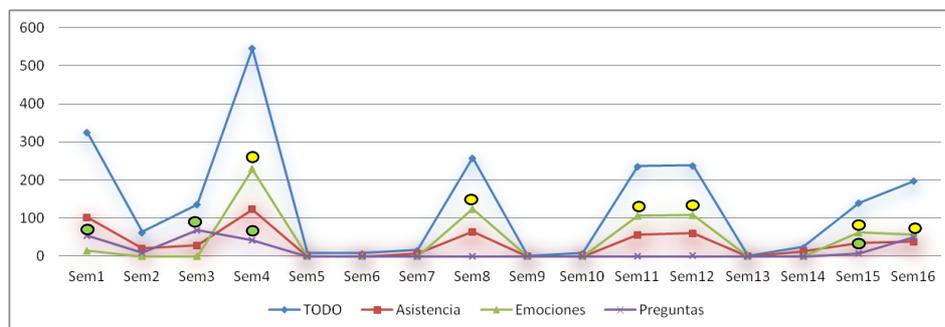


Figura 7-16. Páginas vistas por estudiantes para cada una de diferentes funcionalidades de los módulos de Asistencia, Emociones y Preguntas.

Siguiendo con el comportamiento de los estudiantes ante la actividad de reflexión sobre las emociones, la Tabla 7-5 muestra los datos de respuesta y páginas vistas (de las páginas de respuesta), así como los accesos del profesor. Especialmente, destacada es la diferencia entre las respuestas en el primer evento emocional 57, y el número de páginas vistas para responderlo 121 (más del doble). Esta diferencia va disminuyendo poco a poco según los estudiantes asumen el modelo TEAM de las emociones, hasta alcanzar una diferencia mínima de un 19% en la última captación 17 respuestas y 21 páginas vistas para responderlo. La información del profesor indica mediante dos valores las visualizaciones a las respuestas generales del evento emocional y los accesos la misma semana de la captura (Páginas vistas Totales/Páginas Vistas la Semana). Por ejemplo, para la captura de información la primera semana, son 31 veces que se ha accedido a la página para visualizar los resultados y de esas vistas, 18 se han realizado la misma

semana de captura. Es decir, los profesores revisitan las páginas para observar la evolución de la información expresada por sus estudiantes.

Finalmente, se ha observado el comportamiento de los profesores ante la planificación y visualización de las páginas del módulo de Preguntas-Respuestas (Figura 7-17). En particular, se ha comparado el grupo PMOO (A) con el que se ha trabajado hasta ahora, con PMOO (B). Este grupo, es el mismo con el que se hizo la evaluación del tercer estadio del módulo *QuizzesModule* (apartado 7.6.1). Tal y como se muestra en la Figura 7-17 en ambos casos se destaca claramente que la visualización es una componente importante para los profesores y que las páginas vistas para planificación son muy similares, aunque en el grupo B se planificaron menos preguntas que en el A. En cuanto a las diferentes páginas del módulo, el comportamiento es muy similar al de asistencia. La página con más visitas es la de la interacción de pregunta seguida de la del estudiante, aunque en el grupo B la página de estadística por estudiante es algo mejor.

Tabla 7-5. Información referente a los Eventos de Captura de Emociones

	Sem4	Sem7-8	Sem11	Sem12	Sem15	Sem16
Días	18/02	10-17/03	07/04	14-15/04	05-06/05	12-13/05
Respuestas	57	35	35	36	22	17
Pág. Respuesta Estudiante	121	62	53	57	29	21
Págs. Vistas Profesor*	31/18	10/4	20/12	20/11	25/15	10/9

*Num. Pág. Vista para emoción totales/esa semana

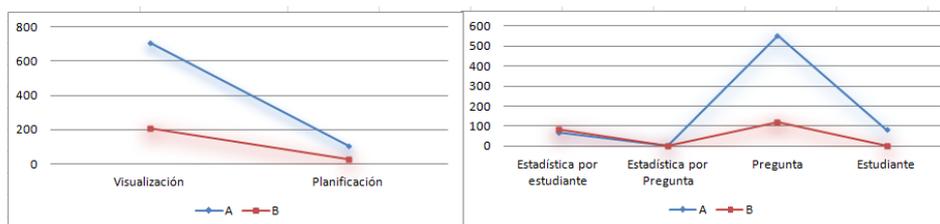


Figura 7-17. Profesor en *QuizzesModule*: Número de páginas vistas por fases (izquierda) y por páginas diferentes (derecha)

Los resultados que ofrece *Google Analytics* ayudan a conocer el uso dado a la herramienta en su conjunto y a cada uno de sus módulos en particular, así como distinguir los comportamientos desde la perspectiva de los estudiantes y de los profesores. Una de las profesoras de la asignatura PMOO está especialmente involucrada en el proyecto *PresenceClick* y es posible que sus accesos al sistema hayan sido mayores de lo posiblemente esperado. Por ello, los datos no pueden

considerarse significativos. Para un estudio de mayor calado, se necesita el uso de la herramienta por más profesores y más asignaturas que utilicen más módulos. Además, después de realizar el estudio de los accesos hay que considerar mejorar los nombres dados a las direcciones de las páginas web de *PresenceClick*, y facilitar de esa manera la búsqueda de resultados por módulos y páginas. Por ejemplo, nombrar a las de un módulo determinado por el nombre de dicho módulo.

7.8 Evaluación de accesibilidad

El equipo de trabajo que participó en las evaluaciones de accesibilidad de *PresenceClick* estaba compuesto por tres personas del grupo GaLan con tareas distribuidas de evaluación de accesibilidad, desarrollo de la plataforma *PresenceClick* y coordinación del proyecto respectivamente. En las evaluaciones de accesibilidad hay que marcar las pautas a cumplir, es decir, los objetivos que se desean alcanzar. Para cada pauta se proporciona una serie de criterios de conformidad verificables (determinado por WCAG 2.0) para los que se establecen tres niveles: A (el más bajo), AA y AAA (el más alto). Se hicieron evaluaciones automáticas y también manuales, dado que el porcentaje de criterios de conformidad que cada herramienta puede verificar automáticamente varía entre un 45 y un 55% (Cooper et al., 1999; Aizpurua et al., 2009; Vigo et al., 2013). Es por ello que el W3C recomienda emplear varias herramientas automáticas para realizar análisis de accesibilidad, en nuestro caso *AChecker*³⁶, *TotalValidator*³⁷ y *Accessibility Inspector*³⁸. Además, se han seguido los pasos marcados por la Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI) en las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG-EM) (Velleman & Abou-Zahra, 2014). En particular, establece que se ha de realizar una evaluación manual de la accesibilidad de la muestra de páginas representativas seleccionada para determinar su accesibilidad. El procedimiento empleado para la evaluación manual establece que se deben realizar sobre aquellos aspectos que las herramientas automáticas marcan como *warning* o aviso (requiere un evaluador humano para validar si es o no un error de accesibilidad).

Como consecuencia, se determinó que para una mejor inclusión de la evaluación de la accesibilidad en el ciclo de vida ágil de *PresenceClick* era necesario adaptar la metodología propuesta por el W3C a las características ágiles de la metodología de desarrollo empleada. Con este fin, se determinó realizar evaluaciones de accesibilidad en función del estado de desarrollo de la plataforma, lo que llevó a la

³⁶ <https://achecker.ca/checker/index.php>

³⁷ <https://www.totalvalidator.com/>

³⁸ <https://ainspector.github.io/index.html>

realización de un total de 9 evaluaciones de accesibilidad, integradas en 9 iteraciones vinculadas al desarrollo incremental de las diversas funcionalidades de la herramienta. En la Tabla 7-6 se muestra la evolución de los errores durante las 9 iteraciones para el total de las 24 páginas que conformaron la muestra representativa. Se ha de tener en cuenta que no todas las páginas formaron parte de la muestra desde el inicio, sino que se fueron incorporando según avanzaba el desarrollo de *PresenceClick*. La corrección de los errores iniciales, si bien no permitió la desaparición de todos los errores, sí que permitió establecer una serie de pautas de desarrollo para la prevención de los mismos. Entre los errores detectados automáticamente podían encontrarse falsos positivos (Brajnik, 2004), con lo que debían comprobarse todos los posibles en cada evaluación manual. El máximo de errores localizados fue de 11 criterios de conformidad de nivel A y 4 de nivel AA, ocurrido en la iteración 3 al realizar la primera evaluación manual de accesibilidad.

Tabla 7-6 Errores de tipo A/AA encontrados para cada página (24) de la muestra en cada iteración

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4/0	5/0	6/0	5/0	-	-	-	-	-	-	-	-
2	3/0	3/1	3/1	4/1	4/1	6/0	5/0	-	-	-	-	-
3	7/2	8/2	11/4	9/3	7/1	7/2	7/1	4/0	4/0	-	-	-
4	4/0	5/0	6/0	5/0	5/0	5/0	4/0	4/0	4/0	4/1	4/1	-
5	6/1	6/1	7/2	6/1	5/0	5/1	5/0	5/1	5/1	5/1	5/1	4/0
6	4/0	4/0	5/0	5/0	5/0	4/0	4/0	3/0	3/0	3/0	3/0	3/0
7	6/0	7/1	8/1	8/2	6/1	5/2	5/1	5/2	5/2	5/1	5/1	5/1
8	1/0	2/0	3/0	3/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
9	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	4/0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	3/0	3/1	3/1	3/1	-	-	-	-	-	-	-	-
7	5/1	6/1	6/2	5/2	5/2	5/2	5/1	5/1	-	-	-	-
8	0/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	3/0	3/0	4/0	3/0
9	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0

La tecnología empleada como base para desarrollar *PresenceClick* también ha tenido gran incidencia a la hora de analizar las soluciones a los problemas de accesibilidad encontrados. *PresenceClick* está desarrollado con el entorno Symfony basado en plantillas. Se han utilizado un total de 3 plantillas, y todas las páginas basadas en las mismas heredan sus errores de accesibilidad. Solucionar un error en estas circunstancias es simple ya que la solución en la plantilla se propaga automáticamente a todas las páginas que la heredan. Además, *PresenceClick* emplea para sus diversos módulos una serie de librerías como *Bootstrap*³⁹, sobre todo para visualización de interacciones. Los problemas han venido principalmente por el uso no adaptado a las necesidades de accesibilidad. Pero se localizó una guía respecto a cómo usar *Bootstrap* para generar páginas web accesibles⁴⁰. Respecto a los falsos positivos detectados, el uso de la librería *FontAwesome*⁴¹ dentro de *Bootstrap* provocó que el evaluador *AChecker* detectara como error todas las ocasiones en las que se incluía la etiqueta `<i>`. El motivo era que *AChecker* interpretaba la etiqueta `<i>` como itálica, mientras que *FontAwesome* emplea dicha etiqueta para representar iconos que pueden ser personalizados. En este caso, el motivo de la falta de accesibilidad venía dado porque una tecnología asistencial no podía mostrarle al usuario ningún contenido para leer. Es por ello que se optó por hacer los iconos accesibles manualmente.

Al avanzar el desarrollo de *PresenceClick*, ha habido ocasiones en las que criterios de conformidad ya solucionados han vuelto a dar error. En este sentido, la conformidad de un criterio no evita que pueda volver a dar un error en el caso de que se añadan nuevas funcionalidades. Por ejemplo, al introducir el módulo de dudas (*QuestionsModule*) volvió a surgir un problema en el criterio de conformidad relacionado con la inclusión de un icono. El icono sobre el módulo de dudas en el menú superior de *PresenceClick* indicando el número de dudas que un profesor tiene pendientes de resolver (Figura 7-18), fue el causante del problema de accesibilidad.



Figura 7-18. Menú de *PresenceClick* con el módulo de dudas integrado

El proceso de evaluación de accesibilidad realizado de forma iterativa e integrado paulatinamente en las iteraciones de InterMod, ha permitido ir detectando y corrigiendo errores importantes. El tipo de desarrollo mediante plantillas y el uso de librerías de visualización fueron los dos puntos más destacados en los que se

³⁹ <http://getbootstrap.com/>

⁴⁰ <https://v4-alpha.getbootstrap.com/getting-started/accessibility/>

⁴¹ <http://fontawesome.io/accessibility>

detectaron errores. Mientras que para los primeros la corrección se centraba en las propias plantillas con la corrección automática en todas las páginas que la heredaban, los errores asociados a las librerías precisaron correcciones más detalladas basadas en una guía de desarrollo de accesibilidad.

7.9 Resumen y Conclusiones

En este capítulo se ha presentado el método de evaluación e implantación realizado sobre los modelos de funcionalidad desarrollados en *PresenceClick*. El método se divide en tres estadios, siendo el primer estadio el que incluye las *evaluaciones formativas*, mientras que el 2º y 3º las *evaluaciones sumativas*. Las evaluaciones formativas se realizan en entornos simulados y con un equipo de evaluadores formados en muchos casos por miembros del grupo GaLan. Los demás estadios se llevan a cabo en el contexto real de trabajo. En el segundo estadio las pruebas se llevan a cabo en grupos de estudiantes más pequeños y/o en un intervalo temporal reducido. Por su parte, el tercer estadio conlleva el uso del módulo en la extensión temporal de una asignatura. Sólo se han presentado evaluaciones en los módulos que actualmente están en procesos avanzados de desarrollo, cercanos a la implantación. En particular se han presentado las evaluaciones de *AttendanceModule*, *EmotionsModule* y *qClick* junto con *QuizzesModule*. *AttendanceModule* se viene usando en asignaturas del Grado de Ingeniería Informática desde el curso 2012/2013 y ya está totalmente verificado. Se han presentado evaluaciones en los tres estadios del método. *EmotionsModule* se lleva usando desde el curso 2013/2014 y en este caso se muestran las evaluaciones de los estadios segundo y tercero. Finalmente, el tándem *qClick-QuizzesModule*, se usa desde el curso 2014/2015 y se ha presentado exclusivamente el tercer estadio de evaluación. Todos ellos han sido evaluados a través de cuestionarios (incluyendo el SUS) adaptados a los diferentes usos de los módulos. Se han realizado evaluaciones de usabilidad y revisado la accesibilidad de los módulos y se ha estudiado los accesos a los mismos a través de *Google Analytics*. Especialmente los resultados de usabilidad son los que nos permiten determinar que las visualizaciones de los módulos y las dinámicas de los procesos de registro ayudan a los estudiantes a *reflexionar sobre su propio progreso (asistencia, estado emocional, o participación y conocimiento en la asignatura)*, y a los profesores les ayuda a *adaptar las actividades individualmente o en grupo* proponiendo tutorías, informando de los criterios de asistencia, ajustando las notas de los estudiantes, etc.

Además de la buena aceptación de profesores y estudiantes del sistema de gestión de la asistencia, se ha confirmado la fiabilidad de los DCAs. Muchos de los profesores que han participado en las pruebas quieren seguir utilizando el sistema

propuesto de gestión de la asistencia. Las nuevas tareas del profesorado con la gestión de asistencia a través de *AttendanceModule* son las de verificar y en su caso actualizar la información de las sesiones planificadas. Lo que se ahorra es preparar y pasar las hojas de firmas todos los días en clase y posteriormente registrarlas con unos 1.750 clics. Además, la fiabilidad del sistema es mejor ahora y los estudiantes pueden controlar su propia asistencia.

Las emociones de los alumnos pueden visualizarse adecuadamente a través de *EmotionsModule* mediante diferentes tipos de gráficas como los gráficos de barras, los emoticonos, y los diagramas de cajas y bigotes. Aunque una parte importante de estudiantes no está de acuerdo con los objetivos del módulo, ni con los esquemas visuales utilizados, otros muestran su deseo de seguir utilizándolo (60%) y consideran que les ayuda a reflexionar sobre ello. Finalmente se evaluó el impacto que suponía el proceso de captación de las emociones en el comportamiento de los estudiantes, asumiendo los resultados de ambos experimentos como uno. La mitad consideró que era positivo el módulo y que esta información sería útil para el profesor. Creemos que es necesario seguir con el proceso de evaluación de la herramienta para determinar el verdadero impacto de su uso. EL capítulo 8 mostrará el estudio llevado a cabo con los datos obtenidos de estas pruebas y propondrá modelos de predicción relacionando los estados emocionales con los resultados en el curso.

La aceptación de *qClick* por parte de los estudiantes ha sido muy positiva desde el principio, hasta un 73,1% de los alumnos lo valora así. En general esta actividad les hace ser más participativos a los estudiantes hasta un 75% y consideran que es bueno para promover el debate hasta un 83,3%. Sin embargo, es necesario descubrir los parámetros *cuántas sesiones* y *cuántas preguntas*, para que permita motivar sin distraer e interactuar lo suficiente para recibir la información deseada por el profesor.

Referencias

- Aizpurua, A., Arrue, M., Vigo, M., & Abascal, J. (2009). Transition of Accessibility Evaluation Tools to New Standards. In *Proceedings of the 2009 International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)* (pp. 36–44). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/1535654.1535662
- Brajnik, G. (2004). Comparing Accessibility Evaluation Tools: A Method for Tool Effectiveness. *Univers. Access Inf. Soc.*, 3(3–4), 252–263. doi:10.1007/s10209-004-0105-y
- Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability Evaluation in Industry*, 189(194), 4–7.
- Caldwell, B., Cooper, M., Guarino, L., & Vanderheiden, G. (2008). Web content accessibility guidelines (WCAG) 2.0. Retrieved from <http://travesia.mcu.es/portalnb/jspui/handle/10421/2546>
- Cooper, M., Limbourg, Q., Mariage, C., & Vanderdonck, J. (1999). Integrating Universal Design into a Global Approach for Managing Very Large Web Sites. In G.-F. I. GmbH (Ed.), *5th ERCIM Workshop on User Interfaces for All UI4All'1999* (Vol. 74). Dagstuhl, Germany. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01319626>
- Dumas, J. F., & Redish, J. C. (1993). *A Practical Guide to Usability Testing* (1st ed.). Westport, CT, USA: Greenwood Publishing Group Inc.
- ISO 9241-11:1998. Retrieved April 29, 2017, from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-1:v1:en>
- ISO/IEC 40500:2012. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:40500:ed-1:v1:en>
- Kinshuk, Patel, A., & Russell, D. (2000). A multi-institutional evaluation of Intelligent Tutoring Tools in Numeric Disciplines. *Educational Technology & Society*, 3.
- Lewis, C. H. (1982). *Using the "Thinking Aloud" Method In Cognitive Interface Design* (No. RC-9265). IBM.
- Lewis, J. R. (2002). Psychometric Evaluation of the PSSUQ Using Data from Five Years of Usability Studies. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 14(3–4), 463–488. doi:10.1080/10447318.2002.9669130
- Mark, M. A., & Greer, J. (1993). Evaluation Methodologies for Intelligent Tutoring Systems. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 4, 129–153.
- Mayhew, D. J. (1999). *The Usability Engineering Lifecycle: A Practitioner's Handbook for User Interface Design* (1st ed.). San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Nielsen, J., & Mack, R. L. (Eds.). (1994). *Usability Inspection Methods*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc.

- Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic Evaluation of User Interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 249–256). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/97243.97281
- Rosson, M. B., & Carroll, J. M. (2002). *Usability Engineering: Scenario-based Development of Human-computer Interaction*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Scriven, M. (1967). The Methodology of Evaluation. In R. Tyler, R. Gagné, & M. Scriven (Eds.), *Perspectives of Curriculum Evaluation, AERA Monograph Series on Curriculum Evaluation* (Vol. 1, pp. 39–83). Chicago: Rand McNally.
- Tullis, T., & Albert, W. (2008). *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Velleman, E., & Abou-Zahra, S. (2014). Website Accessibility Conformance Evaluation Methodology (WCAG-EM) 1.0. Retrieved May 30, 2017, from <https://www.w3.org/TR/2014/NOTE-WCAG-EM-20140710/>
- Vigo, M., Brown, J., & Conway, V. (2013). Benchmarking Web Accessibility Evaluation Tools: Measuring the Harm of Sole Reliance on Automated Tests. In *Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility* (p. 1:1–1:10). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2461121.2461124

8

Del uso a la Predicción

Este capítulo parte de la hipótesis que anticipar el éxito/fracaso del grupo favorecerá procesos de adaptación educativa en profesores y autorregulación en estudiantes para mejorar el progreso en el aprendizaje. Considerando esta hipótesis, el objetivo principal es crear modelos que permitan predecir el éxito/fracaso de los estudiantes desde etapas tempranas del curso. Conocer esta información facilitará la actuación del profesorado y alumnado para evitar el fracaso. Por un lado, el profesor podrá ajustar sus sesiones de enseñanza-aprendizaje y, por otro, el estudiante, al ser consciente de su situación académica, podrá tomar medidas para mejorar en la asignatura.

PresenceClick centraliza la información de los modelos de estudiante de tal modo que a partir de su uso en varios cursos permite descubrir modelos de predicción. Tal y como sugiere la literatura, tanto el estado emocional como la asistencia a las sesiones presenciales son dos variables que influyen fuertemente en los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Por ello, la información emocional y de asistencia captada por *PresenceClick* ha sido nuestro punto de partida.

En el estudio se ha considerado la información recogida durante dos cursos académicos en la asignatura de Programación Modular y Orientación a Objetos (PMOO) de la Facultad de Informática de San Sebastián. El análisis de los datos se ha realizado utilizando técnicas de minería de datos como análisis de componentes principales, matrices de transición de estados y árboles de decisión. Los resultados obtenidos permiten asegurar que, efectivamente, las emociones y la asistencia no son sólo dos factores directamente relacionados con el éxito/fracaso, sino que también permiten predecirlos.

En este capítulo las aportaciones de la tesis son los modelos de predicción basados en:

* Tablas de Predicción Probabilística que establecen la evolución durante el curso; Tablas de Predicción por Emociones (*Model of Predictions Results by Emotions, PRE Model*) y Tablas de Predicción por Asistencia (*Model of Predictions Results by Attendance, PRA Model*).

* Árbol de decisión que considera la información conjunta de Emociones y Asistencia (*Model of Prediction Results by combining Emotions and Attendance, PREA Model*).

Publicaciones y trabajos:

Ruiz, S., Urretavizcaya, Maite, & Fernández-Castro, Isabel. (2015b). Predicting students' outcome by interaction monitoring. In *Proceedings of the 8th International Conference on Educational Data Mining* (Springer., Vol. 9307, pp. 598–599).

8.1 Introducción

Desde los primeros Sistemas Tutores Inteligentes (STI) se puso interés en considerar el estado emocional del estudiante durante actividades de resolución de problemas con ordenador para descubrir su impacto inmediato en el aprendizaje (Ochs & Frasson, 2004; Koedinger & Corbett, 2006; Lehman et al., 2008; Woolf et al., 2009; Baker et al., 2010; McDuff et al., 2012; Pardos et al., 2013; Conati & Gutica, 2016). También se han explorado otras posibilidades como la predicción de las notas utilizando técnicas de minería de datos a las interacciones persona-ordenador en STI (Baker et al., 2004) o entornos virtuales de aprendizaje como Moodle (Delgado et al., 2006; Romero et al., 2009; Agudo-Peregrina et al., 2014). Otros trabajos se han centrado en la identificación del fracaso en la escuela superior a través de un amplio abanico de predictores como la personalidad, inteligencia y test de aptitud, resultados académicos, resultados previos en la escuela o datos demográficos (Touron, 1983; Herzog, 2005; Dekker et al., 2009; Kabakchieva, 2013; Pal & Pal, 2013). Sin embargo, no sucede lo mismo en los estudios relacionados con sesiones presenciales tradicionales, dejando a un lado la posibilidad de predecir el fracaso escolar.

También se ha identificado la correlación entre el progreso del estudiante y la asistencia. Esta relación puede servir de ayuda para deducir, por ejemplo, la participación o el nivel de comprensión de ciertos conceptos. Muchos trabajos han destacado la relación de la asistencia con las notas (Romer, 1993; Muir, 2009; Crede et al., 2010) e incluso la baja asistencia con una pobre motivación y una retentiva deficiente (Bowen et al., 2005). Finalmente, las interacciones que suceden en

sesiones de aprendizaje presenciales representan un factor clave para el desarrollo de habilidades del estudiante, y su éxito en el aprendizaje, especialmente en planteamientos de aprendizaje centrados en el estudiante (Bonwell & Eison, 1991).

De todos los aspectos mencionados se han considerado para el estudio dos variables, las emociones y la asistencia, que ya se identificaron como posibles predictores del éxito académico (Ruiz et al., 2015b). Los datos considerados en el estudio son los recogidos por los módulos *EmotionsModule* y *AttendanceModule* de la herramienta *PresenceClick*.

La estructura del capítulo es la indicada a continuación. En la sección 8.2 se caracteriza la muestra a estudio indicando el contexto, participantes, instrumentos y procedimiento llevado a cabo en la captura de los datos. En la sección 8.3, como paso previo al descubrimiento de los modelos de predicción, se realiza un proceso de validación de los datos obtenidos a través de la valoración del modelo TEAM para asegurar su corrección. El estudio de la muestra, y la descripción y validación de los modelos de predicción propuestos se exponen en la sección 8.4. Los resultados alcanzados con ambos modelos de predicción se recogen en la sección 8.5. Finalmente, la sección 8.6 resume el trabajo expuesto en este capítulo.

8.2 Caracterización de la muestra

El principal objetivo de esta sección es caracterizar adecuadamente la muestra a estudio estableciendo el contexto, participantes, instrumento y procedimiento.

8.2.1 Contexto y Participantes

Se analizaron los datos de dos cursos académicos, 2014/2015 y 2015/2016, en la asignatura PMOO de la Facultad de Informática de la UPV/EHU. PMOO es una asignatura de primero de carrera del Grado en Ingeniería Informática impartida en el segundo cuatrimestre. Esta asignatura presenta grandes tasas de absentismo, (tal vez incluso de fracaso) y por ello es fundamental poder identificar lo antes posible el fracaso para tomar medidas reparadoras.

Es importante indicar que esta asignatura ha permanecido estable en cuanto a profesorado, materia impartida (salvo modificaciones de laboratorios, pero con objetivos de aprendizaje similares), número de alumnos matriculados y porcentaje de alumnos asistentes. El hecho de que el profesorado haya sido el mismo ha facilitado la participación en el experimento. El número de alumnos matriculado ha sido 111 en 2014/2015 y 115 en 2015/2016. En el primer curso, 31 estudiantes nunca asistieron a clase y 13 asistieron a menos del 25% de las sesiones (hace un total del

40% del grupo). Esto sucede habitualmente con estudiantes que han abandonado o suspendido la asignatura previa de Programación Básica o estudiantes repetidores. En el segundo curso, los valores de baja asistencia son similares, 36 nunca asistieron y 12 lo hicieron en menos del 25% de las sesiones. Los alumnos con una asistencia mayor del 25% fueron 67 en los dos cursos, un total de 134. La Tabla 8-2 resume información de los dos cursos, incluyendo los resultados académicos.

Tabla 8-1. Información de contexto para los cursos 2014/2015 and 2015/2016

	Matricula	Asistencia	Resultados académicos		
			N.P.	Suspensos	Aprobados
2014/2015	111	67	50	27	34
		60%	45%	24%	31%
2015/2016	115	67	53	23	39
		58%	46%	20%	34%
Total	226	134	103	50	73

8.2.2 Instrumentos

La captura de datos se ha realizado a través del sistema *PresenceClick*. Por un lado, el módulo *EmotionsModule* instancia el modelo TEAM (presentado en el capítulo 5) y es el encargado de gestionar la información emocional de los estudiantes. Los eventos de captura emocional (ECE) diseñados por el profesorado son el instrumento directo de captura de información. Para este estudio sólo se utiliza la información cuantitativa asociada a las 12 emociones valoradas en una escala 6-Likert.

Por otro lado, el módulo *AttendanceModule* es el responsable de capturar en tiempo real la asistencia de los alumnos a través de la tarjeta universitaria y el dispositivo de control de asistencia. Las sesiones presenciales incluidas en el *AttendanceModule* a través de la información académica del calendario, horarios, aulas y laboratorios, son el instrumento que permite recoger adecuadamente los datos de asistencia. Estos valores pueden actualizarse también por los profesores en caso de olvidos de tarjeta o alguna otra incidencia. El valor de cada estudiante en cada sesión corresponde con un 0 si no asiste y con un 1 cuando asiste.

8.2.3 Procedimiento

Los eventos emocionales diseñados por el profesor estaban todos asociados a actividades realizadas en sesiones de laboratorio. En estas actividades de laboratorio los estudiantes ponen en práctica sus conocimientos y es cuando afloran con más claridad las emociones. Además, habitualmente en las clases prácticas la asistencia es más elevada y por tanto es posible contar con una captura de datos más significativa. Al final de cada sesión de laboratorio el profesor propone a los estudiantes que rellenen sus estados emocionales.

Durante el curso 2014/2015, el profesorado creó siete ECE con una participación de entre 38 estudiantes (los primeros) hasta 20 en el último. La participación va decreciendo progresivamente al mismo nivel que la asistencia. Por ejemplo, la asistencia media por sesión en los días previos al primer laboratorio fue de 63 estudiantes, mientras que en la última sesión (asistencia media desde el evento 6 al 7) sólo fue de 27. Eso implica que la participación, calculada dividiendo el número de respuestas entre la media de asistencia, fluctúa en total entre el 53% y el 74%. Durante el curso 2015/2016, el profesorado creó seis ECE (no propuso el evento que correspondería con el 2 del curso anterior) con valores de participación de entre 57 y 17 estudiantes. Como en el curso anterior la asistencia a las sesiones fue decreciendo de manera similar desde los 63 de la primera sesión a los 20 de la última. Sin embargo, la participación en los eventos ha sido mayor (al solicitar su respuesta en el propio laboratorio) oscilando entre el 69% y el 95%. La Tabla 8-2 recoge todos los datos referentes a la muestra.

Tabla 8-2. Información de la muestra para los cursos 2014/2015 and 2015/2016

		Eventos emocionales						
		1	2	3	4	5	6	7
2014/2015	Núm. respuestas	38	31	38	28	27	22	20
	Asistencia media	63	58	53	53	49	41	27
	%Participación	60%	53%	72%	53%	55%	54%	74%
2015/2016	Núm. respuestas	57	-	35	42	39	22	17
	Asistencia media	63	-	51	47	41	28	20
	% Participación	90%	-	69%	89%	95%	79%	85%

El proceso de captura de la asistencia se realiza en las aulas y el propio laboratorio a través de los dispositivos y las tarjetas. Las alumnas y alumnos según van entrando al laboratorio pasan sus tarjetas por encima del dispositivo que

alimenta en tiempo real los modelos de estudiante. Como ya se ha comentado, el profesor también puede intervenir a través de *AttendanceModule* para incluir manualmente a quienes no dispongan de su tarjeta por haberla olvidado, perdido, estar en trámite, etc.

8.3 Validación de la muestra

La complejidad del modelo emocional con 12 emociones diferentes que el estudiante tiene que medir en cada ECE solicitado conlleva un proceso de introspección que quizás no funcione como se espera. Esto, junto con la progresiva disminución de asistentes a lo largo del curso y que además la participación no es completa en todos los eventos, hace más complejo el tratamiento de los datos. Por ello, se ha realizado un estudio que valide la corrección de los datos emocionales de los estudiantes mediante un Análisis de Correlaciones y un Análisis de Componentes Principales (ACP) para verificar la corrección del modelo y confirmar que los datos son consecuentes con estados reales. Este análisis ha ayudado a examinar e interpretar la relación entre las variables observadas además de verificar si el estado emocional del grupo varía de curso a curso o si por el contrario su estabilidad nos permitirá agrupar datos para consolidar los modelos.

Se han agrupado las respuestas de todos los estudiantes en el primer curso a estudio y se han verificado las correlaciones entre las diferentes emociones. La Figura 8-1a muestra una visualización del Análisis de Correlaciones entre cada una de las variables del modelo. Mientras que los colores indican si la correlación es positiva (rojos) o negativa (azules), el tamaño establece que cuanto mayor sea la burbuja mayor será la correlación. Como se puede observar, existe una fuerte correlación entre las emociones de un mismo grupo, especialmente las positivas. Por ejemplo, la correlación entre el interés y la excitación es de 0,85 mientras que la frustración y el enfado es de 0,79. Por ello, se entiende que si un estudiante muestra emociones especialmente positivas no mostrará también muchas emociones muy negativas, o viceversa. El hecho de que el Análisis de Correlaciones no muestre inconsistencias apoya la hipótesis de la corrección de los datos (al menos para la mayoría de los estudiantes).

En cuanto al ACP, la Figura 8-1c muestra el porcentaje de influencia de una determinada combinación de variables emocionales que explicaría la mayor parte de la varianza (los coeficientes de importancia de las variables para cada dimensión son los vectores columna asociados a la tabla). Como se puede observar, el modelo con cuatro dimensiones explica el 90% de la variabilidad y con tres el 85%. Esto quiere decir que existe información redundante, debido a las correlaciones ya señaladas.

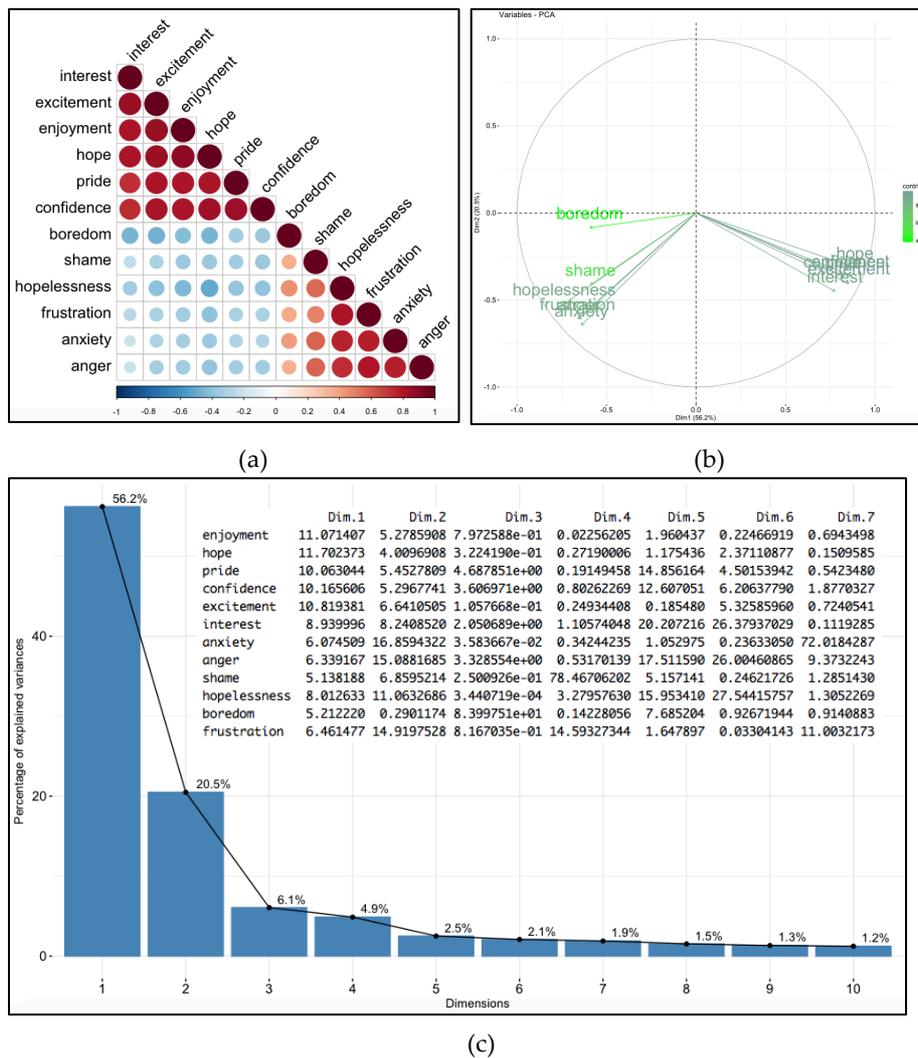


Figura 8-1. Análisis de Correlación y Componentes Principales para el curso 2014/2015

Además, se muestran las variables emocionales considerando las dos primeras dimensiones del ACP (Figura 8-1b), se observa que la distribución de las emociones negativas está situada en el tercer cuadrante mientras que las positivas en el cuarto, claramente diferenciadas. Dentro de las negativas la segunda dimensión distingue el aburrimiento de las otras y dentro de las positivas, aunque con pequeña variación, el interés. Una posible explicación de la diferencia podría ser que, aunque la actividad parezca interesante, se pueden tener emociones negativas en su realización tales como frustración o desesperanza. Sin embargo, si un estudiante

disfruta mientras hace una actividad es menos probable que se aburra o enfade. Observando las emociones negativas, el aburrimiento muestra un comportamiento diferente, que de nuevo tiene sentido ya que se puede considerar como la opuesta al interés. Un estudiante puede aburrirse en clase debido a que domina mucha la actividad realizada, la considera demasiado fácil y de ahí su falta de interés y sin embargo no mostrar otras emociones negativas.

Se ha repetido el proceso para el curso 2015/2016 con resultados similares. Las emociones muestran una gran correlación con las de su grupo, mientras que una correlación menor con las emociones del grupo contrario. El ACP muestra comportamientos similares a los del curso anterior, demostrando que el estado emocional del grupo de alumnos es estable a través de los cursos. Debido a ello, se considera que el modelo puede alimentarse cada curso con datos significativos para aprender con el fin de proponer predicciones más ajustadas.

8.4 Análisis de datos y predicción

Una vez validada la corrección y estabilidad de los datos, se ha estudiado cómo conseguir proyectar el comportamiento del grupo de estudiantes en cualquier momento del curso para predecir sus resultados finales. Para abordar el análisis en esta fase se ha partido de la hipótesis que “poder anticipar desde etapas tempranas del curso el estado emocional o la asistencia de los alumnos al final del curso, nos permitirá ofrecer a estudiantes y profesores un modelo de predicción del éxito/fracaso en la asignatura”. Considerando que *PresenceClick* es personalizable y que por tanto los datos almacenados de su uso pueden ser de distinta naturaleza, se han estudiado diferentes posibilidades y creado dos tipos de modelos de predicción: de interacción única y de combinación de interacciones. Siguiendo esta filosofía, el profesor siempre tendrá disponible algún modelo de predicción acorde a las interacciones registradas. Actualmente, los modelos de interacción única cubren la asistencia y las emociones por separado, mientras que el de combinación aglutina ambas junto con información derivada de la participación en los eventos de captura de emociones.

En el caso de los modelos de interacción única, se presenta un método progresivo de predicción a través de matrices de transición de estados basándose bien en las emociones o en la asistencia. El modelo de combinación de interacciones se basa en árboles de decisión.

8.4.1 Modelos de interacción única: Matrices de Transición de Estado

El proceso seguido tanto para las emociones como para la asistencia es similar, así que en los siguientes apartados se explica en detalle el análisis y obtención del modelo para las emociones. Para la asistencia simplemente se presenta un resumen de características. Los modelos obtenidos se han denominado PRE Model (*Model of Prediction Results by Emotions*) y PRA Model (*Model of Prediction Results by Attendance*).

El objetivo principal del análisis es doble: (a) descubrir patrones de comportamiento emocional a través del curso, y (b) estudiar la viabilidad de predecir el éxito/fracaso de los alumnos. Con el fin de realizar un análisis más ajustado y facilitar la comparación entre los dos cursos, se ha eliminado el evento 2 del primer curso, utilizando así los seis eventos que se producen en los mismos períodos del curso. Se renombran los seis eventos del 1 al 6.

8.4.1.1 Evolución emocional

En este apartado se presenta el estudio de la evolución del estado emocional de los estudiantes con el fin de proyectarlo al final del curso (en el último evento). El *estado emocional de un estudiante k en un ECE i* (s_{ki}) se ha calculado restando la suma de los valores dados a las *emociones positivas* en el evento (p_j , siendo j las 6 emociones positivas) menos la suma de las 6 *emociones negativas* (n_j , siendo j las 6 emociones negativas). Se puede formalizar s_{ki} con la expresión (a).

$$s_{ki} = \sum_{j=1}^6 p_j - \sum_{j=1}^6 n_j \quad \text{Expresión (a)}$$

Los valores obtenidos fluctúan entre el -30 (muy negativo, con las 6 emociones positivas puntuadas a 1 y las 6 negativas a 6) y el 30 (muy positivo, con las 6 positivas puntuadas a 6 y las 6 negativas a 1). Se aborda el problema de la no participación en un evento i flotando el último valor capturado j ($1 \leq j < i$). Es decir, si un alumno ha participado en el evento 2 pero no en el 3, se considerará los valores emocionales del evento 2 para el evento 3. Si sólo hubiera participado en el evento 1 el valor de ese evento se retoma en el evento 2 y en el evento 3. Los estudiantes sin contestación alguna a los ECE se les asigna un valor de -40. Según los valores s_{ki} , los alumnos se clasifican en cuatro grupos: los de valor -40 (NR), los negativos con valores entre -30 y menores que -9 (Neg), los ambiguos con valores entre -9 y 9 (Amb) y finalmente los positivos con valores mayores de 9 y hasta 30 (Pos). Considerando el número de estudiantes situados en cada uno de estos grupos en un evento i determinado, se obtiene el *estado emocional de la clase en ese evento i*, x_i . El estado emocional x_i es un vector con el número de estudiantes situados en cada uno de los grupos tal y como se formula en la expresión (b).

$$x_i = (nNR, nPos, nAmb, nNeg)$$

Expresión (b)

En un paso preliminar se han obtenido las *tablas de Transición de un evento 'i' al siguiente 'i+1'* (Tt_{i+1}). Estas tablas son las matrices de transición de estados con la probabilidad de que estando en un estado emocional se pase a cualquiera de los estados emocionales en el siguiente evento. La suma de probabilidades de cada fila es 1, lo que implica que los vectores fila presentan la distribución de probabilidad condicionada de que estando en el estado emocional del evento 'i' se pase a cualquier otro estado emocional en el evento 'i+1'.

La Figura 8-2 muestra la matriz de transición de estados de cambio emocional entre el evento 3 y el 4 (Tt_{34}) en ambos cursos. Cada celda indica la probabilidad de que estando en el evento 3 en un determinado estado emocional se pase en el evento 4 a un estado cualquiera. El color de la celda está entre el rojo (cuando la probabilidad es muy baja) y el verde (cuando es muy alta) en una graduación continua ajustada a los valores. Cualitativamente, las distribuciones por filas son muy similares, tal y como se observa por los colores. Las diferencias porcentuales son atribuibles a la diferencia de alumnos en ambos cursos. Es decir, el comportamiento del grupo en la asignatura de PMOO parece estable en estos cursos.

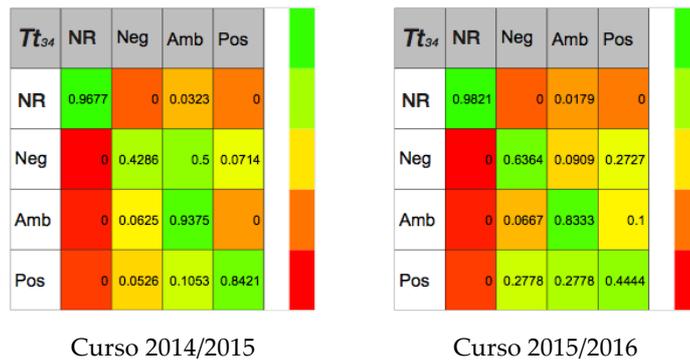


Figura 8-2. Tablas de transición del evento 3 al 4 (Tt_{34}) en ambos cursos

A partir de las tablas de transición, se han obtenido las *tablas Evolutivas desde cualquier evento i al último evento n* (Et_{in}). Por ejemplo, siendo para la muestra n=6 (6 ECE), si se quisiera obtener la tabla Evolutiva desde el evento 1 (Et_{16}) se tendría que multiplicar todas las tablas de transición entre eventos desde la 1 a la 6, es decir, $Et_{16} = Tt_{12} * Tt_{23} * Tt_{34} * Tt_{45} * Tt_{56}$. La tabla Evolutiva desde el evento 2 sería $Et_{26} = Tt_{23} * Tt_{34} * Tt_{45} * Tt_{56}$, mientras que la del 5 sería $Et_{56} = Tt_{56}$. Esto es, se puede obtener una expresión general que defina las tablas Evolutivas, tal y como se indica en la expresión (c).

$$Et_{in} = \prod_{j=i}^{n-1} T_{jj+1} \quad |i \in (1..n-1) \wedge n = 6 \quad \text{Expresión (c)}$$

El mapa de calor de la Figura 8-3 muestra las cinco tablas evolutivas para ambos cursos.



Figura 8-3. Mapa de calor de las tablas Evolutivas para 2014/2015 y 2015/2016

Como puede observarse a simple vista la distribución de probabilidad expresada por colores es muy similar en ambos cursos incluso aunque la muestra no es muy grande y teniendo más respuestas en el segundo curso. La diferencia más destacada es que el alumnado positivo es más estable en el curso 2014/2015. Las tablas indican que según va avanzando el curso los cambios emocionales decrecen. También se puede deducir que los alumnos negativos pasan por un estado de ambigüedad antes de ser positivos y viceversa. Así pues, se asume que el comportamiento emocional en general es similar en ambos cursos para la asignatura en cuestión, aunque los alumnos sean distintos.

8.4.1.2 Tabla Emociones/Resultados

En esta sección se estudia la transición entre el último estado emocional y los resultados obtenidos por los estudiantes en la asignatura, para ello se obtiene la tabla de Emociones/Resultados (ERt). De forma semejante a las tablas de Transición, las tablas ERt expresan las probabilidades de que estando en un determinado estado emocional al final del curso (fila) se obtenga un determinado resultado en la asignatura (columna). Los resultados de los alumnos también se clasifican en cuatro grupos: los que no se presentan (NP), los que suspenden (Sus), los aprobados con notas menores de 7 (Ap) y los aprobados altos que aprueban con notas iguales o superiores a 7 (No-So). Por supuesto, se consideran fracaso los dos primeros grupos

y éxito los dos últimos. La Figura 8-4a y Figura 8-4b muestran los resultados para cada uno de los cursos a estudio y la Figura 8-4c los resultados en conjunto.

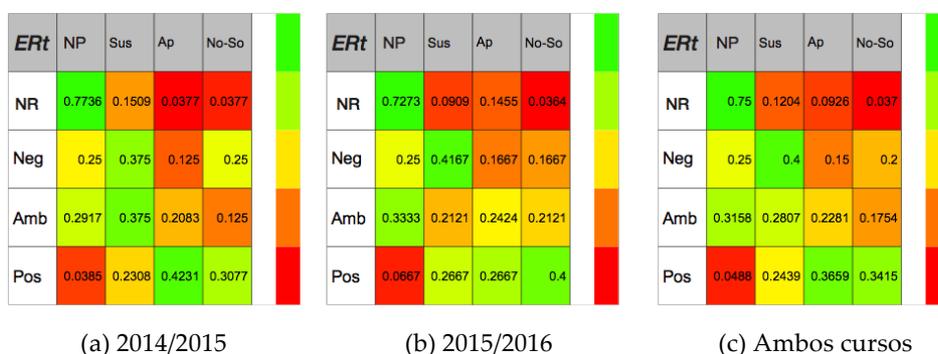


Figura 8-4. Tabla Emociones/Resultados (ERT).

Por ejemplo, en el curso 2014/2015 (Figura 8-4a), la probabilidad de que un estudiante que no hubiera respondido a ningún evento emocional fracasara era del 92% (Fracaso= NP + Sus= 0.7736 + 0.1509) mientras que para los que tenían un estado emocional negativo era del 62,5%. Por el contrario, la probabilidad de éxito de estudiantes positivos es del 73% (Éxito= Ap + No-So= 0.4231+0.3077), mientras que los ambiguos tienen mayor probabilidad de fracasar con un 67%. En el curso 2015/2016 el modelo cambia un poco al ser probablemente una muestra más grande que el curso anterior. En este curso la probabilidad de fracasar de los negativos emocionalmente es del 67% y la probabilidad de éxito de los positivos también es del 67%.

Finalmente, agrupando los datos de los dos cursos, se obtiene un único modelo que permitirá predicciones futuras desde el primer evento del curso. Con la información de la Figura 8-4c se identifica un grupo importante de alumnos en riesgo de fracaso: el 87% de los que no responden, el 65% de los negativos emocionalmente y el 60% de los ambiguos. Por el contrario, para los estudiantes que han mostrado un estado más positivo su probabilidad de éxito es del 71%.

En el caso de la asistencia, se han clasificado a los estudiantes en cuatro grupos, como para las emociones. En este caso los cuatro grupos creados se normalizaban sobre valores porcentuales obteniendo los que asisten menos del 25%, entre el 25% y menos del 60%, entre el 60% y menos del 80%, y los que asisten a partir del 80%. Se han obtenido igualmente seis estados de asistencia coincidiendo con las fechas de los seis ECE. El valor se ha calculado con la asistencia acumulada desde el primer día hasta la fecha de cada estado. El comportamiento es prácticamente el mismo en ambos cursos. Es de mencionar que los estudiantes del grupo entre el 60% y 80% de asistencia antes de llegar al ecuador del curso tienen una probabilidad mayor de no

asistir en las siguientes sesiones. Considerando esta información y su relación con los resultados en la asignatura, la tabla de Asistencias/Resultados (ARt) para los dos cursos proporciona resultados similares siendo la probabilidad de éxito de un 73% para aquellos estudiantes que asisten más del 80% de las clases y de fracaso del 84% para los que no asisten.

8.4.1.3 Prediciendo el éxito/fracaso

A partir del estado emocional i (x_i) y la tabla Evolutiva correspondiente (Et_{in}) es posible obtener una predicción del estado emocional en el último evento n (x'_{in}). Esta predicción se resume de manera general con la expresión (d).

$$x'_{in} = x_i \cdot Et_{in} \quad | \quad i \in (1..n-1) \wedge n = 6 \quad \text{Expresión (d)}$$

A partir de la predicción emocional x'_{in} y la tabla ERt , se puede obtener en una tabla de Predicción a partir del evento ' i ' (Pt_i), los resultados del grupo de estudiantes. Es decir, una tabla con valores concretos del número de alumnos en riesgo o no de fracaso. La expresión (e) recoge formalmente el proceso llevado a cabo para obtener la tabla de predicción.

$$Pt_i = ERt \cdot x'_{in} \quad | \quad i \in (1..n) \wedge n = 6 \quad \text{Expresión (e)}$$

En primera instancia se trató de predecir los resultados del segundo curso (2015/2016) a partir de los modelos obtenidos en el primer curso (2014/2015). Sin embargo, dado que la muestra no era todavía significativa y no se obtuvieron predicciones precisas se han unido los dos conjuntos de datos en uno y se ha segmentado la muestra total en dos grupos: 2/3 para el entrenamiento (152 estudiantes) y 1/3 para la validación (74 estudiantes). A partir de la muestra de entrenamiento se volvieron a calcular las tablas Et_i y Pt_i . Con la nueva información para cada evento emocional se obtuvieron las tablas de Predicción Pt_i (Figura 8-5). Junto a estas tablas se puede ver también la distribución de resultados reales para el grupo de validación.

En cada una de las tablas de Predicción cada celda representa el número exacto de alumnos que se predicen en cada rango de resultados (NP, Sus, Ap, No-So) según su estado emocional final calculado. En la última columna, se puede observar la predicción del estado emocional del grupo al final del curso. Por ejemplo, en el primer evento se predice una distribución de 33 sin responder, 7 negativos, 20 ambiguos y 14 positivos. Por tanto, ya desde el primer evento, se predice con bastante precisión el estado emocional final del grupo (36 no respondidos, 6 negativos, 18 ambiguos y 14 positivos). La última fila muestra los resultados predichos del grupo, cuya distribución en cada evento se predice con bastante precisión. Es decir, en el primer evento, se predicen 32 no presentados, 18 suspensos (de los cuales 4 no habrán respondido a ningún evento del curso, 3 se mostrarán

negativos al final, 7 ambiguos y 4 positivos), 14 aprobados y 10 notables/sobresalientes. De manera equivalente se obtienen las tablas de predicción para la asistencia.

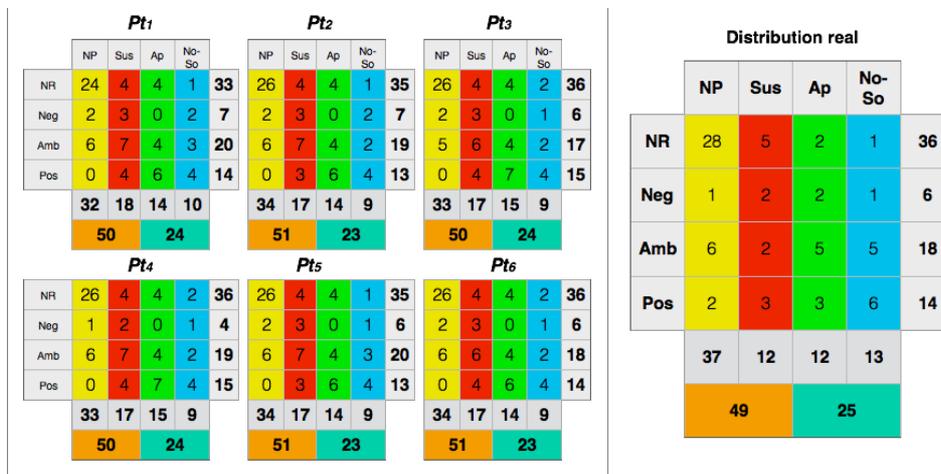


Figura 8-5. Distribución de resultados en todas las tablas de Predicción y tabla de distribución real

8.4.2 Modelo de combinación de interacciones: Árboles de decisión

El modelo de predicción PREA (*Model of Prediction Results by combining Emotions and Attendance*) utiliza árboles de decisión para predecir el éxito/fracaso de los estudiantes utilizando los datos de asistencia y emociones. Se ha utilizado la definición del estado emocional de un alumno descrito en la sección 8.4.1.1 con la expresión (a) y todos los datos fueron normalizados a una escala porcentual con el fin de unificar/facilitar los procesos de decisión. Por lo que los alumnos negativos se correspondían con aquellos valores entre el 0 y menos del 35%, los ambiguos entre el 35% y 65% y los positivos con los mayores del 65%. En esto caso, la variable a predecir es el éxito o fracaso que contempla dos valores: FRACASO (FR) para los que abandonan o suspenden y ÉXITO (EX) para los que aprueban. Además de los datos directos considerados y con el objetivo de ajustar mejor las predicciones, se estudiaron otras variables como los alumnos repetidores, la participación a eventos emocionales, emociones positivas y negativas por separado, etc. Finalmente, fueron tres las variables consideradas: el estado emocional de los estudiantes, la asistencia global de los mismos y su participación en los eventos emocionales.

La Figura 8-6 presenta el árbol de decisión para el conjunto de los dos grupos (los valores mostrados indican el número de fracasos y el número de éxitos en cada

una de las ramificaciones. Los datos corresponden a 153 fracasos y 73 éxitos, tal y como queda reflejado en la raíz del árbol. En cada hoja del árbol los números en verde y subrayado corresponden con alumnos que el modelo clasifica correctamente (en ramificación de FRACASO el valor de la izquierda y en ramificación de ÉXITO el de la derecha). Los números en rojo se corresponden con los valores que el modelo no clasifica correctamente. En total son 38 fallos frente a los 188 aciertos, es decir un 17%.

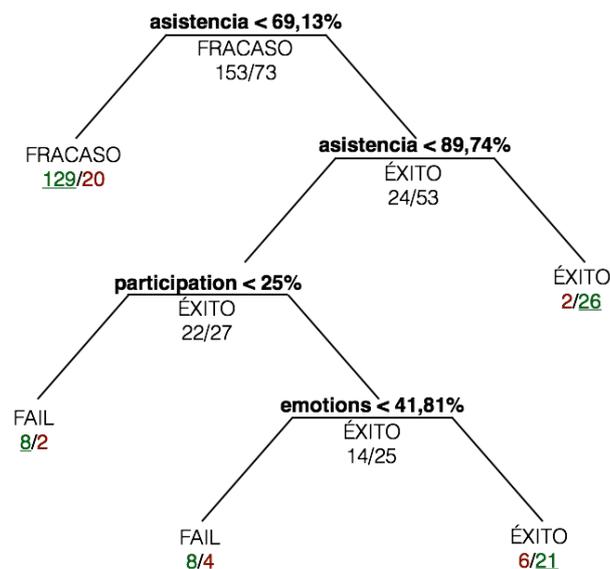


Figura 8-6. Árbol de decisión para el conjunto de los dos cursos

En la primera ramificación el árbol separa aquellos estudiantes que han asistido a menos del 69,13% de las clases, indicando que de los 153 estudiantes que fracasan, el modelo logra colocar correctamente a 129, asumiendo 20 alumnos como falsos negativos. En la última ramificación relativa a las emociones cuando el estado emocional se sitúa por encima del 41,81% (todos los positivos y gran parte de los ambiguos) se sitúan correctamente 21 como éxito, siendo 6 los falsos positivos. Para el resto (todos los negativos y una pequeña parte de los ambiguos) a 8 se clasifica como fracaso correctamente mientras que se asumen 4 falsos negativos.

Este modelo permitirá predecir el éxito/fracaso del alumno en cada evento de un nuevo curso, teniendo en cuenta la asistencia acumulada hasta el momento junto a su estado emocional actual. Para comparar este modelo con las tablas de Predicción, se ha utilizado el mismo grupo de entrenamiento y de validación para su verificación. La Tabla 8-3 presenta las matrices de confusión obtenidas sobre la

muestra de validación en cada ECE a partir del modelo presentado mediante el árbol de decisión.

Tabla 8-3. Matrices de confusión para la muestra de validación en cada estado ECE

		Predicciones												
		ECE1		ECE2		ECE3		ECE4		ECE5		ECE6		
		FR	ÉX	FR	ÉX	FR	ÉX	FR	ÉX	FR	ÉX	FR	ÉX	
Real	FR	34	15	39	10	37	12	37	12	40	9	45	4	
	ÉX	4	21	9	16	5	20	6	19	9	16	10	15	25
		38	36	48	26	42	32	43	31	49	25	55	19	74

Estas matrices muestran las predicciones del éxito/fracaso de los estudiantes en cada evento en comparación a lo que realmente ocurre. Cada columna de los eventos representa el número de predicciones de cada clase (fracaso o éxito), mientras que cada fila representa las instancias en la clase real. La última columna representa el número real de fracasos y éxitos, mientras que la última fila representa el número total de fracasos y éxitos obtenidos en cada predicción. Por ejemplo, del total de 49 fracasos y 25 éxitos reales, en el primer evento se predicen 38 fracasos y 36 éxitos. De los 38 fracasos, 34 se predicen correctamente mientras que 4 eran éxitos, y de los 36 éxitos, 21 se predicen correctamente mientras que 15 finalmente fracasaron.

8.5 Resultados y discusión

A parte de las diferencias de enfoque por interacción única y combinada, los modelos propuestos enfocan la predicción desde diferentes perspectivas. Los modelos de interacción única ofrecen resultados probabilísticos generales asociados al estado emocional, mientras que el modelo por combinación de interacciones indica directamente el éxito o fracaso de cada alumno según su información de asistencia y emociones.

Por un lado, para el modelo de interacción única, dado un estado emocional o un estado de asistencia, el resultado es un vector de probabilidades asociado a la fila del Pt_i correspondiente. Si en el evento 3 el estudiante k está en el estado emocional ambiguo (Amb), lo más probable es que siga en dicho estado al final del curso, con un 66,4% de probabilidad, como vemos en la Figura 8-7a (Et_{36}). Es decir, en el

recuadro de la figura se puede ver que el alumno k , según la distribución del grupo, tiene una probabilidad muy baja de pasar a negativo (10,3%), algo más alta de pasar a positivo (23,3%) y la mayor para seguir como ambiguo (66,4%). Con esa distribución, se puede ver en el recuadro de la Figura 8-7b (ERT), que el alumno estando en un estado emocional Amb tiene una probabilidad del 66,7% de fracasar y un 33,3% de tener éxito. Por tanto, a este estudiante le convendría reflexionar y procurar mejorar su estado, ya que en un estado emocional positivo (Pos) las probabilidades de fracaso se reducen al 26% y las de éxito se incrementan al 74% (última fila del ERT).

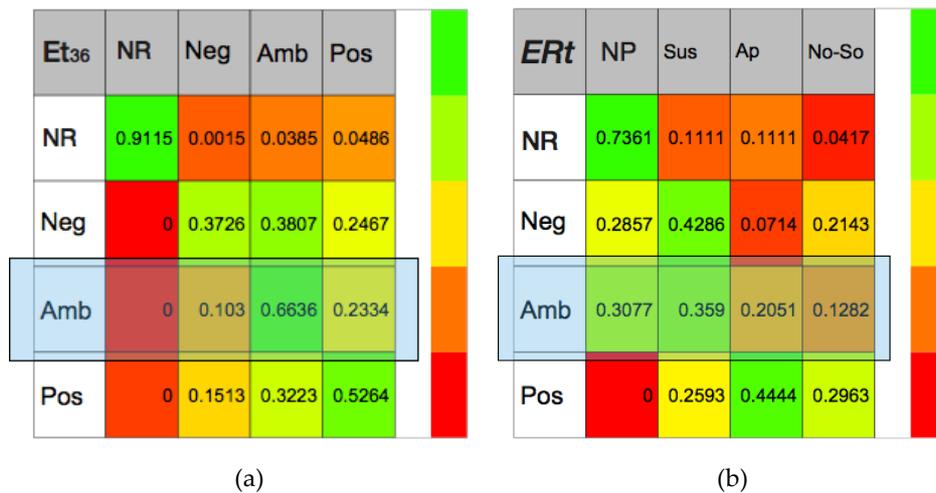


Figura 8-7. Tabla de evolución del evento 3 al 6 (Et_{36}) y Tabla de Emociones/Resultados (ERT) para la muestra de entrenamiento usada en predicciones

En cuanto a las predicciones sobre el grupo de validación realizadas, y mostradas en la Figura 8-5, se observa que aunque el número exacto de alumnos en cada celda no se ajusta totalmente a la distribución real, la distribución de las predicciones del estado emocional (última columna) y de los resultados (última fila) están muy cercanas a los valores reales. Por ejemplo, en cuanto a los estados emocionales, en el evento 3, se predicen 36 alumnos que no responderán a ningún evento, 6 negativos, 17 ambiguos y 15 positivos. Comparando estos valores con la distribución real, se observa que solo difiere en que se predice un alumno como positivo mientras que finalmente es ambiguo. Para la predicción de los resultados (éxito/fracaso), la predicción en el mismo evento 3 también difiere sólo en un estudiante. En la última fila se indica que 50 estudiantes fracasarán y 24 tendrán éxito, frente a los 49 y 25 que en la realidad fracasaron y tuvieron éxito respectivamente. En cuanto a los resultados en los 4 grupos, aunque hay estudiantes predichos como suspendidos que finalmente abandonan, se considera que no es

relevante esa desviación ya que ese grupo de estudiantes sigue estando en riesgo de fracaso. Lo mismo sucede entre los grupos de aprobados y los notables/sobresalientes, siendo algunas predicciones de aprobados finalmente excelentes. Mirando las predicciones en su conjunto hay más predicciones de fracaso de lo que indican los resultados reales, especialmente en estudiantes con estados emocionales ambiguos.

Para asegurar la homogeneidad de la distribución obtenida para cada evento en las tablas de Predicción Pt, se ha aplicado el test de homogeneidad Chi-cuadrado obteniendo un p-value de 0,99 para la penúltima fila siendo los valores para el primer evento 32, 18, 14 y 10 (Figura 8-5). Además, se obtuvo un p-value de 1 para la última columna siendo los valores del primer evento 33, 7, 20 y 14. En conclusión, todas las distribuciones obtenidas son homogéneas y no se deben al azar.

Asimismo, para la predicción de resultados considerando exclusivamente la asistencia se obtienen buenos resultados. Pero también sucede que se predice más fracaso del real (alrededor de 5) mientras que se predice como aprobados a estudiantes que finalmente obtienen notable o sobresaliente (alrededor de 3).

Por otro lado, para el modelo por combinación de interacciones, la Figura 8-8 muestra el árbol de decisión para la muestra de entrenamiento utilizada para las predicciones (que, como se puede observar en la Figura 8-6, es muy similar al árbol obtenido con la unificación de los datos de los dos cursos).

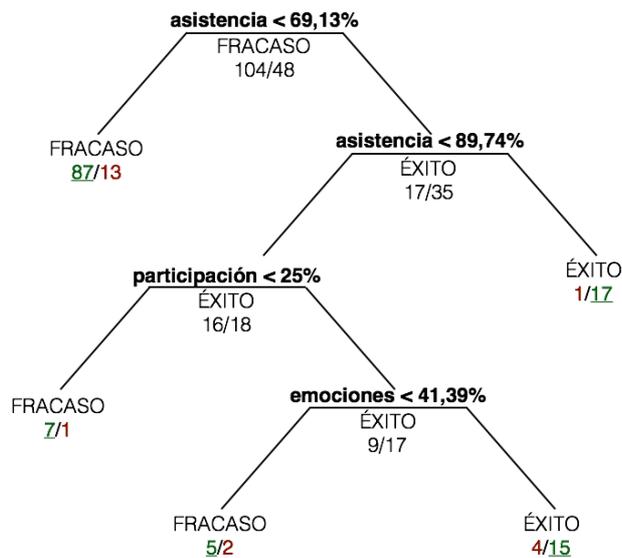


Figura 8-8. Árbol de decisión para la muestra de entrenamiento usada en predicciones

La muestra de entrenamiento está compuesta por dos terceras partes del conjunto de los alumnos (152, de los cuales 104 fracasan y 48 tienen éxito), y que junto a los alumnos incluidos en el grupo de validación (74) forman los 226 alumnos de los cursos 2014/2015 y 2015/2016. Si un alumno ha ido a menos del 69,13% de asistencia, fracasará en la asignatura con un 87% de certeza (el modelo clasifica correctamente 87 alumnos de 100 en esta ramificación, siendo un 13% de alumnos realmente aprobados). En cambio si el alumno asiste a más del 89,74% el modelo predice su éxito (con un 94,4% de certeza, 17 de 18). Si su asistencia está entre el 69,13% y el 89,7%, su participación en los eventos es mayor que el 25% y su estado emocional es superior al 41,39% (positivo o ambiguo con valores altos), entonces el árbol predice que aprobará (con un 78,9% de certeza).

En cuanto a las predicciones sobre el grupo de validación realizadas, este modelo aporta resultados desiguales según el momento del curso en el que nos encontremos (Tabla 8-3). Mientras que al inicio del curso en el primer evento, las predicciones del éxito de los alumnos se acercan considerablemente a la realidad (21 de 25 alumnos se predicen correctamente, un 84%) al final del curso son los fracasos los que se predicen con mayor exactitud (45 de 49, un 91,8%).

En general, la tendencia de las predicciones se encamina a una mayor exactitud según avanza el curso considerando especialmente los fracasos. En el evento uno, la precisión (*precision*) es del 89,5% y la cobertura (*recall*) del 69,4% (F_1 score= 78,2%), mientras que en el último evento la precisión es del 81,8% y la cobertura del 91,8% (F_1 score= 86,5%). En el primer evento un 30% de los alumnos que finalmente fracasan son predichos como éxito (15 de 49), sin embargo, en el último evento este dato desciende hasta el 8,2% (4 de 49). Por ello, se puede concluir que el modelo es adecuado con limitaciones para descubrir los alumnos en riesgo de fracaso, sobre todo cuando el curso está más avanzado. Para puntualizar los resultados de predicción, se han estudiado para el último evento las malas predicciones. De los 4 falsos positivos, uno había asistido al 91% de las clases (yéndose por la segunda ramificación del árbol al éxito aunque finalmente no se presentó), y los otros tres llegaron hasta la cuarta ramificación decantándose por el éxito dado que sus emociones eran ambiguas altas o positivas (aunque la de uno de ellos era exactamente de 41,6%). De los 10 falsos negativos, 4 alumnos con una nota inferior a 6, otros 5 asistieron menos del 79% de las sesiones, y 1 era repetidor con una única respuesta a un evento emocional. En cualquier caso, es necesario seguir alimentando el modelo para su refinamiento y ajuste.

8.6 Resumen y Conclusiones

Partiendo de la hipótesis de que anticipar el éxito/fracaso del grupo en etapas tempranas del curso favorecerá procesos de autorregulación en profesores y estudiantes para mejorar el progreso en el aprendizaje, el objetivo principal en este capítulo ha sido presentar modelos de predicción sobre los resultados de éxito/fracaso. Para ello, se han estudiado cuáles serían las variables más significativas a considerar en estos modelos. Las emociones de los estudiantes se han considerado esenciales en muchos campos del saber desde la neurociencia a la inteligencia emocional concluyendo que un buen ambiente emocional en clase es un factor de éxito en las experiencias de aprendizaje. Otro aspecto que se ha demostrado fundamental en el proceso de aprendizaje del estudiante es la asistencia a las sesiones presenciales de enseñanza-aprendizaje. Como la influencia en el aprendizaje de las emociones y la asistencia es un hecho, se han considerado éstas como variables de interés en el proceso de obtención de los modelos de predicción. Sin embargo, no todos los profesores registran ambas interacciones y por ello es interesante descubrir modelos ajustados a sólo asistencia, sólo emociones y quizás, el que combina ambas.

En el desarrollo de los modelos se ha considerado como muestra de trabajo la información recogida por el sistema *PresenceClick* a través de los módulos *EmotionsModule* y *AttendanceModule*. La captura de datos se hizo durante dos cursos académicos en la asignatura de Programación Modular y Orientación a Objetos del grado de Ingeniería Informática de la Facultad de Informática de San Sebastián.

Inicialmente se realizó un proceso de validación especialmente enfocado a los datos de emociones expresados a través del modelo TEAM asumido en *PresenceClick*. La validación de los datos se realizó mediante el estudio de correlaciones y análisis de componentes principales. Ambos estudios han corroborado que las muestras de los dos cursos no incluyen inconsistencias; las emociones positivas están correlacionadas, las negativas entre ellas, y entre positivas y negativas hay algo de correlación inversa.

Dado que los datos obtenidos de *PresenceClick* pueden generar diversas combinaciones de interacciones, se han propuesto dos tipos de modelos: de interacción única y de combinación de interacciones. De esta forma, nos aseguramos de ofrecer algún modelo de predicción según las necesidades de cada asignatura. Como modelos de interacción única se proponen las tablas de Predicción (Pt_i) que se basan en el progreso del estado de los estudiantes a través del curso en una interacción concreta. Este progreso se ha formulado mediante *tablas de Evolución* (Et_{in}) que junto con el "estado emocional" o "estado de asistencia" en algún momento del curso (evento i), puede *predecir el estado al final del curso* mediante Matrices de

Transición de Estados. Además, las *tablas Emociones/Resultados (ERt)*, o en su caso *Asistencia/Resultados (ARt)*, relacionan probabilísticamente hablando el estado de los estudiantes al final del curso con el éxito/fracaso en la asignatura. Este proceso ha permitido obtener las *tablas de Predicción (Pt_i)* desde cualquier evento *i* del curso (incluso siendo $i=1$, el primer evento). Estos modelos de interacción única se han denominado PRE (*Model of Predictions Results by Emotions*) y PRA (*Model of Predictions Results by Attendance*). Por su parte, para analizar la combinación de interacciones, se proponen los árboles de decisión, donde se ha considerado como variables conjuntamente las emociones, la asistencia y la participación en los eventos emocionales. Esta combinación ha dado lugar al modelo denominado PREA (*Model of Predictions Results by combining Emotions and Attendance*). La generación de distintos modelos ofrece la posibilidad de combinarlos para obtener mejores predicciones. Esta posibilidad se estudiará en líneas futuras. Así como la influencia que el tipo de asignatura, profesores o estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizadas puedan producir en la construcción de los modelos con el fin de mejorar las predicciones.

Para verificar tanto los modelos de interacción única como el de combinación de interacciones se ha utilizado como muestra la información de los dos cursos académicos juntos. En ambos casos se ha utilizado 2/3 de la muestra para entrenamiento y 1/3 para validación. Como conclusión, se puede interpretar que ambos modelos son indicadores adecuados para detectar estudiantes en riesgo de fracaso. Por tanto, pueden ayudar a futuros estudiantes en un proceso de concienciación y reflexión sobre su situación de aprendizaje a partir de su estado emocional y su asistencia. Así como propiciar intervenciones de los profesores para adaptar los procesos de enseñanza-aprendizaje con el fin de mejorar los resultados de los estudiantes en riesgo de fracaso. Por ello, se considera que la necesidad detectada en el capítulo 1 sobre conocer los alumnos en riesgo mediante modelos de predicción se puede cubrir alimentando los modelos curso a curso. La estabilidad demostrada en las muestras, permitirá mejorar los modelos para futuras predicciones (*reqPredicción*).

Referencias

- Agudo-Peregrina, Á. F., Iglesias-Pradas, S., Conde-González, M. Á., & Hernández-García, Á. (2014). Can we predict success from log data in VLEs? Classification of interactions for learning analytics and their relation with performance in VLE-supported F2F and online learning. *Computers in Human Behavior*, *31*, 542–550. doi:10.1016/j.chb.2013.05.031
- Baker, R., Corbett, A., & Koedinger, K. (2004). Detecting Student Misuse of Intelligent Tutoring Systems. In J. Lester, R. Vicari, & F. Paraguaçu (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems* (Vol. 3220, pp. 531–540). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-30139-4_50
- Baker, R. S. J. d., D’Mello, S. K., Rodrigo, M. M. T., & Graesser, A. C. (2010). Better to be frustrated than bored: The incidence, persistence, and impact of learners’ cognitive–affective states during interactions with three different computer-based learning environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, *68*(4), 223–241. doi:10.1016/j.ijhcs.2009.12.003
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. Wiley.
- Bowen, E., Price, T., Lloyd, S., & Thomas, S. (2005). Improving the Quantity and Quality of Attendance Data to Enhance Student Retention. *Journal of Further and Higher Education*, *29*(4), 375–385.
- Conati, C., & Gutica, M. (2016). Interaction with an Edu-Game: A Detailed Analysis of Student Emotions and Judges’ Perceptions. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *26*(4), 975–1010. doi:10.1007/s40593-015-0081-9
- Crede, M., Roch, S. G., & Kieszczynka, U. M. (2010). Class Attendance in College: A Meta-Analytic Review of the Relationship of Class Attendance With Grades and Student Characteristics. *Review of Educational Research*, *80*(2), 272–295. doi:10.3102/0034654310362998
- Dekker, G., Pechenizkiy, M., & Vleeshouwers, J. (2009). Predicting Students Drop Out: A Case Study. In *EDM* (pp. 41–50).
- Delgado, M., Gibaja, E., Pegalajar, M., & Pérez, O. (2006). Predicting students’ marks from Moodle logs using neural network models. *Current Developments in Technology-Assisted Education*, *1*, 586–590.
- Herzog, S. (2005). Measuring Determinants of Student Return VS. Dropout/Stopout VS. Transfer: A First-to-Second Year Analysis of New Freshmen. *Research in Higher Education*, *46*(8), 883–928. doi:10.1007/s11162-005-6933-7
- Kabakchieva, D. (2013). Predicting Student Performance by Using Data Mining Methods for Classification. *Cybernetics and Information Technologies*, *13*(1), 61. doi:10.2478/cait-2013-0006

- Koedinger, K. R., & Corbett, A. T. (2006). Cognitive tutors : technology bringing learning science to the classroom, 61–77.
- Lehman, B., Matthews, M., D’Mello, S., & Person, N. (2008). What are you feeling? Investigating student affective states during expert human tutoring sessions. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 50–59). Springer. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-69132-7_10
- McDuff, D., Karlson, A., Kapoor, A., Roseway, A., & Czerwinski, M. (2012). AffectAura: an intelligent system for emotional memory. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 849–858). ACM. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2208525>
- Muir, J. (2009). Student Attendance: Is It Important, and What Do Students Think? *Transactions*, 6(2), 50–69. doi:10.11120/tran.2009.06020050
- Ochs, M., & Frasson, C. (2004). Emotionally Intelligent Tutoring Systems (EITS). In V. Barr & Z. Markov (Eds.), *FLAIRS Conference* (pp. 251–256). AAAI Press. Retrieved from <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/flairs/flairs2004.html#OchsF04>
- Pal, A. K., & Pal, S. (2013). Data Mining Techniques in EDM for Predicting the Performance of Students. *International Journal of Computer and Information*, 2(Issue 06), 1110–1116.
- Pardos, Z. A., Baker, R. S. J. D., San Pedro, M. O. C. Z., Gowda, S. M., & Gowda, S. M. (2013). Affective states and state tests: investigating how affect throughout the school year predicts end of year learning outcomes. In *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 117–124). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2460296.2460320
- Romer, D. (1993). Do students go to class?: Should they? *The Journal of Economic Perspectives : EP : A Journal of the American Economic Association*, 7(3).
- Romero, C., Ventura, S., Espejo, P. G., & Hervás, C. (2009). Data mining algorithms to classify students. In *In Proc. of the 1st Int. Conf. on Educational Data Mining (EDM’08)*, p. 187191, 2008. 49 *Data Mining 2009*.
- Ruiz, S., Urretavizcaya, M., & Fernández-Castro, I. (2015b). Predicting students’ outcome by interaction monitoring. In *Proceedings of the 8th International Conference on Educational Data Mining* (Springer., Vol. 9307, pp. 598–599). Madrid.
- Touron, J. (1983). The determination of factors related to academic achievement in the university: Implications for the selection and counselling of students. *Higher Education*, 12(4), 399–410. doi:10.1007/BF00158243
- Wolf, B., Bursleson, W., Arroyo, I., Dragon, T., Cooper, D., & Picard, R. (2009). Affect-aware tutors: recognising and responding to student affect. *International Journal of Learning Technology*, 4(3–4), 129–164.

9

Conclusiones y Líneas Futuras

Este capítulo sintetiza el trabajo realizado en este proyecto de tesis mediante las conclusiones abstraídas y las aportaciones realizadas. Además, se presenta una serie de líneas futuras en las que puede derivar esta investigación.

9.1 Resumen

Un entorno de aprendizaje combinado da lugar a un alto número y una gran variedad de interacciones entre todos los actores implicados en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Figura 9-1). Estos entornos combinan las clases presenciales y el uso de plataformas de aprendizaje online. En este contexto, una interacción se refiere a *cualquier tipo de comunicación entre los actores del proceso de aprendizaje conducente a producir un avance en los objetivos*. Las interacciones entre profesores y alumnos suceden durante las sesiones presenciales (*face-to-face*, F2F), ya sea en clase o en tutorías; mientras que el resto de interacciones se localizan entre los sistemas de ayuda al aprendizaje y los demás actores implicados. Las sesiones presenciales conllevan una serie de actividades que involucran diversas interacciones basadas en una comunicación continua entre estudiantes y profesores. Tal y como asume la *Hipótesis de Interacción*, la efectividad de la tutorización del profesor se incrementa de acuerdo al grado de interacción: cuanto más interactiva es la tutorización, más aprende el estudiante. Así, este trabajo de tesis se desarrolló con el objetivo general de proporcionar mecanismos para registrar y visualizar las interacciones que suceden en las clases presenciales.

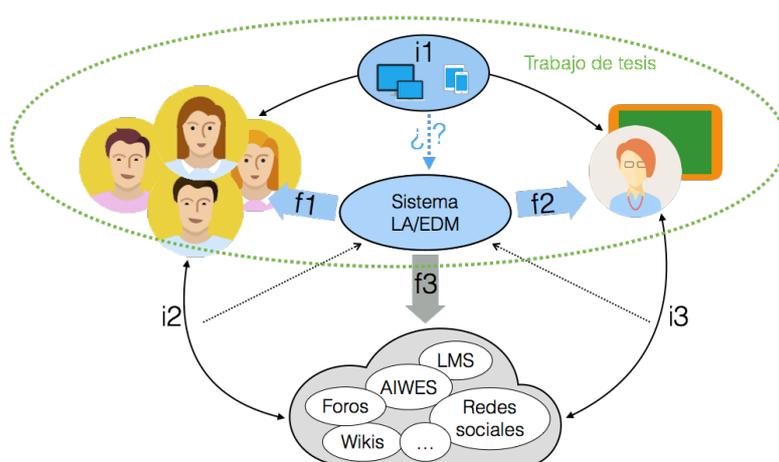


Figura 9-1. Líneas de interacción en entornos de aprendizaje combinado

9.1.1 Enfoque del trabajo de tesis

Con este planteamiento la hipótesis principal de la propuesta es que *la monitorización semiautomática de las interacciones presenciales entre profesores y alumnos (línea de interacciones i1 en la Figura 9-1) puede generar conocimiento nuevo que ayude a enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante mecanismos de concienciación y auto-reflexión sobre el progreso de los alumnos y por ende, obtener una mejora en los resultados.*

Tal y como se describe en el capítulo 1 de la memoria, de la confluencia de la investigación del grupo de GaLan, los sistemas de aprendizaje combinado y la integración de las nuevas tecnologías en las aulas, se contextualiza el objetivo principal de este trabajo:

Proporcionar a profesores y estudiantes mecanismos tecnológicos para registrar los eventos en contextos de aprendizaje combinado. Estos eventos se hacen visibles en las interacciones que ocurren en el desarrollo de las actividades de aprendizaje, o bien pueden deducirse de un proceso introspectivo del actor del evento (alumno o profesor). Definir el tratamiento de esta información múltiple de modo que produzca resultados y conclusiones que permitan a profesores y estudiantes mejorar los procesos de aprendizaje.

Para alcanzar el objetivo marcado en la herramienta, se han diseñado procesos, no costosos ni en recursos ni en tiempo, para registrar las interacciones relevantes. El registro de las interacciones entre profesores y estudiantes en sesiones presenciales se realiza mediante dispositivos móviles (línea i1). Una vez obtenida esta información, la herramienta (enmarcada en las áreas LA y EDM) proporciona

retroalimentación sobre el progreso en la asignatura (flechas **f1** y **f2**), y ofrece además la posibilidad de aumentar las bases de conocimiento de los sistemas de ayuda al aprendizaje con información relevante (flecha **f3**). El alcance de este trabajo se ha restringido a la captura de información en la línea **i1** y la retroalimentación directa a estudiantes y profesores (flechas **f1** y **f2**) mientras que su integración con terceros sistemas (flechas **f3**) se abordará en líneas futuras. El trabajo desarrollado en la tesis queda enmarcado en la Figura 9-1.

9.1.2 *PresenceClick*, nuestra propuesta

La construcción de *PresenceClick*, una herramienta para el registro, visualización y análisis de interacciones presenciales, se ha llevado a cabo siguiendo el siguiente método de investigación diseñado: Revisión, Modelización, Implementación y Uso.

La *revisión de las interacciones presenciales* se realizó mediante un estudio bibliográfico (capítulo 2 y capítulo 4) y un cuestionario diseñado para extraer la experiencia de los profesores (capítulo 3, cuestionario CLIQ). Por un lado, el estudio bibliográfico se centró en las interacciones presenciales en el contexto de aprendizaje centrado en el estudiante, de acuerdo a las corrientes educativas actuales. Del estudio realizado del cuestionario, se confirmó la necesidad de registrar las interacciones presenciales (hipótesis **H1** en el capítulo 3) y se determinaron como las más significativas (*reqInteracción*): la gestión de ejercicios en el aula, actividades de pregunta-respuesta y la gestión de dudas de los estudiantes en tutorías. Asimismo, se confirmó (hipótesis **H4**, en el capítulo 3) la conveniencia de registrar la asistencia de los estudiantes que facilita el registro del resto de interacciones y alivia la carga de trabajo del profesor mediante su automatismo (*reqAsistencia*). Además, gracias a las hipótesis **H2** (cuanto más grande el grupo más necesidades tecnológicas) y **H3** (cuanta más edad del profesorado más reacios al uso de herramientas), se pudo confirmar las necesidades inicialmente marcadas de simplicidad *reqSimple* e incorporación tecnológica en el aula *reqTecnológico*.

La *modelización de las interacciones* se recoge en el capítulo 4. La información obtenida de la primera fase, junto con la importancia de los estados emocionales de los estudiantes en sus procesos de aprendizaje (TEAM), conforman la propuesta CLIM (*CLassroom Interactions Model*). Mediante las ontologías del dominio, interacciones y estudiante se representa todo el conocimiento necesario para formalizar los cuatro planos de captura del conocimiento relacionados con los parámetros de presencialidad (quién, qué, cómo, cuándo y dónde): planificación general (preparación de las sesiones), planificación de interacciones (actividades de las sesiones), asistencia (alumnos que están en clase) y el registro de interacciones (interacciones planificadas y llevadas a cabo en clase entre profesor y estudiantes). CLIM viene determinado tanto por el plano de planificación de interacciones como

por el plano de registro de las mismas. La modelización de CLIM y TEAM permite su instanciación en *PresenceClick* y con ello se consigue cubrir la necesidad de formalizar las interacciones (*reqFormalización*).

En el seguimiento de las interacciones se distingue un proceso en tres fases: *planificación*, *registro* y *visualización*, que marca la arquitectura modular de la *implementación de PresenceClick* (capítulo 6). Los procesos de planificación previos a la sesión se realizan a través de un subsistema web y son fundamentales para aligerar al máximo el tiempo necesario en el registro durante la sesión (plano de planificación general y de planificación de interacciones). Además, se han considerado en su diseño características de sencillez (*reqSimple*) que aseguren su uso, para superar la hipótesis **H3** corroborada en el capítulo 3. Los procesos de registro diseñados para capturar las interacciones relevantes (determinadas en el capítulo 3) se llevarán a cabo mediante dispositivos móviles (planos de captura de asistencia y de registro). El diseño que guía la captura de información es muy simple y con pocas funcionalidades para minimizar al máximo las distracciones de los estudiantes (*reqSimple*). Con esta propuesta, *PresenceClick* integra las nuevas tecnologías, móviles y web, en el día a día del profesorado y alumnado (*reqTecnológico*). En cuanto a las *visualizaciones* presentadas en la herramienta tienen como objetivo provocar un proceso de concienciación y reflexión en el profesorado y estudiantes con el fin de mejorar el aprendizaje. El tratamiento de los datos presenciales mediante técnicas de Analíticas del Aprendizaje (revisión realizada en el capítulo 2) nos proporcionan visualizaciones que favorecen los procesos reflexivos sobre el progreso en el aprendizaje (*reqVisual*). La implementación de *PresenceClick* ha sido incremental en la incorporación de módulos sobre las interacciones e incremental en la ampliación de funcionalidades de los módulos, y para guiar todo el proceso de manera coherente y pautada ha sido fundamental el uso de la metodología InterMod. La independencia en el desarrollo de cada módulo ha permitido la personalización de *PresenceClick* de tal modo que cada profesor puede elegir los módulos de interacciones que mejor se adapten a su estilo y necesidades (*reqPersonalizable*).

Finalmente, el *uso* del sistema ha conllevado un proceso de evaluación e implantación aplicado sobre *PresenceClick* (capítulo 7). El sistema se ha implantado experimentalmente en la Facultad de Informática de San Sebastián (Universidad del País Vasco) para diferentes asignaturas del Grado en Ingeniería Informática. La evaluación del sistema se ha realizado incrementalmente desde el curso 2011/2012. Además, se han realizado evaluaciones de usabilidad con resultados positivos y también se ha revisado la accesibilidad del sistema. Los resultados de las pruebas nos confirman que la herramienta ayuda en los procesos de reflexión propuestos: verificar la posibilidad de seguir en evaluación continua, pensar sobre el estado emocional en comparación al grupo, conocer el nivel de conocimiento en la

asignatura y la participación personal en comparación al grupo mediante las respuestas a preguntas, debatir con el compañero antes de responderlas o después de ver los resultados, etc. Para terminar, con el objetivo de detectar problemas a tiempo y evitar comportamientos no deseados, se obtienen modelos de predicción desarrollados a partir de los datos recogidos sobre emociones y asistencia (capítulo 8). La aplicación de los modelos nos ofrece resultados que permiten asegurar que efectivamente las emociones y la asistencia se relacionan con el éxito/fracaso de los alumnos en la asignatura facilitando su predicción (*reqPredicción*).

9.2 Resultados y contribuciones

El resultado principal de este trabajo es el sistema *PresenceClick* (Ruiz et al, submitted), que facilita el seguimiento de las interacciones a través de una propuesta de planificación, registro y visualización de interacciones que favorece mecanismos de concienciación y reflexión a profesores y estudiantes. Aunque, esta es la aportación más visual, son varios los resultados o aportaciones de la tesis.

Con el objetivo de construir *PresenceClick* e integrarlo en la rutina diaria de profesores y alumnos, se detallan las contribuciones realizadas a lo largo del trabajo y que se han ido recogiendo a través de los capítulos de esta memoria.

9.2.1 Obtención de la experiencia del profesorado: CLIQ

CLIQ es un instrumento que permite capturar la experiencia de los profesores y deducir las necesidades actuales inherentes a los procesos de enseñanza-aprendizaje en contextos universitarios (Ruiz et al., 2012a, 2012b, 2013). El diseño del cuestionario ha seguido un proceso formal en dos fases: diseño preliminar validado y refinado mediante una prueba piloto, y una prueba empírico centrado en los profesores a estudio (el capítulo 3 detalla las características de esta aportación).

El cuestionario se compone de 26 preguntas categorizadas en cuatro bloques: (1) Contexto docente, (2) Planificación de la sesión, (3) Interacciones con los alumnos, y (4) Colaboración entre profesores. Cada uno de los bloques y las relaciones entre ellos permiten corroborar 4 hipótesis surgidas de las necesidades detectadas: los profesores están interesados en registrar ciertas interacciones (**H1**), el número de estudiantes en clase influye en la mayor necesidad de tener herramientas para registrar información (**H2**), los nativos no digitales son más reacios al uso de la tecnología (**H3**), y los profesores necesitan/desean registrar la asistencia en clase (**H4**).

El análisis de las respuestas al cuestionario nos ha permitido descubrir las interacciones más significativas que ocurren en clase junto con las necesidades de gestionar la asistencia (confirmando las hipótesis **H1** y **H4**), así como conocer el interés de los profesores por registrarlas (*reqInteracción* y *reqAsistencia*). Además, los grupos más numerosos en las aulas requieren más ayuda tecnológica (lo que corrobora la **H2** y por tanto la necesidad *reqTecnológico*) y los profesores con más edad son más reacios a usar herramientas (confirmada la hipótesis **H3** y la necesidad *reqSimple*). Por tanto, el diseño del cuestionario ha demostrado ser útil para descubrir las interacciones más significativas y corroborar algunos de los requisitos establecidos.

9.2.2 Modelado de las interacciones: CLIM y TEAM

El modelo *CLassroom Interaction Model* (CLIM) formaliza las interacciones más significativas en clase mediante una serie de actividades de aprendizaje aprendizaje (Ruiz et al., submitted). Estas actividades se dividen en dos grupos: dirigidas por conocimiento y dirigidas por contexto. Las primeras pueden tener una influencia directa en el conocimiento del alumno sobre la asignatura, por lo que tienen un impacto en los aspectos del dominio. Las segundas, aunque puedan estar en parte relacionadas con el dominio, permiten al profesor inferir otros aspectos de la evolución del alumno durante el curso, como la motivación y dedicación. En la categoría de interacciones dirigidas por conocimiento se han contemplado las respuestas de los alumnos a preguntas al aire del profesor y la gestión de los ejercicios que se realizan en clase. En la categoría de interacciones dirigidas por contexto se han tenido en cuenta el estado emocional de estudiante y grupo, y la gestión de las dudas de los alumnos en tutorías.

La interacción relacionada con el estado afectivo de los alumnos se recoge concretamente en el modelo TEAM (*Twelve Emotions in Academia Model*) que a su vez se incluye en CLIM (detalles de estos modelos quedan recogidos en los capítulos 4 y 5 de la memoria). Este modelo distingue seis emociones positivas (disfrute, interés, esperanza, orgullo, entusiasmo y confianza) y seis negativas (frustración, aburrimiento, desesperanza, vergüenza, enfado y ansiedad), todas ellas relacionadas según la literatura con contextos presenciales. Dada la complejidad que conlleva pedir a los alumnos que identifiquen y cuantifiquen estas emociones en clase, se ha validado en profundidad el modelo (Ruiz et al., 2016).

Las actividades de aprendizaje se enmarcan en la ontología de interacciones, que queda en una capa intermedia entre la ontología del dominio y la del estudiante. La combinación de estos dos tipos de actividades junto con la actividad de gestión de la asistencia (*reqFormalización*), puede facilitar inferencias sobre el progreso del

estudiante: conocimiento, dedicación, participación, motivación, nivel de atención, colaboración, etc.

9.2.3 Seguimiento de las interacciones presenciales: *PresenceClick*

La arquitectura de *PresenceClick* agrupa cuatro componentes principales (el capítulo 6 detalla las características de la herramienta): los Dispositivos de Control de Asistencia por contacto (DCA, un sistema web llamado *webClick*, una aplicación móvil llamada *pClick*, y la capa de conocimiento que comunica con todos (Ruiz et al., 2015a). La capa de conocimiento incluye la información en las ontologías del dominio interacciones y estudiante.

Por su parte, *webClick* y *pClick* tienen una estructura de módulos independientes (lo que favorece cumplir el requisito *reqPersonalizable*) que se corresponden con las distintas interacciones implementadas. Por un lado, *webClick* incluye módulos para la gestión de la asistencia, preguntas-respuestas, captura de estados emocionales y control de las dudas en tutorías. Para completar la gestión de la asistencia es necesario el uso de los DCA y las tarjetas universitarias (TU). Por otro lado *pClick* cuenta con dos módulos: *qClick* especializado en el registro de la preguntas-respuestas en el aula, y *xClick* para gestionar los ejercicios propuestos. En ambos sistemas, cada uno de estos módulos tiene una estructura general formada por tres submódulos especializados: *planificación*, *registro* y *visualización*. A su vez, el submódulo de visualización en general tiene tres perspectivas para el profesor: visión interacción, visión estudiante y visión grupo; y dos para el alumno: visión interacción y visión estudiante (ambas en comparación con el grupo).

Se distinguen dos roles de usuario tanto en *webClick* como en *pClick*: profesor y alumno. Cada uno de estos usuarios dispone de su espacio de trabajo (espacio del profesor y espacio del estudiante) con acceso a los distintos submódulos de planificación, registro y visualización según se corresponda en cada módulo.

A continuación, se presenta una breve descripción de las aportaciones integradas en el desarrollo general de *PresenceClick*.

9.2.3.1 *Capa de conocimiento para la gestión de las interacciones*

En la mayoría de contextos de enseñanza-aprendizaje cada asignatura se imparte a los estudiantes en una serie de sesiones presenciales consecutivas, que se convierten en el escenario principal donde ocurre el aprendizaje. Así, la sesión es el eje principal en el que se definen los parámetros de presencialidad de las interacciones: *quién* (profesores y alumnos), *qué* (asignatura y contenidos), *dónde* (clases), *cuándo* (horarios y calendario lectivo) y *cómo* (interacciones envueltas en actividades de

aprendizaje). Estos parámetros se definen e interrelacionan en cuatro planos secuenciales de captura de conocimiento:

- **Plano de planificación general:** la organización académica incluye toda la información relacionada con la preparación de un curso académico ligando los parámetros qué, dónde, cuándo y quién. Es decir, este plano abarca a la propia universidad, con sus espacios (aulas, laboratorios) y oferta académica (grados, cursos, asignaturas), la distribución de las sesiones (calendario lectivo, y horarios), el profesor y los estudiantes matriculados.
- **Plano de planificación de la interacción:** incluye toda la información relacionada con la organización de la sesión por parte del profesor: los temas y actividades a realizar.
- **Plano de captura de la asistencia:** incluye la información sobre qué alumnos asisten a cada sesión de aprendizaje.
- **Plano de registro de interacciones:** incluye la información registrada sobre las interacciones presenciales.

La información que cubren estos planos se representa mediante tres ontologías en la capa de conocimiento de *PresenceClick*:

- **Ontología del dominio:** recoge la información de la asignatura y su temario.
- **Ontología de las interacciones:** recoge desde la estructura organizativa de la educación (plano de planificación general) hasta las interacciones que planifica el profesor (plano de planificación de interacciones que se corresponde a su vez con el plano abstracto de CLIM).
- **Ontología del estudiante:** recoge toda la información relacionada con el estudiante (Modelo del estudiante) y los grupos de estudiantes (Modelo del grupo), es decir, en qué asignaturas están matriculados, si asisten a clase, cómo interactúan con las actividades que propone el profesor (plano concreto de CLIM), así como las inferencias de conocimiento, participación y progreso.

9.2.3.2 *Proceso de Captura de la Asistencia*

El proceso establecido para realizar el control de asistencia pasa por el uso del Dispositivo de Control de Asistencia por contacto (DCA), las Tarjetas Universitarias (TU) y el módulo de interacción desarrollado en *webClick, AttendanceModule*. Este módulo se basa en la información creada en las bases de datos mediante un proceso semiautomático de *planificación* inicial. El conjunto de sesiones presenciales de una asignatura para un cuatrimestre se genera a través de la información de las instituciones académicas (calendario lectivo, horarios, aulas y laboratorios, profesores, alumnos matriculados, etc.). En el momento de entrar a clase, en un intervalo establecido, el estudiante debe registrar su asistencia pasando la TU por el

DCA que mediante conexión TCP/IP *registra* la asistencia en tiempo real en las bases de datos. Actualmente el intervalo está marcado entre 15 minutos antes y hasta 30 minutos después del comienzo de la clase, pero estos valores son configurables. *AttendanceModule* permite al profesor crear y actualizar sesiones siempre que se considere necesario. Desde el submódulo de *visualización*, el profesor tiene a su disposición ya en la misma clase la lista de asistentes sin ningún esfuerzo por su parte.

Con este proceso de captura el profesor reduce su carga de trabajo, no tendrá que recoger la asistencia mediante hojas de firmas y actualizarla a posteriori en documentos electrónicos. Y para el alumno el esfuerzo es mínimo, lo más costoso será tener que levantarse para registrar su asistencia en la siguiente clase. El tiempo del pase es prácticamente instantáneo. Los procesos de verificación y validación realizados han demostrado la fiabilidad y escalabilidad del sistema.

9.2.3.3 *Captura de las Interacciones Presenciales*

En la propuesta de la tesis se propugna la inclusión de la tecnología móvil en las clases. Por ello, se ha diseñado una aplicación móvil llamada *pClick* para capturar especialmente las interacciones derivadas de dos tipos de actividades realizadas en el aula: las preguntas-respuestas y gestión de ejercicios. Actualmente, se han implementado dos módulos para cada una de esas actividades *qClick* y *xClick*, respectivamente. En ambos casos, es el submódulo de *registro* el más importante, sin embargo, es fundamental el apoyo de los submódulos de *planificación* para que la captura sea efectiva y eficiente, minimizando al máximo el tiempo necesario de registro. El diseño de la interfaz de la herramienta, especialmente para el estudiante, ha tenido como objetivo obtener una aplicación mínima, sin elementos de distracción y simplificando al máximo las necesidades de interacción. Otras funcionalidades interesantes, pero no imprescindible para el registro, se han relegado a módulos de *webClick* que los complementan.

Por un lado, *qClick* permite registrar en clase las respuestas de los alumnos que previamente ha planificado el profesor. El proceso de registro es simple y se basa en dos pasos: (1) el profesor lanza la pregunta deseada y (2) el estudiante la recibe y contesta desde sus móviles. Un reloj de cuenta atrás visible establece el tiempo en el que la pregunta está activa para poder responderla. Un tercer paso opcional permite al profesor mostrar en clase los resultados. La actividad de preguntas-respuestas vista desde la perspectiva del registro ayuda a los estudiantes a estar más atentos y motivados, y es una herramienta que propicia el debate en clase antes de lanzar la pregunta para argumentar sobre las posibles soluciones o después de lanzarla al visualizar los resultados.

Por otro lado, *xClick* permite gestionar el progreso durante la realización de ejercicios en clase. El proceso de registro es muy sencillo, pero a diferencia de las preguntas, las interacciones se pueden repetir: (1) el proceso comienza con la propuesta de ejercicios realizada por el profesor (un simple clic por cada ejercicio que quiera proponer), (2) los estudiantes que están en clase recibirán en sus móviles la lista de ejercicios propuestos e irán comunicando su estado de realización mediante un clic (trabajando, con dudas o trabajado) y (3) el profesor marcará la finalización de cada ejercicio al ritmo que crea conveniente. Los estudiantes además de la lista de ejercicios a realizar, visualizan de manera sencilla una comparación de su progreso respecto al grupo (a través de porcentajes de ejercicios realizados). El profesor por su parte, obtiene in-situ visualizaciones sencillas sobre el estado de resolución de cada ejercicio: cuántos han empezado y terminado, la lista de alumnos en cada uno de esos casos, y además quienes tienen dudas (equivalente al proceso habitual de levantar la mano en clase para solicitar ayuda). Toda esa información permite al profesor decidir el mejor momento para terminar un ejercicio y proponer por ejemplo a alguno de los estudiantes que lo ha finalizado para que enseñe su solución.

9.2.3.4 Visualizaciones de las Interacciones

El submódulo de visualizaciones hace uso de técnicas propias del área LA para propiciar procesos de introspección y autoreflexión sobre el aprendizaje que favorezcan la mejora de los resultados académicos. Este submódulo está especialmente desarrollado en los módulos de *webClick* en la gestión de la asistencia, representación de los estados emocionales del grupo y control del nivel de conocimiento de la clase a través de preguntas-respuestas. Además, se complementa parcialmente con el módulo *qClick* y *xClick* del sistema móvil. En los siguientes párrafos se mencionan en detalle las características aportadas por las visualizaciones en módulos actualmente implantados o previos a la implantación (los módulos presentados en las evaluaciones del capítulo 7).

Para la asistencia, *AttendanceModule* presenta visualizaciones al profesor sobre la asistencia de sus alumnos mediante tres vistas: sesión, estudiante y grupo. Por otro lado, el espacio del estudiante permite ver sus visualizaciones sobre su asistencia a cada una de las sesiones y generales de la asignatura en comparación al grupo. El acceso a la información actualizada asegura al estudiante la posibilidad de alcanzar los niveles requeridos en las asignaturas.

Para las emociones, el espacio del profesor en *EmotionsModule* facilita la visualización del progreso y variabilidad del estado emocional del grupo, y de una información difusa (por cuestiones de privacidad) del estado general del estudiante. El alumno dispone de una visualización por evento y otra que representa su evolución en la asignatura, ambas en comparación al grupo.

En el caso de la interacción de preguntas-respuestas, el módulo *QuizzesModule* permite al profesor en su espacio visualizar los resultados por pregunta, del estudiante y del grupo en general. El espacio del estudiante permite ver visualizaciones sobre cada una de las preguntas y del estudiante en la asignatura, ambas en comparación con las del grupo. En ambos casos se ofrece comparaciones con el grupo. Estas visualizaciones se complementan con la presentada al profesor a través de *qClick* cuya proyección a los estudiantes propicia el debate, la atención y la motivación.

9.2.4 Método de evaluación e implantación

PresenceClick ha sido diseñado e implementado siguiendo la metodología ágil centrada en el usuario para desarrollo de software interactivo *InterMod*, que incorpora procesos de evaluación en todas las etapas del desarrollo. Sin embargo, el software educativo que nos ocupa precisa de un proceso de evaluación incremental que asegure una implantación adecuada en la vida académica. Por ello, se ha incorporado además un método para las últimas etapas de evaluación que se adapte a la innovación tecnológica requerida en las aulas. El método se basa en tres estadios antes de la fase de implantación (el capítulo 7 detalla esta aportación). El primer estadio corresponde a evaluaciones formativas en entornos simulados y con actores simulados. En los otros dos estadios se realizan evaluaciones sumativas. Cada estadio requiere un proceso iterativo de evaluación hasta conseguir la estabilidad de los objetivos marcados en la evaluación. Antes de empezar con el método, los desarrolladores verifican la funcionalidad del módulo en los principales navegadores y sistemas operativos simulando los usos de profesores y estudiantes.

El primer estadio comprende una prueba piloto en un contexto controlado con usuarios no reales (interpretando el papel de alguno de los actores implicados), o en un entorno de uso también simulado o quizás en un entorno real, pero realizando alguna prueba no directamente relacionada con el curso. El objetivo principal de este estadio es estudiar la usabilidad del sistema y corregir funcionalidades incorrectas. Durante el segundo estadio se hace la primera experimentación durante un *periodo corto con estudiantes reales y en el entorno real de uso*. Además de aspectos de *usabilidad*, es necesario valorar el *impacto educativo* de la nueva herramienta en la rutina académica. Se incluyen los primeros cuestionarios de satisfacción como herramienta para valorar el impacto y aceptación del módulo. Finalmente, en el *tercer estadio* y durante todo el período lectivo de la asignatura se estudian todos los parámetros de usabilidad del módulo pertinente. Esta última fase se completa con cuestionarios para profesores y estudiantes. Una vez que un módulo es estable se considera adecuado para su implantación. Sin embargo, aunque se haya incluido en

la rutina diaria de la universidad, sigue vivo y continúa mejorando y adaptándose a las necesidades cambiantes del profesorado y alumnado.

9.2.5 Modelos de predicción

Partiendo de la hipótesis de que *anticipar el éxito/fracaso del grupo favorecerá procesos de adaptación educativa en profesores y autorregulación en estudiantes para mejorar el progreso en el aprendizaje*, se han creado modelos de predicción a partir de los datos recogidos en una asignatura. El área EDM centra el interés en este apartado. Considerando que la herramienta es personalizable y que no siempre el profesor hará uso de todos los módulos se han estudiado diferentes posibilidades y creado dos tipos de modelos de predicción: de interacción única y de combinación de interacciones. Los de interacción única se refieren a la asistencia y las emociones por separado, mientras que el de combinación aglutina a ambas junto con información derivada de la participación en los eventos de captura de emociones. La información que ha alimentado a los modelos ha sido fruto de las interacciones recogidas durante dos cursos consecutivos en una misma asignatura, impartida por el mismo profesorado y con la misma estructura docente (el capítulo 8 recoge detalladamente esta aportación).

La propuesta del modelo de interacción única se basa en conseguir proyectar el comportamiento del grupo de estudiantes en cualquier momento del curso para predecir sus resultados finales. No se ha considerado la proyección para cualquier día del curso, sino que se han pautado ciertos intervalos establecidos directamente por el profesor en su dinámica académica. El profesor en ambos cursos pautó unos eventos de captura de emociones a lo largo del cuatrimestre con el objetivo de valorar el estado emocional asociado a las actividades realizadas en laboratorios. El momento e información recogida en estos eventos son la base del estudio y nos permitirá la proyección de evento a evento. Para las emociones se establecieron cuatro variables significativas de comportamiento: los que no responden a los eventos, los que tienen un estado emocional negativo, los ambiguos y los positivos. A través de Matrices de Transición de Estados, se calculan las probabilidades condicionadas de cambio de estado de un evento a otro. Con el estado emocional en el último evento, se obtiene la tabla de predicción con las probabilidades de que estando en un estado emocional al final de curso tengo éxito o fracaso en la asignatura. Entendemos por éxito aprobar la asignatura y por fracaso, suspender o no presentarse. Con esta información, dado el estado emocional del estudiante en cualquier momento del curso, realizando una proyección de su estado emocional al final del curso mediante Matrices de Transición de Estados, ya se puede predecir su éxito o fracaso, incluso desde el principio del curso y con una probabilidad de acierto superior al 90%, aunque predice algo más de fracaso (falsos negativos). Con

este procedimiento se ha obtenido un modelo de predicción para las emociones, *Model of Predictions Results by Emotions (PRE Model)*.

Para la asistencia, tomada como dato único, se ha seguido un proceso equivalente al de las emociones, y se han tomado como puntos de captura de información las fechas en las que se pasaron los eventos emocionales, y así poder comparar las predicciones con las de las emociones. Los valores considerados en cada captura corresponden a la asistencia acumulada desde el principio del curso hasta ese momento en todas las sesiones impartidas. Además, en estos casos se consideraban cuatro variables significativas, los que asisten menos del 25%, entre el 25 y menos del 60%, entre el 60% y menos del 80, y los de más del 80% (valor habitual considerado en evaluación continua). Se ha obtenido un modelo de predicción para la asistencia, *Model of Predictions Results by Attendance (PRA Model)*. Pero también sucede que se predice más fracaso del real, pero el acierto sigue siendo superior al 90%.

El modelo de combinación de interacciones fue el primer estudio de datos realizado donde se relacionaba información de las interacciones y los resultados de los alumnos (Ruiz et al., 2015b). Este modelo de predicción utiliza árboles de decisión para predecir el éxito/fracaso de los estudiantes. Con el objetivo de ajustar mejor las predicciones, se estudiaron otras variables del modelo del estudiante como los alumnos repetidores, la participación en eventos emocionales, emociones positivas y negativas por separado, etc. Finalmente, fueron tres las variables consideradas: el estado emocional de los estudiantes, la asistencia global de los mismos y su participación en los eventos emocionales. De los resultados se puede concluir que el modelo puede ser adecuado para descubrir los alumnos en riesgo de fracaso, y se observa una tendencia hacia una mayor exactitud en las predicciones según avanza el curso. Sin embargo, es necesario que el modelo de predicción obtenido, *Model of Prediction Results by combining Emotions and Attendance (PREA Model)* siga alimentándose de más datos, para aprender y ajustar mejor sus resultados.

9.3 Lecciones aprendidas

Esta sección tiene como objetivo describir algunas de las lecciones aprendidas durante todo el proceso de desarrollo y uso del sistema. En particular nos centraremos en cómo asegurar una gestión correcta de la asistencia, quién usa las preguntas-respuestas en clase, qué tecnología usar en una aplicación móvil y cuándo pasar los cuestionarios de usabilidad.

Gestión correcta de la asistencia

En los procesos de registro de la asistencia se detectaron dos problemas principales: estudiantes que sí estaban en clase pero no aparecían en la lista de asistentes, y estudiantes que no estaban en clase pero sí estaban en la lista de asistentes. En el primer caso los estudiantes no pasaban las tarjetas por los dispositivos porque se les había olvidado hacerlo o porque no la tenían. Para evitar estos problemas, los profesores pueden avisar a sus estudiantes antes de empezar la clase que no se les olvide pasar sus tarjetas. Proyectar la lista de asistentes en clase mientras se organiza la sesión, también es una buena manera de concienciar a los estudiantes de su propia gestión de asistencia localizándose en la lista y comprobando que están registrados. Otra forma para su propio control es mirar directamente en *PresenceClick*. Aquellos alumnos que no tienen la tarjeta puedan avisar al profesor para que les registre manualmente. Cuando son pocos estudiantes sin tarjetas este proceso lleva unos pocos clics. En cuanto a la suplantación de identidad es más complicado detectarla, sin embargo, un recuento rápido de cuántos estudiantes hay en clase y contrastarlo con la información del sistema es un proceso rápido. En el caso de que el sistema diga que hay más estudiantes de los que se han contado, entonces se puede “pasar lista” diciendo el nombre de los asistentes. Este método es especialmente importante al principio del curso para sentar las bases de la dinámica de trabajo en clase y las penalizaciones que ello pudiera implicar. Si el grupo es muy numeroso esta opción puede estar desaconsejada. Otra forma menos costosa en tiempo sería escoger al azar algunos nombres para procurar detectar la ausencia. Finalmente, el cruce de información de los modelos de interacciones en la sesión, puede detectar la inactividad de los estudiantes, que en su caso, podrían corroborar la no asistencia real.

Otro problema está relacionado con las tarjetas universitarias. Actualmente, la obtención de los códigos de las tarjetas que permite identificar al estudiante no es fácil. Sin embargo, este hándicap desaparecerá en caso de que la universidad incorpore a su agenda el registro de la asistencia mediante la obtención previa de los códigos antes de repartir las tarjetas a los estudiantes. De hecho, como prueba piloto este curso, se ha utilizado unos nuevos dispositivos que el personal de administración utiliza antes de entregar las tarjetas a los estudiantes para activarlas y capturar sus códigos.

Quién no usa las preguntas-respuestas

La actividad de preguntas-respuestas requiere el uso de dispositivos móviles como mecanismos apropiados para capturar información, motivar al alumnado y proporcionar en tiempo real al profesorado las respuestas de manera ágil. Se han detectado algunos problemas que impiden la participación del alumnado en estas actividades: la distracción, problemas de batería o pérdida de la señal wifi

(eduroam). La distracción, por lo que se ha observado, no está relacionada con la herramienta, sino que se produce como en otras muchas ocasiones, por las interacciones sociales con sus compañeros. En algunas ocasiones se ha detectado que el tiempo estimado de contestación de la pregunta era excesivamente reducido.

Aunque se confirmó que *qClick* era útil para promover la discusión y la participación en clase y que los estudiantes están dispuestos a utilizarlo, se ha detectado que pocos profesores están interesados en el uso de móviles. En algunas ocasiones, porque es un nuevo parámetro de trabajo que presuponen quitará tiempo y será un elemento de distracción en clase. Además, supone una nueva dinámica en la preparación de la clase, diseñando y encajando las preguntas en el discurso, y posteriormente planificándola a través *QuizzesModule*. El número de preguntas que se deberían lanzar en clase como mucho deberían tener un ritmo de cada 15-20 minutos. El objetivo no es capturar el conocimiento del estudiante como si de una prueba de evaluación se tratara, sino que es un sistema para incrementar la motivación, atención, dinamismo y de vez en cuando, valorar el conocimiento adquirido de alguna cuestión trabajada. Por tanto, tal y como se planteaba al principio de esta tesis, es necesaria una labor previa de concienciación sobre las ventajas que puede traer la incorporación de los móviles a la rutina de clase.

Qué tecnología usar en una aplicación móvil

Cabe destacar que los avances en la tecnología están en constante movimiento, especialmente en lo que a tecnología móvil se refiere, por ello, a veces resulta complicado tomar la decisión más apropiada de implementación. No hay que considerar sólo las cuestiones de prestaciones sino también la facilidad en su evaluación. Por ejemplo, en el caso de *pClick*, en su momento se decidió implementar el módulo *qClick* como una web con diseño adaptado a dispositivo (*Responsive Design*). Dicha tecnología nos permitía gestionarlo todo desde la web, independientemente de los sistemas operativos, pero adaptado a sus dimensiones. En estas circunstancias los procesos de evaluación son más ligeros, ya que simplemente tienen que acceder a una dirección web y guardarla para ocasiones futuras. Las evaluaciones de *qClick* en ese sentido no han supuesto ningún problema.

Sin embargo, debido al interés que mostraban los estudiantes en el uso de una aplicación nativa para sus móviles, se decidió implementar *xClick* siguiendo ese requerimiento. Para ello, se trabajó con el entorno *Phonegap*⁴² que daba la opción de crear aplicaciones nativas a partir del mismo código. Sin embargo, aunque el resultado de la aplicación es más llamativo, los procesos de evaluación son más complicados ya que requiere la instalación de la aplicación en los móviles y

⁴² <http://phonegap.com/>

sobretudo resulta más complicado para los móviles Apple. Por ello, se transformó *xClick* en aplicación web y ya está listo para evaluaciones sumativas. Una vez realizadas todas las evaluaciones, se integrará con *qClick* y posteriormente a la evaluación integrada. La decisión importante de desarrollo es trabajar con tecnología para la creación de páginas web, HTML, CSS y JavaScript, que facilite el paso de web a app nativa y viceversa. Nuestra experiencia nos indica que es mejor empezar con la aplicación web y una vez validada, desarrollar con un nivel de fiabilidad adecuado la aplicación nativa. Consideramos que tener la aplicación dual, asegura que cualquiera pueda acceder a sus funcionalidades, aunque no disponga de su móvil o estando en un laboratorio utilizando directamente el ordenador.

Cuándo pasar los cuestionarios de usabilidad

En general, en todos los procesos de evaluación software interactivo, son necesarias las evaluaciones de usabilidad. En particular, en nuestro caso ha sido necesario evaluar muchos procesos como la gestión de la asistencia o la captura de interacciones en clase, entre otras. El método de indagación utilizado para ello, ha sido el cuestionario diseñado y adaptado a cada objetivo de evaluación. En particular, en el caso de los estudiantes, se ha detectado que el mejor momento para pedirles que rellenen los cuestionarios y conseguir un número significativo de respuestas es dentro de una sesión presencial, especialmente en un laboratorio con ordenadores. Para no interrumpir el ritmo de la clase se recomienda que se pase al principio (antes de comenzar la clase), o dejando unos minutos al final (antes de terminar la clase). La primera opción parece la mejor ya que los alumnos tienen por delante toda la sesión y no les importa dedicar algo de su tiempo al cuestionario, sin embargo, no dispondremos de las respuestas de los que siempre son impuntuales. Cuando lo dejamos para el final de la clase puede suceder, que al mismo profesor se le pase el tiempo, o que los estudiantes empiecen a irse antes del final. En cualquier caso, son las mejores opciones porque enviárselo por correo o incluirles el enlace en Moodle para que lo rellenen fuera de horas lectivas, ha demostrado ser del todo insuficiente.

También se detectó que el mejor momento del calendario era a mitad de curso, suficiente para haber utilizado la herramienta, pero evitando el absentismo que se incrementa al final del curso (lo que implicaba una baja participación). Finalmente, en cuanto al contenido de los cuestionarios, conviene concretar el objetivo de la evaluación y medir la cantidad de preguntas, ya que muchas preguntas podrían agobiar al alumnado y distorsionar sus respuestas debido al cansancio.

9.4 Líneas futuras

Tal y como se ha mencionado a lo largo de la memoria, el estado actual de los desarrollos de esta tesis deja dos líneas de trabajo abiertas directamente ligadas a los mismos: (1) la implantación de todos los módulos actualmente en proceso de desarrollo y (2) la integración y comunicación de *PresenceClick* con otras herramientas en entornos de aprendizaje combinado. En general, es necesario seguir mejorando los módulos que ya están en funcionamiento e incorporar aquellos que ya están diseñados.

Además, son varias las líneas de investigación en las que seguir profundizando: (3) el desarrollo de un área global del estudiante y del grupo, (4) la incorporación en *PresenceClick* de los modelos de predicción, (5) la ampliación del Modelo del Dominio en *PresenceClick*.

9.4.1 Implantación de todos los módulos actuales

Como ya se ha ido indicando a lo largo de la memoria son varios los aspectos que están pendientes de desarrollo en *PresenceClick*: incluir un módulo específico para el Modelo del Estudiante y del Grupo, ampliar y actualizar *webClick*, e integrar *qClick* y *xClick* en una única herramienta *pClick-web/app*.

Módulo específico para Estudiante y Grupo

Actualmente, *PresenceClick* cubre un área importante de interacciones presenciales o derivadas de ellas, gracias a las funcionalidades definidas en cada módulo. Como se ha presentado en el capítulo 6, cada uno de estos módulos pone a disposición de alumnos y profesores visualizaciones sobre cada tipo de interacción desde diferentes perspectivas. Sin embargo, todavía no se dispone de una visión global y agrupada del progreso de los alumnos a través de todas sus interacciones. Para ver el progreso es necesario recorrer uno a uno cada módulo de la interacción y visualizar su contenido.

Por ello, para agilizar ese proceso evitando el recorrido, ya se ha empezado a diseñar los primeros prototipos en papel, que permitan de forma sencilla representar el progreso de cada estudiante y del grupo de estudiantes. Así, una de las líneas a tener en cuenta en el futuro es la creación de este módulo para que sintetice el estado general del estudiante y del grupo, proporcionando información de participación, conocimiento, estado emocional y quizás de motivación, junto con información típica de las interacciones. Este módulo estará compuesto exclusivamente por un submódulo de visualización.

Ampliación de webClick

Los módulos de *webClick* están en diferentes niveles de desarrollo y evaluación. Sólo *AttendanceModule* se ha implantado ya, aunque *EmotionsModule* y *QuizzesModule* se implantarán en este curso. Sin embargo, *QuestionsModule* precisa todavía de un desarrollo incremental. Tal y como se expuso en el capítulo 6 (sección 6.8), hay funcionalidades asociadas a los submódulos de registro y visualización que están pendientes de implementación. Es importante permitir a profesores y estudiantes registrar y visualizar información sobre las sesiones de tutoría incluyendo la posibilidad de registrar la solución o respuesta de la duda o problema planteado. Otras funcionalidades que se han analizado y de momento sólo inicialmente diseñado ha sido “la posibilidad de que el estudiante socialice la duda a todos los estudiantes para que ellos resuelvan la duda o para adherirse a la solicitud de tutoría”, “que el profesor pueda marcar preguntas como interesantes para mostrarlas a todos los estudiantes incluso para cursos posteriores (serían las FAQ)” “todas las visualizaciones asociadas a las tutorías solicitadas por cada estudiante, la cantidad de tutorías relativas a algún tema concreto etc.”. Las FAQ daría lugar a otro módulo especializado *FAQsModule*.

Además, hay un módulo que todavía no se ha empezado a diseñar, pero es necesario para complementar la actividad de gestión de los ejercicios en el aula. Actualmente, sólo *xClick* contiene funcionalidades para esa actividad que serán ampliadas con un módulo *ExercisesModule*. Este módulo será diseñado de forma similar a *QuizzesModule*, ya que ambos tienen como objetivo común incorporar mecanismos para gestionar las interacciones presenciales.

Integración de pClick

Por otro lado, no se ha realizado la integración real de los módulos de *pClick*. Actualmente, sólo evaluada en el tercer estadio *qClick*, y *xClick* sin empezar ninguna evaluación sumativa. La idea sería preparar dos opciones de *pClick*, *pClick-web* y *pClick-app*. *xClick* ya se ha adaptado a la web y está en previsión de evaluación el curso que viene (evaluaciones sumativas). Posteriormente, será necesario realizar un proceso de integración con *qClick*, para lo que se seguirá utilizando la metodología InterMod que prevee actividades de integración basándose en los modelos de desarrollo: requisitos, presentación y funcionalidad. Posteriormente, tras la integración que deberá permitir la personalización ajustando la herramienta a las necesidades de su uso, se empezaran con los procesos de evaluación de la herramienta integrada, *pClick-web*. Validados los procesos de trabajo y los modelos funcionales, pasaríamos a construir la aplicación nativa *pClick-app* reutilizando al máximo los requisitos, diseños de interfaces, el código y evaluaciones, ya que estará todo validado.

9.4.2 Integración y comunicación con otras plataformas

Este proyecto de tesis nació con el objetivo de cubrir la línea de comunicación directa entre profesores y alumnos (línea i1, Figura 9-1) en entornos de aprendizaje combinado. En concreto, de las necesidades detectadas de la unión de MAgAdI y SIgMA (sistemas creados por el grupo GaLan) en relación a esas interacciones (Alvarez et al., 2009a, 2009b; Martin et al., 2009). Por ello, una línea de trabajo a completar es la integración de *PresenceClick* en estos sistemas y alimentar así las bases de datos de los mismos con información relevante sobre las interacciones que suceden en sesiones presenciales (tal y como se visualizó en el capítulo 2, Figura 2-8). De esta manera MAgAdI podrá adaptar mejor sus sesiones de aprendizaje y SIgMA ofrecerá una retroalimentación en forma de avisos y recomendaciones sobre el progreso del alumnado que favorece los procesos de introspección y reflexión, e incrementa las posibilidades de mejora del aprendizaje, objetivo de esta tesis.

Además, dado el uso masivo del sistema Moodle en la universidad, otra línea de investigación abierta es la incorporación progresiva de los módulos de *PresenceClick* como módulos del sistema, para enriquecer sus bases de datos con información relevante sobre las interacciones personales.

9.4.3 Integración de los Modelos de Predicción

Actualmente, se sigue alimentando los modelos de predicción con los datos del curso 2016/2017, para ajustar los resultados. El objetivo principal del módulo es concienciar a los profesores y estudiantes del progreso en el aprendizaje y que reflexionen y corrijan comportamientos no deseados con el fin de evitar el fracaso y abandono de la asignatura. Se estudiarán con detalle los resultados de las predicciones obtenidas en los momentos establecidos durante el curso para la captura de eventos emocionales, y se valorará el grado de acierto de los mismos.

Como trabajo futuro se integrará en *webClick* un módulo de predicción, *PredictionModule*, que incluirá un área de análisis (submódulo de *análisis*) que automáticamente analizará los datos recogidos durante el curso. A partir de los datos registrados día a día en *PresenceClick*, asistencia o emociones o ambos, se aplicarán los modelos de predicción correspondientes que permitan cubrir al máximo las posibilidades de obtener predicciones del fracaso a tiempo. En este caso el módulo no incluirá submódulos de *planificación*, ni de *registro*, sino el submódulo de *análisis*. Por su lado, el submódulo de *visualización* será el encargado de transmitir toda la información significativa sobre posibles problemas detectados.

Asimismo, se estudiará la incorporación de nuevas interacciones al modelo de predicción según se vayan integrando en la rutina de los profesores y alumnos, para cubrir mejor todas las situaciones de uso de *PresenceClick* y anticipar problemas con

mayor celeridad. También se estudiarán combinaciones entre los modelos, por si se pudieran derivar mejores resultados.

9.4.4 Ampliación del Modelo del Dominio

Actualmente, el Modelo del Dominio en *PresenceClick* se construye a partir de las interacciones planificadas de preguntas-respuestas, ejercicios, e incluso tutorías sobre las dudas de los alumnos. Aunque *PresenceClick* contempla en sus bases de datos la posibilidad de capturar información sobre objetos del dominio para ajustar mejor el registro de las interacciones presenciales, todavía no se ha tenido en cuenta en toda su extensión.

Por ello, una de las principales líneas futuras de investigación contempla la integración de LiDom Builder en *PresenceClick*, para facilitar la creación inicial del modelo del dominio en las bases de datos del sistema. Una vez realizada dicha integración, los profesores podrán fácilmente crear el dominio asociado a la asignatura, a partir de documentos electrónicos como el temario, apuntes o transparencias. Con la información del dominio los procesos de planificación relacionan la actividad de aprendizaje con los distintos temas estructurados convenientemente. De esta manera, a partir de las interacciones de los alumnos en dichas actividades se podrá deducir con mayor precisión el conocimiento de los alumnos, y por tanto deducir su progreso en la asignatura.

Otra ampliación de *webClick* a considerar en este punto es la de registrar los conceptos impartidos en clase. Esta actividad se destacó como interacción relevante del proceso de extracción de la experiencia del profesor a través del cuestionario CLIQ. Aunque era la actividad que más profesores realizaban (más del 80%) se descartó su implementación en principio precisamente porque no se consideraba una mejora significativa para los profesores. Sólo se mejoraría quizás al 10% de profesores que desearía hacerlo. Sin embargo, si los profesores hacen uso de *PresenceClick*, centralizar toda la actividad presencial en el sistema, sí será entonces un avance importante. Así, la implementación del módulo, relacionará los conceptos a trabajar en clase con la sesión correspondiente. Con la información del conocimiento trabajado en cada sesión y la asistencia, se podrá inferir para cada estudiante asistente un nivel mínimo de conocimiento para dichos conceptos que se completarán con los posibles registros de preguntas-respuestas y ejercicios.

Nuestras publicaciones

- Alvarez, A., Ruiz, S., Martín, M., Fernández-Castro, I., & Urretavizcaya, M. (2009a). Focusing on Personal Organization to Enhance Overall E-learning. In *Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2009. ICALT 2009* (pp. 337–339). Riga, Latvia: IEEE. doi:10.1109/ICALT.2009.59
- Alvarez, A., Ruiz, S., Martín, M., Fernández-Castro, I., & Urretavizcaya, M. (2009b). MAGADI: a Blended-Learning Framework for Overall Learning. In *Proceedings of the 2009 conference on Artificial Intelligence in Education: Building Learning Systems that Care: From Knowledge Representation to Affective Modelling* (pp. 557–564). Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands: IOS Press. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1659450.1659533>
- Martín, M., Alvarez, A., Ruiz, S., Fernández-Castro, I., & Urretavizcaya, M. (2009). Helping Teachers to Track Student Evolution in a B-Learning Environment. *2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies, 0*, 342–346. doi:<http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/ICALT.2009.152>
- Ruiz, S., Charleer, S., Urretavizcaya, M., Klerkx, J., Fernández-Castro, I., & Duval, E. (2016). Supporting Learning by Considering Emotions: Tracking and Visualization a Case Study. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge* (pp. 254–263). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2883851.2883888
- Ruiz, S., Urretavizcaya, M., & Fernández de Castro, I. (2012a). *Learning from human teaching strategies* (LSI No. TR 04-2012.). UPV/EHU. Retrieved from <https://addi.ehu.es/bitstream/10810/8654/1/TR%2004-2012.pdf>
- Ruiz, S., Urretavizcaya, M., & Fernández de Castro, I. (2012b). *Obtaining teaching expertise from F2F learning interactions* (LSI No. TR 05-2012). UPV/EHU. Retrieved from <https://addi.ehu.es/handle/10810/8655>
- Ruiz, S., Urretavizcaya, M., & Fernández-Castro, I. (2013). Monitoring F2F interactions through attendance control. In *Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE* (pp. 226–232). doi:10.1109/FIE.2013.6684822
- Ruiz, S., Urretavizcaya, M., Fernández-Castro, I., & López-Gil, J.-M. (2015a). Visualizing Students' Performance in the Classroom: Towards Effective F2F Interaction Modelling. In G. Conole, T. Klobučar, C. Rensing, J. Konert, & É. Lavoué (Eds.), *Design for Teaching and Learning in a Networked World* (Vol. 9307, pp. 630–633). Springer. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-24258-3_75
- Ruiz, S., Urretavizcaya, Maite, & Fernández-Castro, Isabel. (2015b). Predicting students' outcome by interaction monitoring. In *Proceedings of the 8th International Conference on Educational Data Mining* (Springer., Vol. 9307, pp. 598–599).

CAPÍTULO 9

Ruiz, S., Urretavizcaya, M., & Fernández-Castro, I. (submitted). From modelling to visualizing classroom interactions. The PresenceClick approach. *Computers & Education*.

BIBLIOGRAFÍA

Esta sección aglutina toda la bibliografía a la que se ha hecho referencia a lo largo de esta tesis.

- Agrawal, A., & Bansal, A. (2013). Online Attendance Management System Using RFID with Object Counter. *International Journal of Information and Computation Technology*, 3(3), 131–138.
- Agudo-Peregrina, Á. F., Iglesias-Pradas, S., Conde-González, M. Á., & Hernández-García, Á. (2014). Can we predict success from log data in VLEs? Classification of interactions for learning analytics and their relation with performance in VLE-supported F2F and online learning. *Computers in Human Behavior*, 31, 542–550. doi:10.1016/j.chb.2013.05.031
- Ainsworth, S., & Grimshaw, S. (2004). Evaluating the REDEEM Authoring Tool: Can Teachers Create Effective Learning Environments? *Int. J. Artif. Intell. Ed.*, 14(3,4), 279–312.
- Aizpurua, A., Arrue, M., Vigo, M., & Abascal, J. (2009). Transition of Accessibility Evaluation Tools to New Standards. In *Proceedings of the 2009 International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)* (pp. 36–44). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/1535654.1535662
- Alavi, H. S., Dillenbourg, P., & Kaplan, F. (2009). Distributed awareness for class orchestration. In *European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 211–225). Springer. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-04636-0_21
- Álvarez, A. (2010). *MAGAdI, a proposal for a multi-agent adaptive framework for blended learning* (LSI). University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Alvarez, A., Ruiz, S., Martín, M., Fernández-Castro, I., & Urretavizcaya, M. (2009a). Focusing on Personal Organization to Enhance Overall E-learning. In *Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2009. ICALT 2009* (pp. 337–339). Riga, Latvia: IEEE. doi:10.1109/ICALT.2009.59
- Alvarez, A., Ruiz, S., Martín, M., Fernández-Castro, I., & Urretavizcaya, M. (2009b). MAGADI: a Blended-Learning Framework for Overall Learning. In *Proceedings of the 2009 conference on Artificial Intelligence in Education: Building Learning Systems that Care: From Knowledge Representation to Affective Modelling* (pp. 557–

BIBLIOGRAFÍA

- 564). Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands: IOS Press. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1659450.1659533>
- Arroyo, I., Cooper, D. G., Burleson, W., Woolf, B. P., Muldner, K., & Christopherson, R. (2009). Emotion Sensors Go To School. In *Proceedings of the 2009 conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 17–24). IOS Press. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1659450.1659458>
- Arruarte, A. (1998). *Herramientas de ayuda para la construcción de Sistemas Educativos Inteligentes (LSI)*. University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Arulogun, O. T., Olatunbosun, A., Fakolujo, O. A., & Olaniyi, O. M. (2013). RFID-based students attendance management system. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(2), 1–9.
- Baas, M., De Dreu, C. K. W., & Nijstad, B. A. (2008). A meta-analysis of 25 years of mood-creativity research: Hedonic tone, activation, or regulatory focus? *Psychological Bulletin*, 134(6), 779–806. doi:10.1037/a0012815
- Baeten, M., Struyven, K., & Dochy, F. (2013). Student-centred teaching methods: Can they optimise students' approaches to learning in professional higher education? *Studies in Educational Evaluation*, 39(1), 14–22. doi:10.1016/j.stueduc.2012.11.001
- Baker, R., Corbett, A., & Koedinger, K. (2004). Detecting Student Misuse of Intelligent Tutoring Systems. In J. Lester, R. Vicari, & F. Paraguaçu (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems* (Vol. 3220, pp. 531–540). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-30139-4_50
- Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics. In J. A. Larusson & B. White (Eds.), *Learning Analytics* (pp. 61–75). New York, NY: Springer New York. doi:10.1007/978-1-4614-3305-7_4
- Baker, R. S. J. d., D'Mello, S. K., Rodrigo, M. M. T., & Graesser, A. C. (2010). Better to be frustrated than bored: The incidence, persistence, and impact of learners' cognitive-affective states during interactions with three different computer-based learning environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(4), 223–241. doi:10.1016/j.ijhcs.2009.12.003
- Baker, R. S., & Yacef, K. (2009). The state of educational data mining in 2009: A review and future visions. *JEDM-Journal of Educational Data Mining*, 1(1), 3–17.
- Beatty, I. D., Leonard, W. J., Gerace, W. J., & Dufresne, R. J. (2006). Question Driven Instruction: Teaching Science (Well) With an Audience Response System. In *Audience response systems in higher education: Applications and cases* (pp. 96–115). Information Science Publishing. Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=xFqhg6xd4VEC&oi=fnd&pg=PA96&dq=info:WIW5RDtcHBsJ:scholar.google.com&ots=v1zCsE1c2X&sig=H-hKBe7BIvGdPNuKXyuYqiDnJt8>
- Beck. (2002). *Test Driven Development: By Example*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.

- Bloom, B. S. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4–16.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. B., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives. The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain*. New York: Longmans Green.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. Wiley. Retrieved from <https://books.google.com.au/books?id=AW7uAAAAMAAJ>
- Bowen, E., Price, T., Lloyd, S., & Thomas, S. (2005). Improving the Quantity and Quality of Attendance Data to Enhance Student Retention. *Journal of Further and Higher Education*, 29(4), 375–385.
- Brajnik, G. (2004). Comparing Accessibility Evaluation Tools: A Method for Tool Effectiveness. *Univers. Access Inf. Soc.*, 3(3–4), 252–263. doi:10.1007/s10209-004-0105-y
- Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability Evaluation in Industry*, 189(194), 4–7.
- Brusilovsky, P. (2001). Adaptive Hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11(1), 87–110. doi:10.1023/A:1011143116306
- Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. In P. Brusilovsky, A. Kobsa, & W. Nejdl (Eds.), *The adaptive web* (pp. 3–53). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1768197.1768199>
- Brusilovsky, P., & Peylo, C. (2003). Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems. *Int. J. Artif. Intell. Ed.*, 13(2–4), 159–172.
- Bull, & McCalla, G. (2002). Modelling cognitive style in a peer help network. *Instructional Science*, 30(6), 497–528. doi:10.1023/A:1020570928993
- Bull, S., & Kay, J. (2010). Open learner models. In *Advances in intelligent tutoring systems* (pp. 301–322). Springer. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-14363-2_15
- Cade, W. L., Copeland, J. L., Person, N. K., & D’Mello, S. K. (2008). Dialogue modes in expert tutoring. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 470–479). Springer. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-69132-7_50
- Caldwell, B., Cooper, M., Guarino, L., & Vanderheiden, G. (2008). Web content accessibility guidelines (WCAG) 2.0. Retrieved from <http://travesia.mcu.es/portalnb/jspui/handle/10421/2546>
- Caldwell, J. E. (2007). Clickers in the large classroom: Current research and best-practice tips. *CBE-Life Sciences Education*, 6(1), 9–20.

BIBLIOGRAFÍA

- Calvo, I., Arruarte, A., Elorriaga, J. A., Larranaga, M., & Mccalla, G. (2013). Identifying Meaningful Concept Map Elements from a Cultural Perspective (pp. 250–252). IEEE. doi:10.1109/ICALT.2013.77
- Calvo, I., Lasa, A. A., Elorriaga, J. A., & Larrañaga, M. (2014). Work in Progress: Multicultural Concept Map Editor. In *UMAP Workshops*. Citeseer. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.664.1404&rep=rep1&type=pdf>
- Campbell, J. P., Oblinger, D. G., & others. (2007). Academic analytics. *EDUCAUSE Review*, 42(4), 40–57.
- Carnaghan, C., & Webb, A. (2005). Investigating the effects of group response systems on learning outcomes and satisfaction in accounting education. In *University of Waterloo accounting research workshop, the 2005 European Accounting Congress, the 2005 Annual Meeting of the Canadian Academic Accounting Association* (pp. 1–50). Retrieved from http://accounting.uwaterloo.ca/research/publications/carnaghan_webb_aaa_working_paper.pdf
- Carroll, J. B. (1963). A model for school Learning. *Teacher College Record*, 64 (8), 723–733.
- Chapman, D. D. (2009). Introduction to Learning Management Systems. In Patricia L. Rogers, Gary A. Berg, Judith V. Boettcher, Caroline Howard, Lorraine Justice, & Karen D. Schenk (Eds.), *Encyclopedia of Distance Learning, Second Edition* (pp. 1280–1286). Hershey, PA, USA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-60566-198-8.ch183
- Conati, C., & Gutica, M. (2016). Interaction with an Edu-Game: A Detailed Analysis of Student Emotions and Judges' Perceptions. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(4), 975–1010. doi:10.1007/s40593-015-0081-9
- Conde, A. (2016). *LiDom Builder: Automatising the Construction of Multilingual Domains (LSI)*. University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Cooper, M., Limbourg, Q., Mariage, C., & Vanderdonck, J. (1999). Integrating Universal Design into a Global Approach for Managing Very Large Web Sites. In G.-F. I. GmbH (Ed.), *5th ERCIM Workshop on User Interfaces for All UI4All'1999* (Vol. 74). Dagstuhl, Germany. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01319626>
- Cotton, K. J. (1988). Monitoring Student Learning in the Classroom. School Improvement Research Series Close-Up# 4. Retrieved from <http://eric.ed.gov/?id=ED298085>
- Crede, M., Roch, S. G., & Kieszczynka, U. M. (2010). Class Attendance in College: A Meta-Analytic Review of the Relationship of Class Attendance With Grades and Student Characteristics. *Review of Educational Research*, 80(2), 272–295. doi:10.3102/0034654310362998
- Cutts, Q. I., & Kennedy, G. E. (2005). Connecting learning environments using electronic voting systems. In *Proceedings of the 7th Australasian conference on Computing*

- education-Volume 42* (pp. 181–186). Australian Computer Society, Inc. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1082447>
- Dagger, D., Conlan, O., & Wade, V. (2003). An Architecture for Candidacy in Adaptive eLearning Systems to Facilitate the Reuse of Learning Resources. *World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2003*, 2003(1), 49–56.
- De Bra, P., Smits, D., & Stash, N. (2006). Creating and Delivering Adaptive Courses with AHA! In W. Nejdl & K. Tochtermann (Eds.), *Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing: First European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2006 Crete, Greece, October 1-4, 2006 Proceedings* (pp. 21–33). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/11876663_4
- Dekker, G., Pechenizkiy, M., & Vleeshouwers, J. (2009). Predicting Students Drop Out: A Case Study. In *EDM* (pp. 41–50).
- Delgado, M., Gibaja, E., Pegalajar, M., & Pérez, O. (2006). Predicting students' marks from Moodle logs using neural network models. *Current Developments in Technology-Assisted Education*, 1, 586–590.
- Després, C. (2003). Synchronous Tutoring in Distance Learning. In R. Mizoguchi (Ed.), *AIED 2003* (pp. 271–278). Sydney (Australie): IOS Press.
- Dillenbourg, P. (2013). Design for Classroom Orchestration. *Comput. Educ.*, 69, 485–492. doi:10.1016/j.compedu.2013.04.013
- Dillenbourg, P., & Jermann, P. (2010). Technology for Classroom Orchestration. In M. S. Khine & I. M. Saleh (Eds.), *New Science of Learning* (pp. 525–552). New York, NY: Springer New York. Retrieved from http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-5716-0_26
- D'Mello, S. K., Person, N. K., & Lehman, B. (2009). Antecedent-Consequent Relationships and Cyclical Patterns between Affective States and Problem Solving Outcomes. In *AIED'09* (pp. 57–64).
- Duffy, T. M., & Jonassen, D. H. (2013). *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*. Routledge.
- Dumas, J. F., & Redish, J. C. (1993). *A Practical Guide to Usability Testing* (1st ed.). Westport, CT, USA: Greenwood Publishing Group Inc.
- Duval, E. (2011). Attention please!: learning analytics for visualization and recommendation. In *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 9–17). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2090116.2090118
- Eison, J. (2010). Using active learning instructional strategies to create excitement and enhance learning. *Jurnal Pendidikantentang Strategi Pembelajaran Aktif (Active Learning) Books*, 2. Retrieved from <https://www.cte.cornell.edu/documents/presentations/Eisen-Handout.pdf>

BIBLIOGRAFÍA

- Ekman, Friesen, & Hager. (2002). *The facial action coding system* (2en edn.). London: Weidenfeld & Nicolson.
- Ekman, P., & Friesen, W. (1978). *Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement*. Consulting Psychologists Press.
- Elliott, C. (1992). *The affective reasoner: A process model of emotions in a multi-agent system*. Chicago: Northwestern University Institute for the Learning Sciences.
- Elorriaga, J. A. (1998). *Planificación de la Instrucción en Sistemas Tutores Inteligentes Evolutivos desde un Enfoque de Razonamiento Basado en Casos* (LSI). University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Ez-Zaouia, M., & Lavoué, E. (2017). EMODA: a tutor oriented multimodal and contextual emotional dashboard. In *Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK 2017)* (pp. 429–438). Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01497669/>
- Fernández, M. J. L., Fernández, J. G., Aguilar, S. R., Selvi, B. S., & Crespo, R. G. (2013). Control of attendance applied in higher education through mobile {NFC} technologies. *Expert Systems with Applications*, 40(11), 4478–4489. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2013.01.041>
- Fernández-Castro, I., García-Alonso, A., Urretavizcaya, M., Arruarte, A., Elorriaga, J. A., Ferrero, B., Álvarez, A., López-Gil, J. M., Zipitria, I., Larrañaga, Losada, B., Martín, M., Ruiz, S., Calvo, I., Villamañe, M., Conde, A., Reina, D. (2012). GaLan (Entornos de Aprendizaje Adaptativos, Lenguajes y Sistemas Informáticos), UPV/EHU. *IE Comunicaciones. Revista Iberoamericana de Informatica Educativa, ADIE*, 15, 47–56.
- Ferrández, A., Sarramona, J., & Tarín, L. (1995). *Tecnología Didáctica. Teoría y Práctica de la programación escolar*. (Ceac.). Barcelona: CEAC.
- Ferrero, B. (2004). *DETECTive: un entorno genérico e integrable para diagnóstico de actividades de aprendizaje. Fundamentos, diseño y evaluación* (LSI). University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Fessl, A., Rivera-Pelayo, V., Pammer, V., & Braun, S. (2012). Mood Tracking in Virtual Meetings. In A. Ravenscroft, S. Lindstaedt, C. Kloos, & D. Hernández-Leo (Eds.), *21st Century Learning for 21st Century Skills* (Vol. 7563, pp. 377–382). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-33263-0_30
- Flanders, N. A. (1968). Interaction Analysis and Inservice Training. *The Journal of Experimental Education*, 37(1), 126–133. doi:10.1080/00220973.1968.11011099
- Frasson, C., & Chalfoun, P. (2010). Managing Learner ' s Affective States in Intelligent Tutoring Systems. In *Advances in Intelligent Tutoring Systems* (Vol. 308, pp. 339–358). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Freeman, C., & Plassmann, P. (2015, September 3). Using technology to monitor first year student attendance in their academic studies. Retrieved December 2, 2016, from

<http://bejlt.brookes.ac.uk/paper/using-technology-to-monitor-first-year-student-attendance-in-their-academic-studies/>

- Froyd, J., & Simpson, N. (2008). Student-centered learning addressing faculty questions about student centered learning. In *Course, Curriculum, Labor, and Improvement Conference, Washington DC, 30 (11)*. Retrieved from <http://www.jfn.ac.lk/OBESCL/MOHE/SCL-articles/Academic-articles/16.SCL-Froyd.pdf>
- Gallagher, S. A. (1997). Problem-Based Learning: Where Did it Come from, What Does it Do, and Where is it Going? *Journal for the Education of the Gifted*, 20(4), 332–362. doi:10.1177/016235329702000402
- Gilakjani, A. P., Leong, L.-M., & Ismail, H. N. (2013). Teachers' Use of Technology and Constructivism. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 5(4), 49–63. doi:10.5815/ijmeecs.2013.04.07
- Goldspink, C., & Foster, M. (2013). A conceptual model and set of instruments for measuring student engagement in learning. *Cambridge Journal of Education*, 43(3), 291–311. doi:10.1080/0305764X.2013.776513
- Govaerts, S., Verbert, K., Duval, E., & Pardo, A. (2012). The student activity meter for awareness and self-reflection. In *CHI '12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 869–884). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2212776.2212860
- Graesser, A., Chipman, P., King, B., McDaniel, B., & D'Mello, S. (2007). Emotions and learning with auto tutor. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 158, 569.
- Graham, C. R. (2016). Blended learning systems: Definitions, current trends and future directions. In *The Handbook of blended learning: Global perspectives, local designs* (C. J. Bonk, C. R. Graham., pp. 3–21). San Francisco: Pfeiffer.
- Gregory, R., & Thorley, L. (2013). *Using group-based learning in higher education*. Routledge.
- Gueraud, V., & Cagnat, J.-M. (2004). Suivi à distance de classe virtuelle active. In *Technologies de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement Supérieur et de l'Industrie* (pp. 377–383). Université de Technologie de Compiègne. Retrieved from <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00000725/>
- Gutiérrez, I., Crespo, R. M., & Delgado Kloos, C. (2011). Orchestration and Feedback in Lab Sessions: Improvements in Quick Feedback Provision. In C. D. Kloos, D. Gillet, R. M. Crespo García, F. Wild, & M. Wolpers (Eds.), *Towards Ubiquitous Learning* (Vol. 6964, pp. 424–429). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-23985-4_33
- Hannafin, M. J., & Land, S. M. (1997). The foundations and assumptions of technology-enhanced student-centered learning environments. *Instructional Science*, 25(3), 167–202. doi:10.1023/A:1002997414652

BIBLIOGRAFÍA

- Harel, I., & Papert, S. (1991). *Constructionism*. Norwood: Ablex Publishing.
- Herzog, S. (2005). Measuring Determinants of Student Return VS. Dropout/Stopout VS. Transfer: A First-to-Second Year Analysis of New Freshmen. *Research in Higher Education*, 46(8), 883–928. doi:10.1007/s11162-005-6933-7
- Hinton, C., Miyamoto, K., & Della-Chiesa, B. (2008). Brain Research, Learning and Emotions: implications for education research, policy and practice. *European Journal of Education*, 43(1), 87–103. doi:10.1111/j.1465-3435.2007.00336.x
- Hoidn, S. (2017). *Student-Centered Learning Environments in Higher Education Classrooms*. New York: Palgrave Macmillan US. doi:10.1057/978-1-349-94941-0
- Isen, A., & Reeve, J. (2005). The Influence of Positive Affect on Intrinsic and Extrinsic Motivation: Facilitating Enjoyment of Play, Responsible Work Behavior, and Self-Control. *Motivation and Emotion*, 29(4), 295–323. doi:10.1007/s11031-006-9019-8
- ISO 9241-11:1998. (n.d.). Retrieved April 29, 2017, from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-1:v1:en>
- ISO/IEC 40500:2012. (n.d.). Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:40500:ed-1:v1:en>
- Jovanović, J., Gašević, D., Brooks, C., Devedžić, V., & Hatala, M. (2007). LOCO-Analyst: A Tool for Raising Teachers' Awareness in Online Learning Environments. In E. Duval, R. Klamma, & M. Wolpers (Eds.), *Creating New Learning Experiences on a Global Scale* (Vol. 4753, pp. 112–126). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from <http://www.springerlink.com/content/5131867177432k26/>
- Juslin, P., & Scherer, K. (2005). Vocal expression of affect. *The New Handbook of Methods in Nonverbal Behavior Research*. Retrieved from http://books.google.com/books?hl=en&lr=&ie=UTF-8&id=RTNNfOUI_EIC&oi=fnd&pg=PA65&dq=Vocal+expression+of+affect.+The+new+handbook+of+methods+in+nonverbal+behavior+research,&ots=0MS0sruXh9&sig=X8bzhIUtqTSScQl8iTef4ptRxCG
- Kabakchieva, D. (2013). Predicting Student Performance by Using Data Mining Methods for Classification. *Cybernetics and Information Technologies*, 13(1), 61. doi:10.2478/cait-2013-0006
- Kay, R. H., & LeSage, A. (2009a). A strategic assessment of audience response systems used in higher education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(2), 235–249.
- Kay, R. H., & LeSage, A. (2009b). Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of the literature. *Computers & Education*, 53(3), 819–827. doi:10.1016/j.compedu.2009.05.001
- Kinshuk, Patel, A., & Russell, D. (2000). A multi-institutional evaluation of Intelligent Tutoring Tools in Numeric Disciplines. *Educational Technology & Society*, 3.

- Klem, A. M., & Connell, J. P. (2004). Relationships matter: Linking teacher support to student engagement and achievement. *Journal of School Health, 74*(7), 262–273.
- Koedinger, K. R., & Corbett, A. T. (2006). Cognitive tutors : technology bringing learning science to the classroom, 61–77.
- Kosba, E., Dimitrova, V., & Boyle, R. (2005). The Evaluation of an Intelligent Teacher Advisor for Web Distance Environments. In *Proceedings of the 2005 Conference on Artificial Intelligence in Education: Supporting Learning Through Intelligent and Socially Informed Technology* (pp. 370–377). Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands: IOS Press. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1562524.1562577>
- Krajcik, J. S., & Shin, N. (2014). Project-based learning. In *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences, Second Edition* (pp. 275–297). Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139519526.018
- Kraut, R. (2013). *Policy guidelines for mobile learning*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Krüger, A., Baus, J., Heckmann, D., Kruppa, M., & Wasinger, R. (2007). The Adaptive Web. In P. Brusilovsky, A. Kobsa, & W. Nejdl (Eds.), (pp. 521–549). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1768197.1768217>
- Lam, H., Bertini, E., Isenberg, P., Plaisant, C., & Carpendale, S. (2012). Empirical Studies in Information Visualization: Seven Scenarios. *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on, 18*(9), 1520–1536. doi:10.1109/TVCG.2011.279
- Larrañaga, M. (2012). *Semi-Automatic Generation of Learning Domain Modules for Technology Supported Learning Systems (LSI)*. University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Larusson, J. A., & White, B. (Eds.). (2014). *Learning Analytics*. New York, NY: Springer New York. doi:10.1007/978-1-4614-3305-7
- Lehman, B., Matthews, M., D’Mello, S., & Person, N. (2008). What are you feeling? Investigating student affective states during expert human tutoring sessions. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 50–59). Springer. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-69132-7_10
- Leony, D., Muñoz-Merino, P. J., Pardo, A., & Kloos, C. D. (2013). Provision of awareness of learners’ emotions through visualizations in a computer interaction-based environment. *Expert Systems with Applications, 40*(13), 5093–5100. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2013.03.030>
- Leony, D., Muñoz-Merino, P. J., Ruipérez-Valiente, J. A., Pardo, A., & Kloos, C. D. (2015). Detection and evaluation of emotions in massive open online courses. *Journal of Universal Computer Science, 21*(5), 638–655.

BIBLIOGRAFÍA

- Levy, D., Yardley, J., & Zeckhauser, R. J. (2015). Getting an Honest Answer: Clickers in the Classroom. Retrieved from http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2695074
- Lewis, C. H. (1982). *Using the "Thinking Aloud" Method In Cognitive Interface Design* (No. RC-9265). IBM.
- Lewis, J. R. (2002). Psychometric Evaluation of the PSSUQ Using Data from Five Years of Usability Studies. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 14(3-4), 463-488. doi:10.1080/10447318.2002.9669130
- López, J., Pascual, A., Masip, L., Granollers, T., & Cardet, X. (2011). Influence of web content management systems in web content accessibility. *Human-Computer Interaction-INTERACT 2011*, 548-551.
- Losada, B. (2014). *InterMod: Un enfoque ágil, dirigido por modelos y centrado en el usuario, para desarrollar aplicaciones interactivas* (LSI). University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Losada, B., Urretavizcaya, M., & Fernández-Castro, I. (2013). A Guide to Agile Development of Interactive Software with a "User Objectives"-driven Methodology. *Sci. Comput. Program.*, 78(11), 2268-2281. doi:10.1016/j.scico.2012.07.022
- Losada, B., Urretavizcaya, M., López-Gil, J.-M., & Fernández-Castro, I. (2012). Combining InterMod Agile Methodology with Usability Engineering in a Mobile Application Development. In *Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador* (p. 39:1-39:8). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2379636.2379674
- Mark, M. A., & Greer, J. (1993). Evaluation Methodologies for Intelligent Tutoring Systems. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 4, 129-153.
- Martín, M. (2014). *Análisis de interacciones de aprendizaje y generación de avisos multi-usuario en entornos combinados* (LSI). University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Martin, M., Alvarez, A., Ruiz, S., Fernández-Castro, I., & Urretavizcaya, M. (2009). Helping Teachers to Track Student Evolution in a B-Learning Environment. *2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies*, 0, 342-346. doi:<http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/ICALT.2009.152>
- Mayhew, D. J. (1999). *The Usability Engineering Lifecycle: A Practitioner's Handbook for User Interface Design* (1st ed.). San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Mazza, R., & Milani, C. (2004). GISMO: a Graphical Interactive Student Monitoring Tool for Course Management Systems. In *T.E.L.'04 Technology Enhanced Learning '04 International Conference. Milan* (pp. 18-19).
- McDuff, D., Karlson, A., Kapoor, A., Roseway, A., & Czerwinski, M. (2012). AffectAura: an intelligent system for emotional memory. In *Proceedings of the SIGCHI*

- Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 849–858). ACM. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2208525>
- McKeachie, W. J. (1987a). Teaching and Learning in the College Classroom. A Review of the Research Literature (1986) and November 1987 Supplement. Retrieved from <http://eric.ed.gov/?id=ED314999>
- McKeachie, W. J. (1987b). Teaching and Learning in the College Classroom. A Review of the Research Literature (1986) and November 1987 Supplement. Retrieved from <http://eric.ed.gov/?id=ED314999>
- Merrill, M. D. (1983). Component display theory. In C. M. Reigeluth, (Ed.), *Instructional*.
- Michel, C., & Garrot-Lavoué, É. (2009). Meshat: Monitoring and Experience Sharing Tool for Project-Based Learning. *CoRR*, *abs/0911.0310*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/0911.0310>
- Muir, J. (2009). Student Attendance: Is It Important, and What Do Students Think? *Transactions*, *6*(2), 50–69. doi:10.11120/tran.2009.06020050
- Montessori, M. (1964). *The Montessori method*. New York: Schocken Books.
- Nainan, S., Parekh, R., & Shah, T. (2013). RFID technology based attendance management system. *arXiv Preprint arXiv:1306.5381*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1306.5381>
- Nielsen, J., & Mack, R. L. (Eds.). (1994). *Usability Inspection Methods*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic Evaluation of User Interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 249–256). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/97243.97281
- Nwana, H. S. (1990). Intelligent tutoring systems: an overview. *Artificial Intelligence Review*, *4*(4), 251–277. doi:10.1007/BF00168958
- O'Bannon, B. W., & Thomas, K. M. (2015). Mobile phones in the classroom: Preservice teachers answer the call. *Computers & Education*, *85*, 110–122. doi:10.1016/j.compedu.2015.02.010
- Ochs, M., & Frasson, C. (2004). Emotionally Intelligent Tutoring Systems (EITS). In V. Barr & Z. Markov (Eds.), *FLAIRS Conference* (pp. 251–256). AAAI Press. Retrieved from <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/flairs/flairs2004.html#OchsF04>
- Ortony, A., Clore, G., & Collins, A. (1990). *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge University Press.
- Pal, A. K., & Pal, S. (2013). Data Mining Techniques in EDM for Predicting the Performance of Students. *International Journal of Computer and Information*, *2*(Issue 06), 1110–1116.
- Pardo, A. (2014). Designing Learning Analytics Experiences. In J. A. Larusson & B. White (Eds.), *Learning Analytics: From Research to Practice* (pp. 15–38). New York, NY: Springer New York. doi:10.1007/978-1-4614-3305-7_2

BIBLIOGRAFÍA

- Pardos, Z. A., Baker, R. S. J. D., San Pedro, M. O. C. Z., Gowda, S. M., & Gowda, S. M. (2013). Affective states and state tests: investigating how affect throughout the school year predicts end of year learning outcomes. In *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 117–124). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2460296.2460320
- Patel, U. A. (2013). Student Management System Based on RFID Technology. *International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science (IJETTCS)*, 2(6), 173–178.
- Paternò, F., Santoro, C., & Spano, L. D. (2011). Engineering the authoring of usable service front ends. *Journal of Systems and Software*, 84(10), 1806–1822. doi:10.1016/j.jss.2011.05.025
- Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A. C., Barchfeld, P., & Perry, R. P. (2011). Measuring emotions in students' learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ). *Students' Emotions and Academic Engagement*, 36(1), 36–48. doi:10.1016/j.cedpsych.2010.10.002
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic Emotions in Students' Self-Regulated Learning and Achievement: A Program of Qualitative and Quantitative Research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91–105. doi:10.1207/S15326985EP3702_4
- Pessoa, L. (2010). Emergent processes in cognitive-emotional interactions. *Dialogues Clin Neurosci*, 12, 433–448.
- Picciano, A. (2014). Big Data and Learning Analytics in Blended Learning Environments: Benefits and Concerns. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 2(7), 35. doi:10.9781/ijimai.2014.275
- Powell, S., Straub, C., Rodriguez, J., & VanHorn, B. (2011). Using Clickers in Large College Psychology Classes: Academic Achievement and Perceptions. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 11(4), 1–11.
- Prieto, L. P., Dimitriadis, Y., Asensio-Pérez, J. I., & Looi, C.-K. (2015). Orchestration in learning technology research: evaluation of a conceptual framework. *Research in Learning Technology*, 23(1), 28019. doi:10.3402/rlt.v23.28019
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231.
- Race, P. (2007). *The lecturer's toolkit: A practical guide to learning, teaching and assessment*. London: Routledge.
- Rienties, B., & Rivers, B. A. (2014, December). Measuring and Understanding Learner Emotions: Evidence and Prospects. *Learning Analytics Review*, no. 1. Retrieved from <http://www.laceproject.eu/learning-analytics-review/measuring-and-understanding-learner-emotions/>
- Rivera-Pelayo, V., Munk, J., Zacharias, V., & Braun, S. (2013). Live interest meter: learning from quantified feedback in mass lectures. In *Proceedings of the Third*

- International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 23–27). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2460296.2460302
- Robinson, M. D., & Barrett, L. F. (2010). Belief and Feeling in Self-reports of Emotion: Evidence for Semantic Infusion Based on Self-esteem. *Self and Identity*, 9(1), 87–111. doi:10.1080/15298860902728274
- Rodríguez-Triana, M. J., Holzer, A., Vozniuk, A., & Gillet, D. (2015). Orchestrating Inquiry-Based Learning Spaces: An Analysis of Teacher Needs. In F. W. B. Li, R. Klamma, M. Laanpere, J. Zhang, B. F. Manjón, & R. W. H. Lau (Eds.), *Advances in Web-Based Learning -- ICWL 2015: 14th International Conference, Guangzhou, China, November 5-8, 2015, Proceedings* (pp. 131–142). Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-25515-6_12
- Rodríguez-Triana, M. J., Prieto, L. P., Vozniuk, A., Boroujeni, M. S., Schwendimann, B. A., Holzer, A. C., & Gillet, D. (2016). Monitoring, Awareness and Reflection in Blended Technology Enhanced Learning: a Systematic Review. *International Journal of Technology Enhanced Learning*.
- Romer, D. (1993). Do students go to class?: Should they? *The Journal of Economic Perspectives: EP: A Journal of the American Economic Association*, 7(3).
- Romero, C., & Ventura, S. (2013). Data mining in education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 3(1), 12–27. doi:10.1002/widm.1075
- Romero, C., Ventura, S., Espejo, P. G., & Hervás, C. (2009). Data mining algorithms to classify students. In *In Proc. of the 1st Int. Conf. on Educational Data Mining (EDM'08)*, p. 187191, 2008. 49 *Data Mining 2009*.
- Rosson, M. B., & Carroll, J. M. (2002). *Usability Engineering: Scenario-based Development of Human-computer Interaction*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Rueda, U. (2009). *Desarrollo de software reutilizable de Mapas Conceptuales y estudio de su aplicación en contextos de aprendizaje y en los Modelos Abiertos de Estudiante (LSI)*. University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Ruiz, S., Charleer, S., Urretavizcaya, M., Klerkx, J., Fernández-Castro, I., & Duval, E. (2016). Supporting Learning by Considering Emotions: Tracking and Visualization a Case Study. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge* (pp. 254–263). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2883851.2883888
- Ruiz, S., Urretavizcaya, M., & Fernández de Castro, I. (2012a). *Learning from human teaching strategies* (LSI No. TR 04-2012.). UPV/EHU. Retrieved from <https://addi.ehu.es/bitstream/10810/8654/1/TR%2004-2012.pdf>
- Ruiz, S., Urretavizcaya, M., & Fernández de Castro, I. (2012b). *Obtaining teaching expertise from F2F learning interactions* (LSI No. TR 05-2012). UPV/EHU. Retrieved from <https://addi.ehu.es/handle/10810/8655>

BIBLIOGRAFÍA

- Ruiz, S., Urretavizcaya, M., & Fernández-Castro, I. (2013). Monitoring F2F interactions through attendance control. In *Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE* (pp. 226–232). doi:10.1109/FIE.2013.6684822
- Ruiz, S., Urretavizcaya, M., Fernández-Castro, I., & López-Gil, J.-M. (2015a). Visualizing Students' Performance in the Classroom: Towards Effective F2F Interaction Modelling. In G. Conole, T. Klobučar, C. Rensing, J. Konert, & É. Lavoué (Eds.), *Design for Teaching and Learning in a Networked World* (Vol. 9307, pp. 630–633). Springer International Publishing. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-24258-3_75
- Ruiz, S., Urretavizcaya, Maite, & Fernández-Castro, Isabel. (2015b). Predicting students' outcome by interaction monitoring. In *Proceedings of the 8th International Conference on Educational Data Mining* (Springer., Vol. 9307, pp. 598–599). Madrid.
- Ruiz, S., Urretavizcaya, M., & Fernández-Castro, I. (submitted). From modelling to visualizing classroom interactions. The PresenceClick approach. *Computers & Education*.
- Russell, J. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 1161–1178.
- Salovey, P., & Mayer, J. . (1990). *Emotional Intelligence* (Baywood Publishing Co., Inc.).
- Santos, J. L., Verbert, K., Govaerts, S., & Duval, E. (2013). Addressing Learner Issues with StepUp!: An Evaluation. In *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 14–22). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2460296.2460301
- Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured? *Social Science Information*, 44(4), 695–729. doi:10.1177/0539018405058216
- Scheuer, O., & McLaren, B. M. (2012). Educational Data Mining. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (pp. 1075–1079). Boston, MA: Springer US. doi:10.1007/978-1-4419-1428-6_618
- Schmidt, A., Beigl, M., & Gellersen, H. (1998). There is more to Context than Location. *COMPUTERS AND GRAPHICS*, 23, 893--901.
- Scriven, M. (1967). The Methodology of Evaluation. In R. Tyler, R. Gagné, & M. Scriven (Eds.), *Perspectives of Curriculum Evaluation, AERA Monograph Series on Curriculum Evaluation* (Vol. 1, pp. 39–83). Chicago: Rand McNally.
- Shah, F., Evens, M., Michael, J., & Rovick, A. (2002). Classifying student initiatives and tutor responses in human keyboard-to-keyboard tutoring sessions. *Discourse Processes*, 33(1), 23–52.
- Sharples, M., Taylor, J., & Vavoula, G. (2010). A Theory of Learning for the Mobile Age. In B. Bachmair (Ed.), *Medienbildung in neuen Kulturräumen* (pp. 87–99). VS Verlag für Sozialwissenschaften. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-92133-4_6

- Siemens, G., & Baker, R. S. (2012). Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration. In *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 252–254). ACM. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2330661>
- Simpson, V., & Oliver, M. (2007). Electronic voting systems for lectures then and now: A comparison of research and practice. *Australasian Journal of Educational Technology*, 23(2), 187.
- Singley, M. K., & Lam, R. B. (2005). The classroom sentinel: supporting data-driven decision-making in the classroom. In *Proceedings of the 14th international conference on World Wide Web* (pp. 315–321). ACM. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1060793>
- Tess, P. A. (2013). The role of social media in higher education classes (real and virtual) – A literature review. *Computers in Human Behavior*, 29(5), A60–A68. doi:10.1016/j.chb.2012.12.032
- Touron, J. (1983). The determination of factors related to academic achievement in the university: Implications for the selection and counselling of students. *Higher Education*, 12(4), 399–410. doi:10.1007/BF00158243
- Tullis, T., & Albert, W. (2008). *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- VanLehn, K. (2008). The Interaction Plateau: Answer-Based Tutoring < Step-Based Tutoring = Natural Tutoring. In B. P. Woolf, E. Aïmeur, R. Nkambou, & S. Lajoie (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems* (Vol. 5091, pp. 7–7). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from <http://www.springerlink.com/content/8x614214xw34n52q/>
- Velleman, E., & Abou-Zahra, S. (2014). Website Accessibility Conformance Evaluation Methodology (WCAG-EM) 1.0. Retrieved May 30, 2017, from <https://www.w3.org/TR/2014/NOTE-WCAG-EM-20140710/>
- Verbert, K., Duval, E., Klerkx, J., Govaerts, S., & Santos, J. L. (2013). Learning Analytics Dashboard Applications. *American Behavioral Scientist*. doi:10.1177/0002764213479363
- Vigo, M., Brown, J., & Conway, V. (2013). Benchmarking Web Accessibility Evaluation Tools: Measuring the Harm of Sole Reliance on Automated Tests. In *Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility* (p. 1:1–1:10). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/2461121.2461124
- Villamañe, M. (2017). *Análisis y mejora de los marcos actuales de desarrollo y evaluación de los Trabajos Fin de Grado mediante el uso de las TIC (LSI)*. University of the Basque Country, UPV/EHU.
- Woolf, B., Bursleson, W., Arroyo, I., Dragon, T., Cooper, D., & Picard, R. (2009). Affect-aware tutors: recognising and responding to student affect. *International Journal of Learning Technology*, 4(3–4), 129–164.

BIBLIOGRAFÍA

- Woolf, B. P. (2010). Student Modeling. In R. Nkambou, J. Bourdeau, & R. Mizoguchi (Eds.), *Advances in Intelligent Tutoring Systems* (Vol. 308, pp. 267–279). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from <http://www.springerlink.com/content/qq12357w33620311/>
- Zipitria, I. (2011). *From Human to Automatic Summary Grading* (LSI). University of the Basque Country, UPV/EHU.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Conceptualización del Aprendizaje Combinado según (Picciano, 2014).....	5
Figura 1-2. Líneas de interacción en entornos de aprendizaje combinado.....	8
Figura 1-3. Líneas de interacción y feedback en entornos de aprendizaje combinado	10
Figura 1-4. Estructura del método de investigación	16
Figura 1-5. Fases en el seguimiento de las interacciones.....	17
Figura 1-6. Líneas de interacción y feedback en entornos combinados y su relación con esta tesis.....	18
Figura 1-7. Estructura conceptual de <i>PresenceClick</i>	19
Figura 2-1. Captura de parámetros de presencialidad que define las sesiones	31
Figura 2-2. Modelo de proceso para LA según (Verbert et al., 2013)	33
Figura 2-3. Visualizaciones de los sistemas: (a) GISMO, (b) LOCO-Analyst, (c) SAM y (d) StepUp!.....	34
Figura 2-4. Descubrimiento de conocimiento educativo y minería de datos (Romero & Ventura, 2013).....	37
Figura 2-5. Metodología InterMod (izquierda) y relaciones entre modelos (derecha)	39
Figura 2-6. Arquitectura conceptual detallada <i>PresenceClick</i>	40
Figura 2-7. Ontologías definidas en <i>PresenceClick</i>	41
Figura 2-8. Integración de <i>PresenceClick</i> con herramientas GaLan	43
Figura 2-9. Proceso de obtención del Modelo del Dominio con <i>LiDom Builder</i>	43
Figura 3-1. Opinión de los profesores sobre las sesiones presenciales	64
Figura 3-2. Uso de herramientas de planificación en relación a la edad del profesor	67
Figura 3-3. Registro de la asistencia en función del número de alumnos	

ÍNDICE DE FIGURAS

matriculados en la asignatura.....	68
Figura 4-1. Fragmento de las ontologías relacionado con el plano de planificación general de interacciones	77
Figura 4-2. Propiedades de definición de los objetos más significativos del plano de planificación general (estudiante, profesor, grupo, sesión y clase).....	78
Figura 4-3. Fragmento de las ontologías relacionados con la asistencia.....	79
Figura 4-4. Ejemplo típico de distribución de actividades en una clase presencial.....	80
Figura 4-5. Fragmento de la ontología que representa la estructura taxonómica de las interacciones en CLIM (plano de planificación de interacciones)	81
Figura 4-6. Propiedades de definición de las actividades de aprendizaje en CLIM	82
Figura 4-7. Fragmento de la ontología que representa la asignatura y los temas	83
Figura 4-8. Propiedades de definición de la asignatura y los temas	83
Figura 4-9. Líneas de interacción entre profesor y alumnos en las actividades dirigidas por conocimiento.....	84
Figura 4-10. Fragmento de las ontologías relacionado con las preguntas-respuestas	87
Figura 4-11. Propiedades de definición de las preguntas-respuestas	87
Figura 4-12. Fragmento de las ontologías relacionado con los ejercicios.....	90
Figura 4-13. Propiedades de definición de los ejercicios.....	90
Figura 4-14. Líneas de interacción entre profesor y alumnos en las actividades dirigidas por contexto.....	91
Figura 4-15. Fragmento de ontologías relacionadas con las dudas de los alumnos.....	94
Figura 4-16. Propiedades de definición de las dudas	94
Figura 5-1. Identificación de las emociones TEAM en el modelo de Scherer (2005)	108
Figura 5-2. TEAM (Twelve Emotions in Academia Model)	109
Figura 5-3. Visualización de gráficos típicos para un estudiante (Vg).....	111
Figura 5-4. Visualización del esquema de cuadrados para un estudiante (Vs) ..	112
Figura 5-5. Opinión de los estudiantes sobre la influencia de las emociones en su aprendizaje (respuestas a los ítems II en la Clase1 y Clase2) ..	116

Figura 5-6. Opinión de los estudiantes sobre la confianza que sienten al valorar las emociones (respuestas a los ítems CI en la Clase1 y Clase2).....	117
Figura 5-7. Opinión de los alumnos sobre las visualizaciones.....	118
Figura 5-8. Fragmento de las ontologías relacionado con las emociones	121
Figura 5-9. Propiedades de definición de las emociones	121
Figura 6-1. Fases en el seguimiento de las interacciones y su implementación en submódulos	131
Figura 6-2. Arquitectura general de PresenceClick.....	135
Figura 6-3. Estructura modular de <i>PresenceClick</i>	136
Figura 6-4. Arquitectura para la gestión de la asistencia	140
Figura 6-5. Visualización de <i>AttendanceModule</i> : espacio profesor visión iteración- asistencia (superior) y espacio estudiante con la visión interacción y la visión estudiante conjunta (inferior).....	141
Figura 6-6. Arquitectura para gestión de Emociones centralizada en <i>webClick</i> ..	143
Figura 6-7. Cuestionario de <i>EmotionsModule</i> con los ítems del modelo TEAM ..	144
Figura 6-8. Visualización de <i>EmotionsModule</i> para un estudiante sobre un evento (vi).....	145
Figura 6-9. Visualización de <i>EmotionsModule</i> para revisar la evolución emocional propia en comparación al grupo (ve).....	146
Figura 6-10. Arquitectura para la gestión de Preguntas-Respuestas en <i>PresenceClick</i>	148
Figura 6-11. Proceso de envío de preguntas-respuestas en <i>qClick</i> : (a) El profesor visualiza la lista de preguntas planificadas para elegir una, (b) el profesor envía la pregunta seleccionada y (c) el alumno contesta.....	150
Figura 6-12. Visualización de <i>qClick</i> en la visión del profesor: (a) selección múltiple-respuesta única y (b) encuesta.	151
Figura 6-13. Visualizaciones de <i>QuizzesModule</i> en el espacio del profesor para una pregunta concreta (superior) y para un alumno concreto (inferior).....	152
Figura 6-14. Arquitectura <i>xClick</i> centralizada en <i>pClick</i>	153
Figura 6-15. Visión <i>xClick</i> espacio profesor (a) diseño ejercicio, (b) ejercicios finalizados y (d) espacio del estudiante con la lista de ejercicios a realizar.	154
Figura 6-16. Visualización <i>xClick</i> espacio del profesor.....	156

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 6-17. Arquitectura inicial de <i>QuestionsModule</i>	157
Figura 6-18. Visualizaciones del MG en <i>AttendanceModule</i> , visión general.....	159
Figura 6-19. Visualizaciones del MG en <i>AttendanceModule</i> , visión individualizada.....	159
Figura 6-20. Visualización del MG en <i>QuizzesModule</i> : visión general (superior) y visión individualizada (inferior)	160
Figura 6-21. Visualización del MG en <i>EmotionsModule</i> : visión general (superior) y visión individualizada (inferior)	162
Figura 7-1. Estadios en el proceso de evaluación antes de la implantación de módulos	169
Figura 7-2. Calendarios de evaluación e implantación de <i>PresenceClick</i>	172
Figura 7-3. Visión de las dos pruebas Sumativas	173
Figura 7-4. Porcentajes de gestión de asistencia por firma o tarjeta	176
Figura 7-5. Extracto de la satisfacción general (balance positivo/negativo) para <i>AttendanceModule</i>	180
Figura 7-6. Progresiva actualización de las visualizaciones del profesor en 2013/2014 (izquierda), en 2014/2015 (centro) y actuales (derecha)....	181
Figura 7-7. Opinión del grupo de estudiantes sobre las visualizaciones de <i>EmotionsModule</i>	185
Figura 7-8. Satisfacción general (balance positive/negative) con <i>EmotionsModule</i> para los items más representativos	187
Figura 7-9. Satisfacción de los estudiantes sobre <i>qClick</i> en general	192
Figura 7-10. Problemas detectados al responder con los móviles en clase.....	193
Figura 7-11. Satisfacción de estudiante para el <i>QuizzesModule</i>	193
Figura 7-12. Visión general de accesos de usuarios durante el primer cuatrimestre.....	196
Figura 7-13. Número de visitas del estudiante a páginas de las asignaturas.....	197
Figura 7-14. Número de páginas vistas por el profesor para cada una de las cuatro diferentes páginas de Asistencia.....	198
Figura 7-15. Número de páginas vistas únicas por los profesores según fases de planificación y visualización	198
Figura 7-16. Páginas vistas por estudiantes para cada una de diferentes funcionalidades de los módulos de Asistencia, Emociones y Preguntas.....	199
Figura 7-17. Profesor en <i>QuizzesModule</i> : Número de páginas vistas por fases (izquierda) y por páginas diferentes (derecha).....	200

Figura 7-18. Menú de PresenceClick con el módulo de dudas integrado	203
Figura 8-1. Análisis de Correlación y Componentes Principales para el curso 2014/2015.....	215
Figura 8-2. Tablas de transición del evento 3 al 4 (Tt3 4) en ambos cursos.....	218
Figura 8-3. Mapa de calor de las tablas Evolutivas para 2014/2015 y 2015/2016.....	219
Figura 8-4. Tabla Emociones/Resultados (ERt).....	220
Figura 8-5. Distribución de resultados en todas las tablas de Predicción y tabla de distribución real.....	222
Figura 8-6. Árbol de decisión para el conjunto de los dos cursos.....	223
Figura 8-7. Tabla de evolución del evento 3 al 6 (Et36) y Tabla de Emociones/Resultados (ERt) para la muestra de entrenamiento usada en predicciones.....	225
Figura 8-8. Árbol de decisión para la muestra de entrenamiento usada en predicciones.....	226
Figura 9-1. Líneas de interacción en entornos de aprendizaje combinado.....	234

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Fragmento del cuestionario.....	57
Tabla 3-2. Estadísticas en el uso de los distintos mecanismos de comunicación	66
Tabla 3-3. p-values comparando las distribuciones de los mecanismos de comunicación según el tamaño de los grupos	66
Tabla 5-1. Modelos de emociones en contextos educativos.....	106
Tabla 5-2. Resumen de los instrumentos.....	114
Tabla 5-3. Resumen del procedimiento.....	115
Tabla 6-1. Principales ventajas y desventajas del actual DCA seleccionado	138
Tabla 7-1. Evaluaciones <i>AttendanceModule</i> : participantes, espacios y DCAs	173
Tabla 7-2. Resumen de pruebas Simuladas para el módulo <i>AttendanceModule</i> ..	175
Tabla 7-3. Evaluaciones <i>EmotionsModule</i> : participantes y espacios.	183
Tabla 7-4. Satisfacción de los estudiantes sobre qClick para cada grupo	192
Tabla 7-5. Información referente a los Eventos de Captura de Emociones	200
Tabla 7-6 Errores de tipo A/AA encontrados para cada página (24) de la muestra en cada iteración.....	202
Tabla 8-1. Información de contexto para los cursos 2014/2015 and 2015/2016....	212
Tabla 8-2. Información de la muestra para los cursos 2014/2015 and 2015/2016.....	213
Tabla 8-3. Matrices de confusión para la muestra de validación en cada estado ECE.....	224

ANEXO A

Acrónimos

ACP	Análisis de Componentes Principales
AIWES	Adaptive and Intelligent Web-Based Educational System
CLIM	CLassroom Interactions Model
CLIQ	CLassroom Interactions Questionnaire
DCA	Dispositivo de Control de Asistencia
ECE	Evento de Captación Emocional
EDM	Educational Data Mining
ee	espacio estudiante
ep	espacio profesor
FAQ	Frequently Asked Question
LA	Learning Analytics
LMS	Learning Management System
MD	Modelo del Dominio
ME	Modelo del Estudiante
MG	Modelo del Grupo
MS	Modelo del Sistema
MU	Modelo del Usuario
MVC	Modelo-Vista-Controlador
PB	Programación Básica
PMOO	Programación Modular y Orientada a Objetos
PRE	Model of Predictions Results by Emotions
PRA	Model of Predictions Results by Attendance
PREA	Model of Predictions Results combining Emotions and Attendance
sp	Submódulo de planificación
sr	Submódulo de registro
STI	Sistema Tutor Inteligente
sv	Submódulo de visualización
TEAM	Twelve Emotions in Academia Model

ANEXO A

TEAMQuest	Twelve Emotions in Academia Model Questionnaire
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TU	Tarjeta Universitaria
UO	User Objective (Objetivo de Usuario)
UPV/EHU	Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
ve	visualización de estudiante
vi	visualización de interacción
vg	visualización de grupo

ANEXO B

CLIQ: *Classroom Interactions Questionnaire*

Cuestionario Interacciones profesores-alumnos

Este cuestionario trata de recopilar los diversos comportamientos y experiencias de los profesores en su actividad docente, por lo que su validez depende en gran medida de la sinceridad de sus respuestas.

El cuestionario se compone de 26 preguntas agrupadas en tres temas: Contextualización, Planificación docente e Interacción con el alumno.

Por favor, repase sus respuestas antes de pulsar el botón ENVIAR. Muchas gracias por su participación.

*Required

CONTEXTUALIZACIÓN

Esta sección incluye seis preguntas sobre aspectos del profesorado (edad, experiencia docente en años, etc.) y de una asignatura (descripción de la asignatura que imparte, tipo de material docente utilizado, etc.). Aunque cada profesor suele impartir varias asignaturas, para este cuestionario deberá elegir sólo una: aquella que considere interesante por su alta matriculación, o por ser intrínsecamente compleja, o por su variedad de actividades de aprendizaje, etc.

Datos previos

1. Nombre y apellidos

Correo electrónico

2. Indique su sexo *

Mark only one oval.

Hombre

Mujer

Indique su edad *

Indique los años que lleva como docente *

Información sobre su docencia actual

3. Asignatura *

Titulación *

Créditos *

Curso *

Mark only one oval.

- Primero
- Segundo
- Tercero
- Cuarto
- Optativa

Número de alumnos matriculados *

Porcentaje habitual de alumnos asistentes *

¿Pertenece esta asignatura a los nuevos grados según el Proceso de Bolonia? *

Materiales y herramientas

4. ¿Qué tipo de material docente (aparte de la bibliografía) proporciona a los alumnos? *

Tick all that apply.

- Transparencias
- Apuntes
- Hojas de ejercicios y problemas (enunciados, soluciones)
- Vídeos/Simulaciones/Juegos
- Otros

5. ¿Utiliza actualmente algún tipo de herramienta web de apoyo a las clases presenciales de su docencia? *

Tick all that apply.

- Ninguno
- Página web de la asignatura
- Moodle
- Ekasi
- Redes sociales
- Otros

6. Si utiliza alguna herramienta de apoyo a la docencia, indique las funciones o características que suele utilizar. *

Tick all that apply.

- No utilizo
- Repositorio de material para los alumnos
- Definición de tareas a realizar por el alumno sin entregas digitales
- Subida de ficheros (asociada a una tarea del alumno)
- Realización de exámenes
- Ejercicios evaluados automáticamente por el sistema
- Visualización de la frecuencia de acceso al sistema y tiempo empleado
- Avisos individuales (email interno)
- Avisos globales a alumnos (foros)
- Calendario
- Blog
- Foro de uso de los alumnos
- Chat

PLANIFICACIÓN DOCENTE

Las siete preguntas siguientes tratan de establecer los hábitos de los profesores a la hora de planificar el curso: uso de herramientas informáticas para planificar, a quién va dirigida la planificación o cronograma (sólo profesor, alumnos, etc.), qué información se incluye, si realizan modificaciones en la planificación durante el curso y cuáles son las causas que las provocan y finalmente, las interacciones que pueden llevar a cambios inmediatos en el plan. Esta información nos puede ayudar a establecer pautas/patrones de trabajo sobre la preparación de contenidos y la gestión de la docencia. Trataremos igualmente de establecer los motivos que obligan a los profesores a replanificar.

7. Seleccione las herramientas que utiliza para definir la planificación temporal (cronograma) de su asignatura *

Tick all that apply.

- Ninguna
- Lápiz y papel
- Documento de texto
- Hoja de cálculo
- Calendario de Moodle
- Google Calendar
- Outlook
- Otros

8. Las planificaciones que realiza están orientadas a... *

Tick all that apply.

- Todos los alumnos del curso
- Un alumno en particular
- Todos los grupos formados de alumnos
- Un grupo de alumnos en particular

9. Describa brevemente el tipo o los tipos de información que incluye en su planificación. *

¿Echa de menos alguna funcionalidad de la que la herramienta no disponga? En ese caso, ¿cuál?

Si ha marcado en este apartado alguna respuesta Otros o tiene alguna apreciación sobre alguna de las preguntas de este bloque, ¿podría indicarnos con más detalle en qué consiste?

10. Muestra a los alumnos dicha planificación o una adaptación de ella? *

Mark only one oval.

- Sí, la original
- Sí, una adaptación de ella
- No

En caso de mostrar una adaptación de la planificación, ¿podría describirla?

12. Si modifica la planificación inicial o replanifica el curso, ¿qué motivos tiene para la modificación? *

Tick all that apply.

- No la modifico
- Resultados no satisfactorios o erróneos de los ejercicios realizados por los estudiantes
- Valoraciones del avance inadecuado de los estudiantes en la asignatura
- Ausencia de conocimiento o errores de los estudiantes que se manifiestan en sus preguntas o demandas de explicación
- Interacciones con otras asignaturas
- Otros factores externos que afectan a la planificación (enfermedades, huelgas, etc.)

13. Durante las clases presenciales, ciertas interacciones docentes pueden obligarle a cambiar su plan de forma inmediata. Describa los sucesos, actividades o interacciones que producirían dicho cambio. *

Si ha marcado en este apartado alguna respuesta Otros o tiene alguna apreciación sobre alguna de las preguntas de este bloque, ¿podría indicarnos con más detalle en qué consiste?

INTERACCIÓN CON EL ALUMNO

En esta sección trataremos de conocer cómo trabajamos actualmente con nuestros alumnos. Basándonos en los resultados de esta serie de preguntas, propondremos funcionalidades útiles para la herramienta informática de ayuda al profesor. Las interacciones entre profesores y alumnos quedarán centradas en tres focos principales: las clases presenciales (3 preguntas), las tutorías (6 preguntas) y la evaluación (3 preguntas).

Sobre las clases presenciales

Actividades que se realizan en clase, la manera en la que se organizan los grupos (si se trabaja en grupos) y la información que se registra sobre estas actividades. Estas preguntas nos servirán para conocer las interacciones básicas que suceden en el aula entre profesores y alumnos, y así, poder modelarlas.

14. Indique las actividades que realiza durante las clases presenciales *

Tick all that apply.

- Impartir clase magistral
- Dar consejos y orientación para el aprendizaje del material
- Realizar ejercicios
- Resolver dudas y problemas
- Promover estudio
- Realizar evaluaciones
- Trabajar en grupo
- Otros

15. Si realiza trabajos en grupo con los alumnos, identifique los requisitos o características que utiliza para la organización de grupos *

Tick all that apply.

- Ninguna
- Al azar
- Orden alfabético
- A elección de los alumnos
- Rasgos de personalidad (por ejemplo, capacidad de liderazgo, competitividad, capacidad de argumentación)
- Características del alumno en cuanto a la clase (por ejemplo, conocimiento de la asignatura, participación, entusiasmo, pasividad, motivación)

16. Sobre las actividades e interacciones ocurridas durante las clases presenciales, identifique los tipos de información que registra, le gustaría registrar o no le parece relevante registrar. *

Mark only one oval per row.

	Lo registro	Me gustaría registrarlo	No me parece relevante
Transparencias dadas en clase	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conceptos impartidos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ejercicios resueltos en clase	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ejercicios propuestos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Errores cometidos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Respuestas de los alumnos a preguntas al aire (contenido de la respuesta, número de respuestas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Preguntas realizadas por los alumnos en clase	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valoraciones de las presentaciones realizadas por los alumnos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Evolución de los trabajos en grupo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Satisfacción sobre los laboratorios realizados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Asistencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sobre las tutorías

Medios de comunicación con alumnos fuera del aula, tipo y frecuencia de tutorías, cuestiones planteadas, información que se registra sobre ellas y el uso que hace el profesorado de estas tutorías. Estudiaremos los distintos medios que utilizan los profesores para comunicarse con sus alumnos y el uso que hacen de ellos. Veremos la utilidad que para el profesorado supone conocer el tiempo que el alumno dedica a tutorías, el número de preguntas-respuestas, etc.

17. Seleccione los mecanismos que utiliza para comunicarse con los alumnos fuera del aula *

Tick all that apply.

- Ninguno
- Correo electrónico
- Tutorías presenciales individuales
- Tutorías presenciales colectivas
- Foros
- Chats
- Otros

18. ¿Cuántos alumnos, porcentualmente, utilizan los siguientes tipos de tutorías? *

Mark only one oval per row.

	ninguno	menos del 25%	entre el 25% y el 50%	entre el 50% y el 75%	más del 75%
Correo electrónico	<input type="radio"/>				
Tutorías presenciales individuales	<input type="radio"/>				
Tutorías presenciales colectivas	<input type="radio"/>				
Foros	<input type="radio"/>				
Chats	<input type="radio"/>				
Otros	<input type="radio"/>				

ANEXO B

19. Los alumnos que utilizan las tutorías, ¿con qué frecuencia utilizan cada tipo? *

Mark only one oval per row.

	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Correo electrónico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tutorías presenciales individuales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tutorías presenciales colectivas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Foros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Chats	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. ¿Qué tipo de cuestiones plantean los alumnos en las tutorías? *

Tick all that apply.

- Teóricas (conceptos, etc.)
- Problemas - Ejercicios
- Prácticas - Laboratorios
- Consejos sobre el estudio privado
- Otros

21. Sobre las tutorías realizadas con el alumno, indique la información que registra, le gustaría registrar o no le parece relevante registrar. *

Mark only one oval per row.

	Lo registro	Me gustaría registrarlo	Me parece irrelevante
Tiempo dedicado por alumno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Número de tutorías realizadas por un alumno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Contenido (tipo de tutoría: teórica, ejercicios, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conceptos reforzados, ejercicios realizados, etc.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conclusiones obtenidas sobre el alumno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. Utilizo las cuestiones planteadas en tutorías para... *

Tick all that apply.

- Nada o muy poco
- Ajustar la evaluación/valoración que llevo sobre el alumno
- Generalizar la pregunta como duda del grupo y utilizarla para planificar la siguiente sesión en el aula
- Conocer el seguimiento individual del alumno en la asignatura
- Conocer el seguimiento en general de la clase en la asignatura
- Otros

Sobre la evaluación

Tipos de actividades explícitas evaluación, métodos de almacenamiento de notas, tipos de actividades no explícitas de evaluación que se registran sobre el comportamiento. Mediante estas preguntas tratamos de deducir cómo son los procesos de evaluación planteados por los profesores y si resultaría de utilidad una herramienta que ayude en la gestión de las evaluaciones.

23. Sobre las actividades explícitas de evaluación realizadas para valorar el avance en el aprendizaje del alumno, indique la información que registra, le gustaría registrar o no le parece relevante registrar. *

Mark only one oval per row.

	Lo registro	Me gustaría hacerlo	Lo creo irrelevante
Examen final	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Exámenes parciales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resolución de ejercicios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Laboratorios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Informes o trabajos individuales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trabajo en grupo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Actividades online	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. ¿En qué soporte registra estos resultados sobre la evaluación de los alumnos? *

Tick all that apply.

- Mentalmente
- Papel
- Hojas de cálculo
- Bases de datos
- Otros

25. Sobre el comportamiento del alumno en actividades no explícitas de evaluación, indique las características que registra, le gustaría registrar o no le parece relevante registrar para evaluar al alumno. *

Mark only one oval per row.

	Lo registro	Me gustaría registrarlo	No me parece relevante
Corrección o no de las respuestas a ejercicios propuestos en el aula	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participación en clase (entusiasmo, pasividad, motivación, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desempeño general llevado a cabo en las actividades realizadas en clase	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tema o cuestión tratada en las preguntas que realiza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Constancia en el estudio mediante el uso de las tutorías	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rasgos de personalidad (capacidad de liderazgo, competitividad, capacidad para el trabajo en grupo, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANEXO B

Si ha marcado en este apartado alguna respuesta Otros o tiene alguna apreciación sobre alguna de las preguntas de este bloque, ¿podría indicarnos con más detalle en qué consiste?

Coordinación entre profesores

En esta sección realizamos una pregunta sobre el interés de los profesores en la coordinación entre ellos.

26. Si cree que sería útil coordinarse con otros profesores del mismo curso en el que se imparte su asignatura, para descubrir los intereses y motivaciones de los alumnos y poder realizar un seguimiento más individualizado, ¿qué información le gustaría conocer sobre la marcha del alumno en otras asignaturas? *

1=nada interesante; 2=poco interesante; 3=bastante interesante; 4=muy interesante;

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4
Progreso general del alumno en las distintas asignaturas (asiste a clase, entrega debidamente los ejercicios, supera las pruebas planteadas, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carga lectiva del alumno en las distintas asignaturas (cuándo tiene entregas para trabajos, presentaciones, exámenes parciales)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Características personales de los alumnos, como rasgos de personalidad, comportamiento en clase, etc. para conocer mejor a los alumnos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Si tiene alguna apreciación sobre esta pregunta o sobre el cuestionario en general, ¿podría indicarnos en qué consiste?

ANEXO C

Emotions in Classroom: *TEAMQuest* (*TEAMa*)

This questionnaire is part of a research work that aims to improve the students' learning processes through the monitoring of interactions in classrooms. The principal objective is to create a system that help both, teachers and students, managing their interactions in order to receive useful feedback. This research is carried out by Samara Ruiz (University of the Basque Country, Spain), who is doing a stay with the HCI group in the KU Leuven to enrich the vision of her thesis and gain experience in learning dashboards, learning analytics, etc.

This questionnaire is the first one of a series of questionnaires which has a dual purpose: 1) to compile the emotions of the students during the course and 2) to present the evolution of each emotion in each student and its comparison to the class in order to promote self-reflection through visualization techniques.

This first questionnaire is composed of three questions, which will help us to know:
1) which emotions you experience in class,
2) your opinion about the importance of these emotions on your learning progress,
3) and the reliability of your own answers assessing these emotions.

The questionnaire is anonymous but in order to have consistent data about the evolution of the emotions during the course, remember please your ID-Number for the next questionnaires. We beg your honesty in order to have trustworthy results that will be decisive for this research. Thank you very much for your participation.

*Required

ID-Number*

Choose an easy to remember 6-digit number (i.e.: day of birth / month of birth / 2 last digit of your phone number). This number should be the same in this series of questionnaires, so please try not to forget it. Avoid using repeated or consecutive digits, in order to reduce the probability of duplicity with your peers.

ANEXO C

2. Please indicate the degree of agreement or disagreement with regard to the emotions that you think you feel in class last week:

Mark only one oval per row.

	Completely disagree	Mostly disagree	Slightly disagree	Slightly agree	Mostly agree	Completely agree
I enjoyed being in class last week	<input type="radio"/>					
I was full of hope when I went to class	<input type="radio"/>					
I was proud of myself during classes	<input type="radio"/>					
I was angry in class last week	<input type="radio"/>					
I felt nervous in class last week	<input type="radio"/>					
I was ashamed during classes	<input type="radio"/>					
I lost all hope in understanding last week classes	<input type="radio"/>					
I found boring last week classes	<input type="radio"/>					
I felt frustrated during classes	<input type="radio"/>					
I was confident when I went to class	<input type="radio"/>					
I felt excited in class last week	<input type="radio"/>					
I was interested in last week classes	<input type="radio"/>					

EI

3. Please indicate to what extent you think your emotions influence your learning:

Mark only one oval per row.

	Nothing	Very little	Little	Regular	Quite a lot	Much
Enjoyment	<input type="radio"/>					
Hope	<input type="radio"/>					
Pride	<input type="radio"/>					
Anger	<input type="radio"/>					
Anxiety	<input type="radio"/>					
Shame	<input type="radio"/>					
Hopelessness	<input type="radio"/>					
Boredom	<input type="radio"/>					
Frustration	<input type="radio"/>					
Confidence	<input type="radio"/>					
Excitement	<input type="radio"/>					
Interest	<input type="radio"/>					

II

4. Please indicate how reliable you think you can assess your emotions in class:

Mark only one oval per row.

	Nothing	Very little	Little	Regular	Quite a lot	Much
Enjoyment	<input type="radio"/>					
Hope	<input type="radio"/>					
Pride	<input type="radio"/>					
Anger	<input type="radio"/>					
Anxiety	<input type="radio"/>					
Shame	<input type="radio"/>					
Hopelessness	<input type="radio"/>					
Boredom	<input type="radio"/>					
Frustration	<input type="radio"/>					
Confidence	<input type="radio"/>					
Excitement	<input type="radio"/>					
Interest	<input type="radio"/>					

CI

ANEXO D

Cuestionario de usabilidad alumnado: *EmotionsModule*

El propósito de este cuestionario es evaluar el módulo de la herramienta PresenceClick: "módulo de emociones" que habéis utilizado en este cuatrimestre. El cuestionario tiene como objetivos: (1) conocer vuestra opinión sobre las posibilidades del módulo y su uso en las distintas asignaturas y (2) obtener patrones entre los resultados al cuestionario, las emociones en clase y la evaluación de la asignatura.

Los resultados obtenidos se utilizarán de manera anónima, únicamente con fines de investigación, y las respuestas a este cuestionario no se utilizarán en ningún caso para valorar aspectos de la asignatura.

*Required

1. Email *

Si estás de acuerdo en que utilicemos tus respuestas con fines de investigación relacionando las respuestas de este cuestionario con los datos recogidos por PresenceClick y las notas obtenidas, por favor escribe tu email de la upv (en caso afirmativo) o escribe "anónimo" (en caso negativo). Estos datos nos serán de gran utilidad y se utilizarán de manera anónima y grupal, en ningún caso de manera individual.

2. Indica el grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el registro de las emociones experimentadas en clase o con tareas relacionadas con la asignatura *

Mark only one oval per row.

	Totalmente en desacuerdo	Bastante en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Algo de acuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo
Entiendo bien lo que quieren expresar las emociones propuestas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puedo valorar adecuadamente lo que siento en el aula a través de las emociones propuestas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me siento cómodo/a valorando mis emociones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El registro de emociones me ayuda a ser más consciente de ellas, reflexionar y quizás cambiar mi comportamiento en la asignatura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El registro de emociones me ayuda a ser más positivo en la asignatura y mejorar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Creo que el registro de nuestras emociones puede ser de gran utilidad para que el profesor conozca la influencia de diversas actividades de aprendizaje en el alumnado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me gustaría seguir registrando mis emociones si tuviera oportunidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANEXO D

3. Indica el grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones relacionadas con la información y visualización de la página con emoticonos *

Mark only one oval per row.

	Totalmente en desacuerdo	Bastante en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Algo de acuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo
En general, toda la información presentada en la página con emoticonos es sencilla y fácil de comprender	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
En general, toda la información presentada en la página con emoticonos me parece interesante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tener la información de mis emociones en las diferentes actividades de aprendizaje me parece interesante (tabla de emoticonos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La visualización de mis emociones mediante una tabla de emoticonos favorece su comprensión	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La visualización de mis emociones positivas y negativas con las del grupo en cada actividad de aprendizaje me parece interesante (diagrama de barras)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La comparación de las emociones del grupo con las mías, podría ayudarme a reflexionar sobre mis propias emociones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Explica brevemente si tienes algún comentario sobre la visualización de la página con emoticonos o en su caso, si no has utilizado mucho la herramienta de emociones

Por ejemplo: colores utilizados, elección de emoticonos y barras para la visualización

CUESTIONARIO DE USABILIDAD ALUMNADO: EMOTIONSMODULE

5. Indica el grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones relacionadas con la información y visualización de la página con boxplots *

Mark only one oval per row.

	Totalmente en desacuerdo	Bastante en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Algo de acuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo
En general, toda la información presentada en la página con boxplots es sencilla y fácil de comprender	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
En general, toda la información presentada en la página con boxplots me parece interesante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La visualización conjunta de mis emociones con las del grupo me parece interesante (diagrama de barras)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La visualización de la evolución de mis emociones en las diferentes actividades de aprendizaje mediante la línea negra me parece interesante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La visualización de la evolución de mis emociones mediante líneas negras y las del grupo mediante boxplots, favorece su comparación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La visualización conjunta de las emociones del grupo con las mías mediante boxplots y líneas negras, puede ayudarme a reflexionar sobre mis propias emociones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Explica brevemente si tienes algún comentario sobre la visualización de la página con boxplots o en su caso, si no has utilizado mucho la herramienta de emociones

Por ejemplo: colores utilizados, elección de boxplots para la visualización, ayuda mostrada en la página...

Conclusiones

7. **Resume en pocas líneas las conclusiones que obtienes de las visualizaciones propuestas sobre tus emociones**
Por ejemplo: podrían ayudarme a detectar problemas en las distintas asignaturas, nunca me había parado a pensarlo pero verlas me hace reflexionar, me anima-desanima ser más positivo/a-negativo/a que el grupo, no me dicen nada...

8. **Explica en pocas líneas si echas de menos algún tipo de información que te gustaría visualizar sobre las emociones**

Por ejemplo: otro tipo de visualizaciones, otras emociones, número de alumnos que han respondido...

9. **Explica en pocas líneas si tienes algún comentario que quieras compartir con nosotras sobre el registro de las emociones**

Por ejemplo: las emociones propuestas, los colores elegidos para representarlas, las visualizaciones presentadas, tu opinión sobre el registro de emociones, si te gustaría tenerlo disponible en todas tus asignaturas, poder rellenarlo de forma libre en cada clase...

ANEXO E

Cuestionario de usabilidad alumnado: *qClick*

Indica el grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones sobre la usabilidad del sistema: *

1=Totalmente en desacuerdo (NO), 2=En desacuerdo, 3=Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4=De acuerdo, 5=Muy de acuerdo (SI)

Mark only one oval per row.

	1 (NO)	2	3 (ni SÍ ni NO)	4	5 (SI)
Me gustaría utilizar este sistema frecuentemente	<input type="radio"/>				
Me parece que el sistema es innecesariamente complejo	<input type="radio"/>				
Creo que el sistema es fácil de usar	<input type="radio"/>				
Creo que necesitaría el soporte de una persona experta en el sistema para poder utilizarlo	<input type="radio"/>				
Me parece que las diversas funcionalidades del sistema están bien integradas	<input type="radio"/>				
Creo que hay demasiada inconsistencia en el sistema	<input type="radio"/>				
Creo que la gente aprendería rápidamente a utilizar el sistema	<input type="radio"/>				
Me parece que el sistema es muy enrevesado	<input type="radio"/>				
Me siento seguro/a utilizando el sistema	<input type="radio"/>				
He necesitado aprender muchas cosas antes de empezar a utilizar el sistema	<input type="radio"/>				

Indica el grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones sobre la satisfacción con el sistema: *

1=Totalmente en desacuerdo (NO), 2=En desacuerdo, 3=Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4=De acuerdo, 5=Muy de acuerdo (SI)

Mark only one oval per row.

	1 (NO)	2	3 (ni SÍ ni NO)	4	5 (SI)
Usar qClick me ha resultado satisfactorio	<input type="radio"/>				
Creo que qClick es útil para promover la discusión en clase	<input type="radio"/>				
Creo que qClick me puede ayudar a prestar más atención en clase	<input type="radio"/>				
Creo que qClick me puede ayudar a ser más participativo en clase	<input type="radio"/>				
Creo que qClick mejora la comunicación profesor-alumno en clase	<input type="radio"/>				
Me gustaría utilizar qClick como una aplicación de mi smartphone en lugar de vía web	<input type="radio"/>				
Me gustaría utilizar qClick o una herramienta similar en el futuro	<input type="radio"/>				

ANEXO E

Si estando en clase no has respondido a alguna de las preguntas lanzadas, ha sido por: *

Mark only one oval.

- He respondido siempre
- Me he quedado sin teléfono (batería, wifi...)
- No sabía la respuesta
- Me he despistado y se me ha pasado el tiempo
- Error del sistema
- Otras

Indica si tienes algún comentario o si has tenido algún problema a la hora de utilizar qclick

Por ejemplo: errores de página, comportamientos indeseados de links o botones, dificultad de acceso a información, etc.

Indica cualquier otra observación que quieras hacernos llegar sobre la utilidad que le ves a qclick
