



**Universidad
Europea**

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

TESIS DOCTORAL

SERIE: INGENIERÍA

La influencia del uso de una metodología
Flipped Learning en el aprendizaje a largo
plazo de asignaturas de corte matemático
de estudiantes del ámbito de la educación
superior privada en enseñanza bilingüe en
Madrid

Programa de Doctorado en
Tecnologías de la Información Aplicadas

Escuela de Doctorado e Investigación

Guillermo Castilla Cebrián

Dirigido por:

Dr. D. Juan José Escribano Otero

Dr. D. Manuel G. Romana García

Madrid, 2017

INFORME Y AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR PARA PRESENTAR LA TESIS DOCTORAL (Planteamiento, objetivos, medios utilizados y aportaciones originales)

INFORME:

La tesis doctoral realizada por D. Guillermo Castilla, titulada “La influencia del uso de una metodología Flipped Learning en el aprendizaje a largo plazo de asignaturas de corte matemático de estudiantes del ámbito de la educación superior privada en enseñanza bilingüe en Madrid”, ha sido expuesto a un proceso de revisión para asegurar su originalidad que junto con su calidad de trabajo riguroso en su planteamiento metodológico y de gran relevancia para profundizar en el desarrollo de técnicas de aprendizaje-enseñanza que faciliten la adquisición y retención de conceptos técnico-científicos propios de la formación universal en el presente siglo, lo hacen muy interesante y adecuado.

La accesibilidad de la información es una de las características fundamentales de la sociedad de las primeras décadas del siglo XXI. Las consecuencias positivas en la formación universitaria y universal son más que evidentes. Pero, otra consecuencia de utilidad más discutible, es el aumento de distracciones en el proceso de aprendizaje debido a la propia inmediatez de acceso a todo tipo de información, tanto la necesaria para profundizar en el estudio concreto, como la de múltiples ramificaciones posibles y accesibles con la misma facilidad que la principal. La *navegación errática* posibilita, es verdad, la aparición de serendipias en algunas situaciones, pero la mayoría de las veces producen desconcierto y sensación de pérdida en el estudiante.

Sustraerse a esta penetración de las herramientas de la sociedad de la información, negar o prohibir su uso en las enseñanzas regladas, es decididamente imposible y nada deseable. Esta presencia de medios telemáticos en todos los niveles educativos, con la consiguiente aparición de nuevos formatos de objetos de aprendizaje y de entornos personales de aprendizaje (PLE, por las siglas del término en inglés, *Personal Learning Environment*) es, probablemente, una de las muchas causas que explican el interés de toda la comunidad académica por la exploración de nuevas técnicas de enseñanza propias de finales del siglo pasado y comienzos del presente.

Uno de los aspectos más interesantes en el estudio de estos métodos activos de enseñanza-aprendizaje es el estudio de su relación con el conocimiento a largo plazo. Al fin y al cabo, el ritmo de actualización del conocimiento y su uso en muchas disciplinas hace especialmente relevante asegurar que los conocimientos y competencias adquiridas por el estudiante en el periodo de estudio – etapa universitaria en el estudio del que trata esta tesis – siguen estando vigentes tiempo después de realizar las pruebas que lo evalúan, elemento esencial para permitir el aprendizaje para toda la vida.

La “clase invertida”, o *Flipped Learning*, es uno de los métodos activos más relevantes de los ensayados hasta el momento, gracias, entre otras cosas, a las siguientes características esenciales al propio método: la utilización de material multimedia (distribuido casi siempre vía Internet) como primer contacto con los conceptos teórico-prácticos permite ejercitar en el estudiante su espíritu crítico, su curiosidad ante el desafío que supone el primer contacto con nuevos conceptos; la necesidad de captar dichos conceptos, sintetizarlos y recordarlos para luego usarlos en clase ante sus compañeros y sus profesores, permiten poner a prueba la capacidad de comprensión, la capacidad de síntesis y luego en el aula, la capacidad de análisis y la habilidad para la comunicación entre pares; por último, conviene destacar que la utilización continuada del método, dota al estudiante de un mayor control, y responsabilidad, sobre su propio aprendizaje, al permitirle explorar diferentes entornos de aprendizaje relacionado con el uso del nuevo material.

En este trabajo, el investigador desarrolla primero una experiencia sistemática y completa sobre el uso de *Flipped Learning* con diversos grupos de estudiantes universitarios, para después analizar el impacto que dicha técnica tiene en el aprendizaje a largo plazo (utilizando un grupo control similar al grupo de estudio) y sacando conclusiones claras, objetivas, fundamentadas, originales y útiles de dicho proceso.

Finalmente, cabe destacar que la presente tesis es coherente con las actividades de investigación que el doctorando ha llevado a cabo en los últimos años, tal y como queda reflejado en el Documento de Actividades del Doctorando aportado y en las diversas publicaciones que han aceptado publicar resultados parciales conseguidos durante el proceso de investigación.

INFORME Y AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR PARA PRESENTAR LA TESIS DOCTORAL (Planteamiento, objetivos, medios utilizados y aportaciones originales)

Guillermo está participando en un Proyecto Europeo liderado por Maite Villalba sobre Flipped Classroom, que es la temática de sus tesis y el curso pasado organizó una conferencia interna en Laureate, FLIM2015, sobre la unificación de la metodología en toda la red.

Conferencias dónde se han presentado ponencias asociadas a la tesis:

- CAFVIR 2015
- ALE / IJCLEE 2015
- INTED 2015
- JIU 2015

Publicaciones asociadas:

Castilla, G., Escribano, J. J., y Romana, M. G. (2015). Mejora de la calidad académica a través de la enseñanza híbrida: un caso de éxito en el uso de Flipped Learning en educación superior. En Formación virtual inclusiva y de calidad para el siglo XXI: Actas del VI Congreso Internacional sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual (CAVIR 2015), 1, 244-251. Granada: Universidad de Granada. ISBN 978-84-338-5744-6

Castilla, G., Romana, M. & Escribano, J.J. (2015). Flipped Learning and its effect on teaching statistics to engineers. Proceedings of the 13th International Workshop Active Learning in Engineering. 105-115. Active Teachers - Active Students. Aalborg University Press 2015. ISBN: 978-87-7112-303-6

Castilla, G., Escribano, J. J. & Romana G., M. (2015). An experiment in Flipped Learning in higher education. The study of the influence of flipped learning in the motivation of engineering students. 9th International Technology, Education and Development Conference. Madrid, Spain. 2-4 March, 2015. ISBN: 978-84-606-5763-7 / ISSN: 2340-1079

Castilla, G., Alriols, J. A., Romana, M. G., Escribano, J. J. (2015). Resultados del estudio experimental de Flipped Learning en el ámbito de la enseñanza de matemáticas en ingeniería. XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 20 y 21 de julio, ISBN: 978-84-954-3370-1

Castilla, G., Romana, M. G., (2017). La percepción del aprendizaje de los estudiantes de ingeniería en función de la metodología de aula aplicada: Flipped Learning vs. Convencional. Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria (REFIEDU) ISSN 1989-0257 (Aprobado – pendiente de publicación).

Castilla, G., Escribano, J. J., (2017). Teaching statistics in engineering degrees with flipped learning: outcomes of an experimental study. Journal of Education and Human Development (JEHD). ISSN: 2334-296X. (En revisión).

Los Dres. D. Juan José Escribano Otero y Manuel Romana García Codirectores de la Tesis, de la que es autor D. Guillermo Castilla Cebrián.

AUTORIZAN la presentación de la referida Tesis para su defensa en cumplimiento del Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las Enseñanzas Oficiales de Doctorado, y de acuerdo al Reglamento de Enseñanzas Universitarias Oficiales de Doctorado de la Universidad Europea de Madrid RD 1393/2007 y RD99/2011.

Lunes 6 de febrero de 2017



Fdo.: EL DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

Gracias JuanJo, por ser un gran director, con quién he pasado muchas horas hablando sobre todo lo divino y lo humano, que me ha enseñado muchas más cosas que las que delimitan estas páginas, sobre la universidad, la creatividad, el humor, la tecnología y ante todo el saber reconocer el momento en el que todo va encajando en tus proverbiales "lacitos" para crear algo mayor que la suma de sus partes. Sin duda seguiremos pasándolo en grande y creando cosas juntos.

Gracias Manolo, por ser mi mentor, mi amigo y la primera y más marcada referencia que he tenido desde que terminé la carrera allá por 2009. Me has acompañado y a menudo guiado por este sendero en el que nos hemos embarcado en múltiples proyectos. La culminación de esta tesis es prueba fehaciente de que algo he sabido aprender de ti a lo largo de este tiempo. Confío en seguir aprendiendo por muchos años aún.

Gracias María, mi mujer, mi compañera y mi amiga. Sé a ciencia cierta que debo a tu apoyo, constancia y ayuda incondicional todos aquellos emprendimientos que llegan a buen puerto. Sin ti, esta tesis, como tantas otras aventuras hubiese tardado mucho más en llegar y estaría falta del corazón y la alegría que me ayudas a insuflarle a todo lo que hacemos juntos. Gracias.

Gracias María Vela, amiga y compañera, ejemplo de cómo han de hacerse las cosas en la vida y en la investigación. Tu ayuda, tu implicación y tu capacidad de trabajo y sacrificio me han convertido en mejor profesional y persona.

Gracias Paloma, por darme un ejemplo de cómo se deben hacer las cosas. Si tuviese que poner un ejemplo de liderazgo, templanza, paciencia y saber hacer, creo que no haría falta más que nombrarte. Gracias por ayudarme durante años, por apoyar siempre mis ideas por descabelladas que llegasen a ser y por saber hacer que un despacho se sienta como un hogar.

Quisiera agradecer también a mis compañeros de departamento, a la Escuela de Doctorado y en especial a Mariajo, a Eva Roper, a Maite Villalba y a Sara Redondo por enseñarme a investigar en educación, apoyarme e incluirme en sus proyectos.

Gracias a mi familia y amigos por aguantar mis historias sobre este viaje que ha sido la tesis durante más tiempo del que esperaba. A Marina por ser la mejor "*fan*" y a la "*troupe*" Pascual por la ayuda en organizar y revisar, particularmente a Ana por su titánica tarea dando formato. Os quiero.

Y en general a cualquiera de los incontables que me han escuchado y apoyado durante estos años: gracias. El viaje concluye. Veamos cual es el siguiente destino...

“No tendría sentido llamarlo *investigación* si supiésemos qué es lo que hacemos, ¿no?”

– Albert Einstein

"Tengo mi propia versión del optimismo. Si no puedo cruzar una puerta, cruzaré otra o haré otra puerta. Algo maravilloso vendrá, no importa lo oscuro que esté el presente".

– Tagore

"El valor de una educación universitaria no es el aprendizaje de muchos datos, sino el entrenamiento de la mente para pensar".

– Sheldon Cooper

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	5
RESUMEN	17
ABSTRACT	18
0 INTRODUCCIÓN	20
1 ESTADO DE LA CUESTIÓN EN FLIPPED LEARNING	28
1.1 LAS DEFINICIONES DE <i>FLIPPED LEARNING</i>	28
1.1.1 Definición de Flipped Learning del autor	30
1.2 IMPLEMENTACIONES DE LA METODOLOGÍA <i>FLIPPED LEARNING</i>	30
1.2.1 Implementaciones de éxito en el ámbito de Educación Secundaria.....	31
1.2.1.1 Implementaciones de Flipped Learning en España	32
1.2.1.2 Iniciativas desde la Administración pública para la implementación de Flipped Learning en España	35
1.2.1.3 Programas o iniciativas estatales para facilitar el uso de la tecnología en el aula.....	35
1.2.1.4 Programas de formación del profesorado orientados a la tecnología	38
1.2.1.5 Grupos de investigación y redes relacionadas con la educación y la tecnología	39
1.3 INVESTIGACIÓN SOBRE FLIPPED LEARNING	42
1.3.1 Investigación sobre Flipped Learning en España	58
2 HIPÓTESIS DE PARTIDA Y OBJETIVOS	64
2.1 HIPÓTESIS DE PARTIDA.....	69
2.2 OBJETIVOS	69
3 DISEÑO METODOLÓGICO DEL ESTUDIO EMPÍRICO EN FLIPPED LEARNING	72
3.1 DISEÑO METODOLÓGICO	72

3.1.1	Evaluación de la materia	76
3.1.2	Influencia del sistema trimestral	77
3.1.3	Sesiones de flipped learning desde su contenido	78
3.1.3.1	Canal de video-tutoriales de la Universidad Europea: Aula UE.....	80
3.1.3.2	Determinación de la duración de los vídeo-tutoriales	82
3.1.3.3	Herramientas para creación de contenidos	84
3.1.4	Resumen de los contenidos disponibles en el Campus Virtual .	84
3.1.5	Características generales de la muestra.....	86
3.1.6	Análisis estadísticos utilizados.....	87
3.1.6.1	Prueba de Kolmogorov-Smirnov	87
3.1.6.2	Estadísticos descriptivos.....	88
3.1.6.3	Test ANOVA	90
3.1.6.4	Test t.....	91
3.1.6.5	El p-valor.....	92
3.2	FASES EXPERIMENTALES	93
3.2.1	Fase 1: Encuesta inicial.....	95
3.2.2	Fase 2: Experimento	95
3.2.3	Fase 3: Encuesta final	104
3.2.4	Fase 4: Prueba de retención a largo plazo	105
3.2.4.1	Estructura de la prueba	106
3.2.4.2	Establecimiento el tamaño muestral.....	107
3.3	TÉCNICAS DE RECOGIDA DE DATOS	110
3.3.1	Trabajo individual.....	110
3.3.2	Prueba parcial.....	111
3.3.3	Encuesta inicial	111
3.3.4	Trabajo colaborativo	112
3.3.5	Encuesta final	113
3.3.6	Examen final	113

3.3.7	Prueba de retención a largo plazo	114
3.4	DISCUSIÓN SOBRE EL USO DE ESCALAS LIKERT	116
4	RESULTADOS	120
4.1	DATOS RECOGIDOS EN EL CURSO 2013/2014.....	120
4.1.1	Calificaciones por grupos	121
4.1.1.1	Calificaciones del grupo A	122
4.1.1.2	Calificaciones del grupo B	122
4.1.1.3	Calificaciones del grupo C	123
4.1.2	Calificaciones en asignaturas de corte matemático en el año anterior	125
4.2	TEST ESTADÍSTICOS SOBRE LAS CALIFICACIONES EN EL CURSO 2013/2014	125
4.2.1	Discusión de ANOVA	126
4.2.1.1	Anova de A y C	126
4.2.1.2	Anova de A+C frente a B	127
4.2.1.3	Reflexión sobre los nuevos grupos de contraste	128
4.2.2	Discusión del Test t.....	128
4.3	ANÁLISIS DE LOS DATOS SOBRE LA ASISTENCIA DE LOS ESTUDIANTES	130
4.3.1	Tabulación de los datos de asistencia	131
4.3.2	Análisis de los datos	132
4.4	DISCUSIÓN DE ENCUESTAS EN EL CURSO 2013/2014.....	133
4.4.1	Resultados generales de las encuestas	133
4.4.2	Resultados generales por grupo y encuesta	134
4.4.2.1	Grupo A – Encuesta inicial	134
4.4.2.2	Grupo A – Encuesta final.....	135
4.4.2.3	Grupo B – Encuesta inicial	137
4.4.2.4	Grupo B – Encuesta final.....	138
4.4.2.5	Grupo C – Encuesta inicial.....	140

4.4.2.6	Grupo C – Encuesta final	141
4.4.3	Gráficos sectoriales de análisis de encuestas.....	141
4.4.3.1	Análisis del ítem 1: Satisfacción con la forma de impartir los contenidos	142
4.4.3.2	Análisis del ítem 2: Calidad de los contenidos.....	144
4.4.3.3	Análisis del ítem 3: Tiempo de trabajo	144
4.4.3.4	Análisis del ítem 4: Rendimiento percibido del tiempo dedicado.	145
4.4.3.5	Análisis del ítem 5: Percepción de la retención de contenidos	147
4.4.3.6	Análisis del ítem 6: Percepción del conocimiento adquirido	149
4.4.3.7	Análisis del ítem 7: Influencia del cambio de metodología en tu rendimiento	150
4.4.3.8	Análisis del ítem 8: Influencia del cambio de metodología en tu retención de contenidos	151
4.5	LA PRUEBA DE RETENCIÓN A LARGO PLAZO EN EL CURSO 2013/2014	152
4.5.1	Los resultados de la prueba.....	153
4.6	ANÁLISIS DE DATOS RECOGIDOS EN EL CURSO 2014/2015	154
4.7	DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL CURSO 2014/2015.....	157
4.8	PRUEBA A LARGO PLAZO EN EL CURSO 2014/2015	161
4.8.1	La prueba a largo plazo en los nuevos grupos experimentales	161
4.8.2	Test ANOVA de coherencia entre implementaciones	164
5	CONCLUSIONES	168
5.1	CONCLUSIONES A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	169
5.2	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	172
5.3	RECOMENDACIONES PARA FUTURAS IMPLEMENTACIONES DE FLIPPED LEARNING	173
6	BIBLIOGRAFÍA	176
7	ANEXOS.....	188
7.1	ANEXO 1. ENUNCIADO PRUEBA PARCIAL CURSO 13/14	188

7.2	ANEXO 2. ENUNCIADO PRUEBA PARCIAL CURSO 14/15	195
7.3	ANEXO 3. ENUNCIADO PRUEBA FINAL CURSO 13/14.	201
7.4	ANEXO 4. ENUNCIADO PRUEBA FINAL CURSO 14/15	207
7.5	ANEXO 5. ENUNCIADO PRUEBA A LARGO PLAZO CURSO 13/14	211
7.6	ANEXO 6. ENUNCIADO PRUEBA A LARGO PLAZO CURSO 14/15	213
7.7	ANEXO 7. HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADO PARA LA CONFECCIÓN DE LOS VIDEO-TUTORIALES DE AULA UE	215
7.8	ANEXO 8. ENUNCIADO DEL TRABAJO EN GRUPO	216
7.9	ANEXO 9. GUÍA DE ESTILO DE AULA UE	217

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pros y contras de la Clase Magistral frente al Aula Invertida.	23
Tabla 2. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Gilboy, Heinerichs y Pazzaglia (2015) en EEUU	44
Tabla 3. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Wilson (2014) en EEUU	44
Tabla 4. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Schlairet, Green y Benton (2014) en EEUU	45
Tabla 5. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Albert y Beatty (2014) en EEUU	45
Tabla 6. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Yeung y O'Malley (2014) en Reino Unido	46
Tabla 7. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Kim, Khera y Getman (2014) en EEUU	46
Tabla 8. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Young, Bailey, Guptil, Thorp y Thomas (2014) en EEUU	47
Tabla 9. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . McLaughlin, Roth, Glatt, Gharkholonarehe, Davidson, LaToya, et al. (2014) en EEUU	47
Tabla 10. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Hoffmann (2014) en EEUU	48
Tabla 11. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Butts (2014) en Australia	48
Tabla 12. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Hung (2014) en Taiwan	49
Tabla 13. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Jamaludin y Osman (2014) en Malasia	49
Tabla 14. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Martin, Farnan y Arora (2013) en EEUU	50
Tabla 15. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Mason, Schuman y Cook (2013) en EEUU	50
Tabla 16. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Ferreri y O'Connor (2013) en EEUU	51
Tabla 17. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Prober y Khan (2013) en EEUU	51
Tabla 18. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . McLaughlin, LaToya, Esserman, Davidson, Glatt, Roth, et al. (2103) en EEUU	52

Tabla 19. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Missildine, Fountain, Summers y Gosselin (2013) en EEUU	52
Tabla 20. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Critz y Wright (2013) en EEUU	53
Tabla 21. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . McDonald y Smith (parte primera) (2013) en EEUU.....	53
Tabla 22. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Davies, Dean y Ball (2013) en EEUU.....	54
Tabla 23. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Smith y McDonald (parte segunda) (2013) en EEUU.....	54
Tabla 24. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Forsey, Low y Glance (2013) en EEUU.....	55
Tabla 25. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Pierce y Fox (2012) en EEUU	55
Tabla 26. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Ruddick (2012) en EEUU.....	56
Tabla 27. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Strayer (2012) en EEUU	56
Tabla 28. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Zappe et al. (2009) en EEUU	57
Tabla 29. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Gannod, Burge y Helmick (2008) en EEUU.....	57
Tabla 30. Tabla resumen de acciones relevantes de <i>Flipped Learning</i> . Lage, Platt y Tregila (2000) en EEUU.....	57
Tabla 31. Resumen de investigación en Flipped Learning en España desde el 2013.	61
Tabla 32. Idoneidad de la elección de estadística de entre las asignaturas de corte matemático disponibles en ingeniería en la Universidad Europea a curso 2013/2014.	76
Tabla 33. Reparto de pesos de las actividades con evaluación adscrita dentro de la asignatura de Estadística para la ingeniería.	76
Tabla 34. Reparto de horas de clase disponibles semanalmente por grupo y trimestre.	80
Tabla 35. Cursos analizados por Guo (2014) para su estudio sobre el compromiso de los estudiantes con la teleformación mediante vídeo en MOOCs.....	83
Tabla 36. Resumen de contenidos disponibles en el campus virtual de la asignatura al finalizar el curso.....	85
Tabla 37. Clasificación de los grupos implicados en el experimento (n = nº de estudiantes matriculados).....	86

Tabla 38. Comparativa de tamaño muestral de todos los grupos implicados en el experimento.....	87
Tabla 39. Estadísticos descriptivos habituales.	88
Tabla 40. Puntos recogidos en el cuestionario cualitativo inicial del experimento.	96
Tabla 41. Diseño temporal del experimento a lo largo de sus 6 semanas de desarrollo para clases magistrales (Grupo B) y clases con aplicación de metodología Flipped Learning (Grupo A).....	102
Tabla 42. Diseño temporal del experimento a lo largo de sus 6 semanas de desarrollo para clases con aplicación de metodología Flipped Learning del grupo C.....	103
Tabla 43. Puntos recogidos en el cuestionario cualitativo final del experimento	104
Tabla 44. Recogida relativa de datos en cada situación atendiendo al total de estudiantes.....	121
Tabla 45. Resumen de estadística descriptiva de las calificaciones del grupo A en sus pruebas de evaluación objetivas parcial y final	122
Tabla 46. Resumen de estadística descriptiva de las calificaciones del grupo B en sus pruebas de evaluación objetivas parcial y final.	123
Tabla 47. Resumen de estadística descriptiva de las calificaciones del grupo C en sus pruebas de evaluación objetivas parcial y final.	124
Tabla 48. Resultados del test ANOVA entre los grupos A y C (experimentales)	127
Tabla 49. Resultados del test ANOVA entre los grupos A+C y B (experimentales vs. control).....	128
Tabla 50. Resultados del test t sobre las calificaciones del grupo A+C.	129
Tabla 51. Comparativa de asistencia media en cada uno de los grupos (A, B y C) y el grupo conjunto A+C	131
Tabla 52. Comparativa de asistencia media en cada uno de los grupos A, B y C a asignaturas de la misma naturaleza durante el curso anterior al experimento.	132
Tabla 53. Comparativa de asistencia media en cada uno de los grupos A, B y C a asignaturas de la misma naturaleza durante el curso en el que se desarrolló al experimento.....	132
Tabla 54. Proporción de respuestas obtenidas en ambas encuestas en los tres grupos.	133
Tabla 55. Resultados relativos por respuesta de la encuesta inicial del grupo A (experimental).....	135
Tabla 56. Resultados relativos por respuesta de la encuesta final del grupo A (experimental).....	136
Tabla 57. Resultados relativos por respuesta de la encuesta inicial del grupo B (control).	138

Tabla 58. Resultados relativos por respuesta de la encuesta final del grupo B (control).	139
Tabla 59. Resultados relativos por respuesta de la encuesta inicial del grupo C (experimental).	140
Tabla 60. Resultados relativos por respuesta de la encuesta final del grupo C (experimental).	141
Tabla 61. Resultados de la prueba a largo plazo en los grupos B y A+C.....	154
Tabla 62. Resumen de resultados académicos del grupo M2B del experimento ampliado.....	156
Tabla 63. Resumen de resultados académicos del grupo M22 del experimento ampliado.....	156
Tabla 64. Resumen de resultados académicos del grupo M23 del experimento ampliado.....	156
Tabla 65. Resumen de resultados académicos del grupo M21 del experimento ampliado.....	157
Tabla 66. Comparativa resumen de estadística descriptiva antes y después de la implementación de la metodología Flipped Learning en el grupo M2B del experimento ampliado.....	158
Tabla 67. Comparativa resumen de estadística descriptiva antes y después de la implementación de la metodología Flipped Learning en el grupo M22 del experimento ampliado.....	159
Tabla 68. Comparativa resumen de estadística descriptiva antes y después de la implementación de la metodología <i>Flipped Learning</i> en el grupo M23 del experimento ampliado.....	160
Tabla 69. Comparativa resumen de estadística descriptiva antes y después de la implementación de la metodología Flipped Learning en el grupo M21 del experimento ampliado.....	160
Tabla 70. Resultados de las pruebas a largo plazo para los grupos M2B, M22 y M23. 162	
Tabla 71. Resultados de las pruebas a largo plazo para los grupos A+C, M2B y M22 con promedios totales.	163
Tabla 72. Participación en la prueba a largo plazo de los 4 grupos experimentales.	163
Tabla 73. Resultados del test ANOVA entre el grupo A+C y el B.	164
Tabla 74. Resultados del test ANOVA entre el grupo A+C, M2B y M21.	165

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Calendario académico de los trimestres 2 y 3 del curso 2013/2014	79
Figura 2. Fases del experimento	93
Figura 3. Captura de pantalla del campus virtual de la asignatura para el grupo C. Aquellos detalles considerados privados se han difuminado.	99
Figura 4. Croquis de una curva de olvido atendiendo a la descripción de Ebbinghaus (elaboración propia).....	107
Figura 5. Ítem 1 en el grupo B en la 1ª Encuesta (a). Ítem 1 en el grupo B en la 2ª Encuesta (b). Ítem 1 en el grupo A+C en la 1ª Encuesta (c). Ítem 1 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta (d)	142
Figura 6. Ítem 2 en el grupo B en la 1ª Encuesta (a). Ítem 2 en el grupo B en la 2ª Encuesta (b). Ítem 2 en el grupo A+C en la 1ª Encuesta (c). Ítem 2 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta (d).	143
Figura 7. Ítem 3 en el grupo B en la 1ª Encuesta (a). Ítem 3 en el grupo B en la 2ª Encuesta (b). Ítem 3 en el grupo A+C en la 1ª Encuesta (c). Ítem 3 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta (d).	145
Figura 8. Ítem 4 en el grupo B en la 1ª Encuesta (a). Ítem 4 en el grupo B en la 2ª Encuesta (b). Ítem 4 en el grupo A+C en la 1ª Encuesta (c). Ítem 4 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta (d).	147
Figura 9. Ítem 5 en el grupo B en la 1ª Encuesta (a). Ítem 5 en el grupo B en la 2ª Encuesta (b). Ítem 5 en el grupo A+C en la 1ª Encuesta (c). Ítem 5 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta (d).	148
Figura 10. Ítem 6 en el grupo B en la 1ª Encuesta (a). Ítem 6 en el grupo B en la 2ª Encuesta (b). Ítem 6 en el grupo A+C en la 1ª Encuesta (c). Ítem 6 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta (d).	150
Figura 11. Ítem 7 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta	151
Figura 12. Ítem 8 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta	152

RESUMEN

Flipped Learning es una metodología activa que se centra en dejar el tiempo de clase para la práctica y la simulación, mientras que el contenido teórico se lleva fuera del aula en forma de contenido multimedia para trabajar de forma autónoma o coordinada entre sesiones. Esta tesis trata de estudiar las implicaciones de una implementación de *Flipped Learning* en enseñanza universitaria, particularmente su influencia en la retención de contenido a largo plazo. Para evaluar esto, se dispuso un experimento. En el transcurso de dos años, 6 grupos de estudiantes de ingeniería de segundo año con un recuento total de alrededor de 180 sujetos (incluido un grupo de control), tuvieron la metodología implementada en la segunda mitad de la asignatura de Estadística para la Ingeniería. Fueron encuestados antes y después de la implementación y realizaron una prueba escrita 6 semanas después del final del curso para probar las hipótesis. El análisis estadístico de estos datos junto con las calificaciones de los estudiantes y la asistencia a clase durante el curso mostró que podría ser razonable suponer que la metodología desempeñó un papel positivo tanto en la motivación como en la retención a largo plazo del contenido de la asignatura.

ABSTRACT

Flipped Learning is an active methodology that focuses on leaving class time for practice and simulation while lecturing is taken home in the form of multimedia content to work on between sessions. This thesis seeks to study the implications of an implementation of Flipped Learning in higher education, particularly its influence on long term retention of the subject and its content. To assess this, an experiment was arranged. Over the course of two years, 6 groups of sophomore engineering students with a total pool of near 180 subjects (including a control group), had the methodology implemented in the second half of the subject Statistics for Engineering. They were surveyed before and after the implementation and also took a test 6 weeks after the end of the course to test the hypothesis. Statistical analysis of this data alongside student grades and attendance showed that it could be reasonable to assume that the methodology played a positive role on both motivation and long term retention of subject content.

0. INTRODUCCIÓN

0 INTRODUCCIÓN

Recientemente la escena educativa está siendo testigo de un importante debate sobre el futuro de la educación a todos los niveles que se referenciará a lo largo de este capítulo. Los avances tecnológicos han logrado que información de toda clase sea fácilmente accesible para casi cualquier persona en buena parte del mundo por un coste menor del que hubiese tenido en las dos décadas anteriores.

En las dos últimas décadas del pasado siglo XX comenzaron a aparecer estudios que pretendían justificar la idoneidad de la incorporación de nuevas metodologías didácticas dentro de las aulas, donde hasta entonces la clase magistral era el sistema de enseñanza por antonomasia. Ejemplos de estos estudios se pueden encontrar en Blackburn et al. (1980), Bonwell y Eison (1991), Davis y Alexander (1977), Gardiner (1994), King (1993) y McKeachie (1986).

Se desarrollaron estudios estrechamente ligados a las posibilidades que ofrecían los recientes avances tecnológicos (Cohen, 1981; McNeil, 1989). Así se comenzó a analizar la eficacia de la incorporación de medios audiovisuales dentro de las aulas.

En el año 1981 Cohen y sus colaboradores analizan la enseñanza basada en el uso de medios audiovisuales (que entonces se limitaban casi exclusivamente al cine y la televisión), constatando que el aprendizaje de los alumnos mejora con estos recursos, aunque aún de forma poco significativa en comparación con las clases tradicionales (Cohen, 1981).

En 1993 Alison King, profesora de la Facultad de Educación de la California State University en San Marcos, publicó un artículo titulado "From Sage on the Stage to Guide on the Side" (De sabio en el escenario a guía en el lateral). En este artículo, King, explica como el profesor ha de servir de guía del aprendizaje y centrarse en enseñar a aprender en lugar de en transmitir determinados contenidos de determinada manera (King, 1993).

Un año más tarde Gardiner (1994) lanza una pregunta de vital importancia en su *'Redesigning Higher Education: Producing Dramatic Gains in Student Learning: ¿Qué enseñamos y qué aprenden?* Interrogarse sobre estos temas era entonces hacerlo sobre la efectividad del sistema de clase magistral, metodología implantada de modo generalizado dentro del ámbito educativo. Gardiner (1994), agrupa un elevado número de referencias (Blackburn et al., 1980; Bonwell y Eison, 1991; Davis y Alexander, 1977) que por un lado corroboran la predominancia de la clase magistral, y por otro, cuestionan su efectividad. Al mismo tiempo Gardiner cita otros estudios (Davis and Alexander, 1977; McKeachie, 1986) que ratifican su hipótesis sobre la idoneidad de un cambio en el sistema educativo a favor de una mayor participación del alumnado en su propio aprendizaje.

Becker y Watts (1995) recogen en su artículo Teaching tools: Teaching methods in undergraduate economics algunas de las dinámicas empleadas en sus clases de economía tales como trabajo colaborativo, juegos y simulaciones, para la enseñanza de ideas o conceptos económicos con los que los alumnos solían tener más problemas.

En 1999 Eric Mazur, profesor de la Universidad de Harvard, publicó un libro titulado *"Peer Instruction: A User's Manual"* (Enseñanza entre Iguales: Un

Manual de Usuario). En este título, Mazur, señala la importancia del desplazar la transmisión de conocimientos fuera del aula para poder centrarse en la asimilación de conocimientos dentro de la misma. Ni King ni Mazur hablan explícitamente de *Flipped Learning* pero sus dos publicaciones plantean un nuevo escenario educativo que dará lugar al llamado aprendizaje activo (*active learning*), dónde el estudiante es el centro del proceso educativo y participa activamente de él en lugar de ser un receptor pasivo de la transmisión de conocimientos del docente.

En el año 2000 aparece un término próximo al ya popularizado como *Flipped Learning* o *Flipped Classroom*: “The Inverted Classroom”. Se localiza en el artículo publicado por Journal of Economic Education, *Inverting the Classroom: A Gateway to creating an inclusive Learning Environment*, escrito por Lage, Platt y Treglia (2000, p.32), donde establecen las bases de la metodología: “Invirtiendo el aula significa que los acontecimientos que han tenido lugar tradicionalmente dentro del aula ahora tienen lugar fuera del aula, y viceversa. El uso de tecnologías de aprendizaje, en especial multimedia, proporcionan nuevas oportunidades para que los estudiantes aprendan, oportunidades que no son posibles con otros medios de comunicación (Alexander, 1995). Por ejemplo, el uso de las computadoras web y multimedia en el ámbito Mundial (y/o productores de video) permite a los estudiantes ver las clases magistrales, ya sea en las aulas de ordenadores o en el hogar, mientras que las tareas pueden ser realizadas en clase, en grupo”.

Además el artículo ofrece un ensayo comparativo entre los pros y contras del sistema tradicional de clase magistral y el de Aula invertida como puede observarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Pros y contras de la Clase Magistral frente al Aula Invertida.

	PROS	CONTRAS
Clase magistral	Permite un mayor número de alumnos	No interacción y no inmediata resolución de dudas
Aula invertida	Requiere clases más reducidas (40 alumnos). Resolución inmediata de dudas que le puedan surgir al alumno. Permite la introducción de un gran componente de trabajo colaborativo y aprendizaje activo al aula, sin sacrificar los contenidos cubiertos por el curso. Una vez realizados los contenidos, los tiempos de preparación de las clases por parte del profesor disminuyen significativamente. Permite a los estudiantes seleccionar el estilo de aprendizaje que mejor se adecúe a sus necesidades. Los estudiantes desarrollan habilidades de comunicación y alcanzan competencias en trabajo en equipo, liderazgo y trabajo autónomo.	Implica un número considerable de recursos: 1. costes fijos (plataforma web, creación de recursos multimedia). 2. El trabajo del profesorado para la creación (generación original, revisión y mejora) de recursos que utilizará en las prácticas de sus clases.

El concepto fue popularizado gracias a dos profesores del instituto de Woodland Park de Colorado (E.E.U.U.) Jonathan Bergmann y Aaron Sams (2009), quienes en 2009 publicaron los contenidos de sus clases en forma de vídeo en Internet para aquellos estudiantes que no habían podido asistir a clase. Esta práctica pronto se generalizó como método de instruir a sus

alumnos fuera del horario de clase. Durante el siguiente curso continuaron grabando vídeos de sus clases de química, poniéndolos a la disposición de sus alumnos mediante *vodcast*. De esta manera pronto se instauró una nueva metodología: los alumnos veían los vídeos en casa reservándose las horas de clase para hacer experimentos y prácticas. De esta manera los profesores podían ir observando la evolución de sus alumnos y resolverles las dudas que les iban surgiendo a lo largo de las actividades (Calvillo, 2014). Este es el primer caso de *Flipped Learning* registrado como tal en educación secundaria en Estados Unidos, y en muchos casos el comienzo de su popularización como elemento pedagógico motivacional en educación secundaria.

En el año 2006, Salman Khan fundó Khan Academy, una plataforma que ofrece video-tutoriales gratuitamente en la red. Actualmente Khan Academy incluye miles de vídeos y es uno de los mayores repositorios de vídeo-tutoriales a nivel mundial¹.

Las vídeo lecciones han demostrado ofrecer una experiencia al menos comparable a las tradicionales clases magistrales cuando se están enseñando conceptos básicos (Cohen, 1981; McNeil, 1989; Zhang *et al.*, 2006), así que las instituciones comienzan a considerar alternativas a las lecciones magistrales para que la enseñanza presencial pueda competir con el creciente mercado de la enseñanza online el cual tiene la capacidad intrínseca de llegar a un número enorme de potenciales estudiantes.

En Enero de 2011 se publica en la web The Daily Riff el manifiesto de lo que entonces se conocía como “Flipped Classroom”. Calvillo (2014, p.10) señala al

¹ Khan Academy. Watch. practice. learn almost anything for free., 2016.
URL <http://www.khanacademy.org/about>

respecto de la evolución del término lo siguiente: “*vemos cómo el término evoluciona, y la definición del modelo pasa de ser Flipped Classroom (clase invertida) a convertirse en Flipped Learning (enseñanza invertida o inversa) debido a la intencionalidad intrínseca del modelo metodológico. No basta con que el alumnado vea videos, realice determinadas lecturas o resuelva determinados problemas o cuestionarios en casa (Flipped Classroom), si el tiempo de clase no se emplea de la manera adecuada y con la intencionalidad que promueve el modelo (Flipped Learning). Es decir, es posible implantar un modelo de FC sin llegar a producirse la Flipped Learning*”. En él profesores como Brian E. Bennett, Dan Spencer, Jon Bergmann, Troy Cockrum, Ramsey Musallam, Aaron Sams, Karl Fisch, Jerry Overmyer, y la red *The Flipped Learning Network*, se planteaban y respondían a las preguntas básicas de la metodología *Flipped Learning*, a saber: qué implica darle la vuelta al aula (flip), cómo son estas clases inversas y cómo se acomoda una clase inversa a la enseñanza. Según este texto la metodología busca, en definitiva, ubicar al alumno en el centro la enseñanza, buscando su motivación y creando en él un sentido de responsabilidad en su propio aprendizaje. El profesor y la clase magistral pasarían a un segundo plano, cumpliendo el maestro una nueva función como mero guía. Las horas de clase se dedican a la resolución de problemas y a la atención del alumno de manera personalizada, así como a desarrollar actividades que fomenten el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, cooperativo, etc. (Calvillo, 2014).

En definitiva, *Flipped Learning* parece ser la llave para combinar el aula física y las lecciones impartidas por medios telemáticos, basadas en el uso de internet y medios audiovisuales reproducidos en ordenadores o dispositivos móviles (a partir de este momento nos referiremos a estas últimas como lecciones

virtuales). Esta tesis doctoral estudiará la aplicación de Flipped Learning en un ámbito de educación y área muy concreta con el fin de estudiar el impacto de esta metodología en el aprendizaje, en particular en el largo plazo.

1. ESTADO DE LA CUESTIÓN EN *FLIPPED LEARNING*

1 ESTADO DE LA CUESTIÓN EN FLIPPED LEARNING

En el presente capítulo se dará contexto a la escena actual en el ámbito de *Flipped Learning*. En primer lugar se atenderá al propio concepto del término, analizando las distintas aproximaciones al mismo según la experiencia en diversos autores. A continuación se aportará una definición unificada que será la que este estudio tome de referencia. Para finalizar, se realizará un recorrido histórico y metodológico sobre la evolución de *Flipped Learning* y sus implementaciones en todos los niveles educativos.

1.1 LAS DEFINICIONES DE *FLIPPED LEARNING*

No hay un consenso claro sobre la definición de *Flipped Learning*. A menudo ocurre con metodologías pedagógicas que bajo un descriptor común pueden agruparse muchas realidades diferentes que pueden variar significativamente unas de otras.

“Mientras que no hay un único modelo, la idea nuclear es darle la vuelta a la forma común de aproximarse a las clases: con vídeos creados por profesores y lecciones interactivas, la enseñanza que solía ocurrir en el aula es accesible ahora desde casa, como un adelanto a la clase. La clase se transforma en un sitio donde ir a trabajar los problemas, avanzar conceptos y a participar de aprendizaje colaborativo. Y lo más importante, todos los aspectos de la enseñanza pueden replantearse para optimizar el más escaso de todos los recursos de aprendizaje: el tiempo” (Tucker, 2012, p.82-83).

A comienzos de 2012, Bergmann y Sams arrancaron el *Flipped Learning Network* (FLN), una red de apoyo a docentes que quisiesen implementar la

metodología creada sin ánimo de lucro. En enero de 2012 contaba con 2500 miembros, para marzo de 2013 ya eran 12000. La plataforma se convirtió en el principal foco de referencias de *Flipped Learning* y con el apoyo de Pearson Education y un grupo de investigación de la George Mason University, pronto se convirtieron en observatorio de toda la investigación que se estaba realizando y aún se realiza sobre la materia.

FLN ofrece una amplia definición de *Flipped Learning* que busca unificar sus distintas facetas:

“Flipped Learning es una metodología pedagógica en la cual la enseñanza directa se mueve del lugar de aprendizaje colectivo al lugar de aprendizaje individual, y el lugar de aprendizaje colectivo se transforma en un ambiente de enseñanza interactiva y dinámica donde el educador guía a sus estudiante en la aplicación de conceptos y les enseña a aproximarse de forma creativa a la materia tratada”.

Por otro lado, Milman (2012, p. 85) señala que “es importante remarcar que la estrategia debe implicar algo más que simplemente *llevarse a casa* las vídeo-lecciones (o capturas de pantalla o *podcast*). También debería incorporar evaluación formativa y aditiva, así como también significativas actividades de aprendizaje presencial”.

Como se puede observar, *Flipped Learning* responde a un número amplio de procedimientos y técnicas con un fin común: el aprendizaje teórico fuera del aula y el aula como lugar de aprendizaje práctico y experiencial. Para mayor claridad se va a establecer una definición propuesta por el autor, a partir de este momento, cualquier futura referencia a *Flipped Learning* se hará atendiendo a esta definición.

1.1.1 Definición de *Flipped Learning* del autor

“Flipped Learning define una metodología educativa presencial en la que el estudiante se convierte en agente activo de su propio aprendizaje. El estudiante adquiere los conocimientos teóricos fuera del aula mediante contenidos multimedia seleccionados por el docente o investigados por él mismo, pudiendo darse un modelo mixto con tanto peso en cada lado como se desee. El aula pasa a ser un espacio donde de forma individual o en grupos reducidos, los estudiantes se enfrentarán a pruebas prácticas que contextualicen y asienten lo aprendido de forma autónoma, actuando el docente como figura de guía y de apoyo.”

1.2 IMPLEMENTACIONES DE LA METODOLOGÍA *FLIPPED LEARNING*

Como se ha visto, el desarrollo de *Flipped Learning* se ha llevado a cabo mediante la colusión de esfuerzos puntuales que desde finales del siglo XX se han venido sucediendo por diversos profesores, de todos los niveles educativos, que se cuestionaban la eficacia de la clase magistral como único medio de enseñanza. Esto ha ocasionado la gran heterogeneidad en las interpretaciones y procedimientos a la hora de implementar la metodología. Debemos, no obstante, diferenciar la praxis de la investigación. De esta forma se pueden distinguir dos ámbitos, que si bien no son totalmente estancos, sí destacan principalmente en uno de los dos aspectos: mientras que en centros de educación secundaria (entendiendo secundaria como todos los cursos comprendidos entre el final de la primaria y el acceso a la universidad incluidos

centros de formación profesional) la implementación ha sido mucho más abundante, son pocos (comparativamente) los estudios de rigor realizados a partir de ella. La mayoría de las publicaciones de las experiencias llevadas a cabo en este nivel educativo son de carácter más informal, sin revisión y difundidas a través de blogs y redes sociales; en centros de educación superior, se da el caso opuesto, las implementaciones son más puntuales, pero habitualmente se ven respaldadas y orientadas por una investigación y recogida de datos que busca estudiar la eficacia de la metodología y las posibilidades que esta ofrece.

1.2.1 Implementaciones de éxito en el ámbito de Educación Secundaria

La primera implementación de *Flipped Learning* de relevancia es el ya citado caso del instituto Woodland Park de Colorado (E.E.U.U.) realizada por los profesores Jonathan Bergmann y Aaron Sams (2009).

En 2009 el instituto Byron de Minnesota ante una crisis de fracaso escolar en el área de matemáticas que rondaba el 70% decidió adoptar el modelo Flipped. Para 2011, el 73,8% de sus estudiantes superaban el examen estatal de matemáticas (Fulton, 2012).

Hasta el año 2010, el Instituto Clintondale figuraba en el 5% inferior del ranking de institutos del estado de Michigan. Fue entonces cuando el director del centro, Greg Green junto con el profesor de Estudios Sociales Andy Scheel decidieron llevar a cabo un experimento en *Flipped Learning*. Scheel utilizó *Flipped Learning* en un grupo de una asignatura y clases magistrales en otro en paralelo. Tras 20 semanas, el grupo Flipped que contenía a muchos

estudiantes que ya habían suspendido la asignatura en el pasado, comenzó a adelantar en resultados académicos al grupo de clases magistrales². Pasaron de un 13% de suspensos en ese grupo a ninguno, mientras que en el grupo que recibía clases magistrales no se vio ningún cambio en sus resultados. A partir del año 2011 se optó por utilizar la metodología Flipped en todas las clases del centro. Gracias a ello el porcentaje global de suspensos del centro pasó de un 30% a un 10%, la tasa de abandono cayó por debajo del 10%, el porcentaje de estudiantes que pasó a cursar estudios de Educación superior pasó de un 63% en 2010 a un 80% en 2012. Clintondale se estableció como el primer "*centro-flipped*" del mundo y es un ejemplo habitual de éxito en la implementación de la metodología (Rosenberg, 2013).

1.2.1.1 Implementaciones de Flipped Learning en España

Ha habido numerosas experiencias de *Flipped Learning* a todos los niveles educativos en España. Los registros más tempranos datan de 2013, aunque es posible que haya habido experiencias previas que no hubiesen podido ser incluidas bajo la definición de *Flipped Learning* o Flipped Classroom (o bajo esta denominación).

Uno de los primeros trabajos divulgativos sobre la metodología proviene de la AIEE (Asociación de Inspectores de Educación Españoles), donde García-

² Conviene señalar que la comparativa entre grupos tan heterogéneos es cuestionable desde el punto de vista del análisis metodológico ya que el contar con más estudiantes que repiten la materia en un grupo que en otro podría actuar como una variable de la que dependiesen los resultados globales del grupo. Tomando esto en consideración, el caso de Clintondale no deja de ser relevante por el impacto mediático que supuso y por su influencia en la difusión de la metodología en territorio Estadounidense e internacional.

Barrera (2013) planteó la metodología y su trasfondo a la comunidad educativa española.

Hay muchos recursos online, historias de éxito, blogs y comunidades virtuales disponibles en la actualidad que apoyan a cualquier instructor dispuesto a utilizar la metodología Flipped en sus clases en España.

Algunos instructores subirán su contenido a plataformas online dando acceso abierto a ellos a cualquiera con una conexión a Internet (Fernández, 2015)³. Otros crean comunidades institucionales mediante las herramientas que ofrecen las redes sociales, como en el caso del Instituto de Educación Secundaria Virgen del Castillo, que utiliza Google+ y una web sites.google.com en un esfuerzo por agregar las experiencias *Flipped* de sus profesores de Historia⁴.

También existen comunidades regionales donde cabe destacar la EABE (El Encuentro Andaluz de Blogs Educativos), que comparten una página de Google+ con sus iniciativas *Flipped Learning*⁵.

La plataforma www.theflippedclassroom.es, es un punto de encuentro destacado para experiencias de *Flipped Learning* de la escena española. Está dirigida y coordinada voluntariamente por docentes de instituciones de todo el país⁶, quienes a través de la plataforma comparten conocimiento, consejos y recomendaciones sobre la metodología. La mayoría de los contenidos de la

³<https://www.educanon.com/public/1409/13250>

⁴Web del IES Virgen del Castillo:
https://sites.google.com/a/iesvirgendelcastillo.es/historia2bachillerato/?_ga=1.131875595.566343537.1444215302

⁵ <https://plus.google.com/communities/109884545472617380981>

⁶ <http://www.theflippedclassroom.es/quienes-somos/>

plataforma están dedicados a la educación secundaria, aunque presenta también casos de niveles inferiores y superiores de educación⁷. La iniciativa parte de un impulso investigador surgido de la universidad de la Rioja, institución a la que pertenece el fundador original de la web.

Colegios como el San Gabriel de Zuera, en Zaragoza, han tratado de emular el exitoso modelo de “Colegio-Flipped” del centro Clintondale en EE.UU. El San Gabriel de Zuera no tiene un estatus oficial pero su disposición a una implementación total de la metodología a lo largo de todos sus cursos y asignaturas han atraído la atención de investigadores a nivel nacional e internacional (Marqués Arias, 2015).

Los medios de comunicación españoles han comenzado a hacerse eco de algunas de las iniciativas que parten de diferentes centros educativos del país. Recientemente, en Enero de 2016, en el periódico de tirada nacional “El Diario”, se publicó un artículo divulgativo sobre la metodología explicando su funcionamiento para el público general. El artículo se centraba en una entrevista a José Antonio Lucero, profesor de Ciencias Sociales, que explicaba la metodología desde su experiencia particular. El profesor narraba el éxito en la implementación de la metodología en una clase de Ciencias Sociales de 2º de la ESO. Cabe destacar que el docente atribuye en parte el éxito de su implementación a la creación de materiales propios. En palabras del propio docente, sentía *“que los alumnos han aprendido más y mejor, han asimilado mejor los conocimientos, se han divertido mucho más. Están más motivados.*

⁷ <http://www.theflippedclassroom.es/category/experiencias/ed-primaria/>

Mis vídeos empiezan siempre con un gag y eso siempre lo esperan con ganas y les lleva a abrir el vídeo y tomar apuntes”⁸.

1.2.1.2 Iniciativas desde la Administración pública para la implementación de Flipped Learning en España

El desarrollo de Internet y la proliferación de redes sociales ha traído consigo una nueva sociedad caracterizada por la difusión del conocimiento y la globalización (Moravec, 2010). Según este autor es en este momento, con la aparición de ésta nueva sociedad a la que bautiza con el término Sociedad 2.0, cuando se produce un cambio de paradigma en la Enseñanza.

Como ya se ha comentado, con la llegada de Internet y el desarrollo de las TIC la perpetuación de la clase magistral como mero trasvase de contenidos teóricos deja de tener sentido, y sólo en este contexto se entiende la aparición de nuevas metodologías educativas como la que nos ocupa, el *Flipped Learning*. Sin embargo, la implementación de estos nuevos modos de enseñanza y el uso de los recursos disponibles en la red no es algo inmediato. Es necesario desde los poderes y las instituciones públicas llevar a cabo políticas y proyectos que garanticen la modernización de las aulas de Enseñanza y la adecuación de docentes y espacios a los nuevos tiempos.

1.2.1.3 Programas o iniciativas estatales para facilitar el uso de la tecnología en el aula.

En la pasada década se han puesto en marcha en España dos importantes programas gubernamentales educativos relacionados con la introducción de las TIC al ámbito escolar:

⁸ http://www.eldiario.es/andalucia/cadiz/Lucero_0_475602681.html

Programa Internet en el Aula (2005-2009): Financiado por FEDER, y con una inversión de cerca de 456 M€, supuso dotar de infraestructuras TIC básicas a todos los centros educativos españoles. Sus principales actuaciones han sido:

- Se dotó a los centros educativos públicos de enseñanza preuniversitaria de equipamiento informático como video-proyectores, pizarras digitales interactivas, portátiles o tablet PC, así como de servicios de enlace a Internet.
- Cursos de capacitación de docentes y asesores de formación del profesorado.
- Integración y dinamización de experiencias en la Red de centros avanzados en el uso de las TIC (redTIC).
- Creación del blog “educ@conTIC” como red social de profesores donde poder compartir buenas prácticas. Dicha red surgió en el I Congreso Nacional de Internet en el Aula.
- Seguimiento y valoración de los procesos de implantación de las TIC en los centros formativos.
- Se creó la Plataforma Agrega como un repositorio que permitía la elaboración, difusión y utilización de materiales pedagógicos digitales e interactivos para la comunidad educativa.

Programa Escuela 2.0 (2009-2012): impulsado por el Gobierno de España, contó con una inversión de 200 M€ estando dirigido a los alumnos de centros sostenidos con fondos públicos que cursasen los últimos dos años de Educación Primaria (10, 11 y 12 años) y de los primeros dos cursos de la ESO (12, 13 y 14 años) (Area, Mesa y Navarro, 2013). Su objetivo era impulsar la implantación de las TICs en los mismos y desarrollar la Competencia digital en el aula. Para ello:

- Se crearon las denominadas “Aulas Digitales” que contaban con ordenadores portátiles tanto para alumnado como para los docentes.
- Se dotó de conexión a Internet a todos los equipos de los centros, así como de su interconexión dentro del aula. Asimismo se ofrecía la posibilidad de conexión desde los hogares de los estudiantes en franjas horarias determinadas.
- Se amplió la oferta formativa al profesorado para afrontar de forma eficaz los retos tecnológicos, metodológicos y sociales necesarios para la integración de estos recursos en su práctica docente.
- Se generaron materiales educativos en línea y digitales que se ajustasen a los diseños de curso y se facilitó el acceso a los mismos a tanto el profesorado como al alumnado y sus familias.
- Con el fin de hacerlo sostenible en el tiempo se implicó no sólo a los estudiantes sino también a sus familias, tanto en la adquisición como en la salvaguardia y uso de estos recursos.

Sin embargo, tras la crisis económica, finaliza la financiación de este Programa en 2012 (aunque se ha comprobado que la web <http://internetaula.ning.com/> continúa en funcionamiento en el primer cuarto de 2016). Actualmente no existe una política o programa alternativo al Programa Escuela 2.0. Sin embargo, desde las Comunidades Autónomas se impulsan portales web o recursos educativos online propios de su Consejería de Educación dedicados a su propio profesorado para impulsar de forma coordinada los procesos de integración de las TIC en los centros escolares. Otra tendencia es la de incorporar las tabletas digitales al aula, la tecnología inalámbrica para el acceso a la red en los centros y la creación de espacios educativos con recursos

en la nube. Por otra parte, se está introduciendo el modelo BYOD (Bring Your Own Device) para el acceso a las tecnologías (Area et. al, 2014).

1.2.1.4 Programas de formación del profesorado orientados a la tecnología

El Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) del Ministerio de Educación, lleva a cabo una convocatoria anual de cursos de Formación en Red con el fin de incrementar y mejorar la competencia digital de los docentes. Esta convocatoria está destinada a profesores (y asesores) de niveles no universitarios de centros educativos sostenidos con fondos públicos. Esta convocatoria se inserta en el Marco de Desarrollo Profesional Docente.

En el curso 2015, se ofertaron los siguientes cursos relativos a tecnología educativas: Tutores para la formación en red, PLE: aprendizaje conectado en red, *Mobile Learning* (aprendizaje móvil) y realidad aumentada, Portfolio educativo como instrumento de aprendizaje, Educación conectada en tiempos reales, *Digital Storytelling* (narrativa digital), Alfabetizaciones múltiples, Creación de REA, *Flipped Classroom* y De espectador a programador. La formación se realiza en el LMS (*Learning Management System*) de Formación en Línea del INTEF.

En particular, el curso de *Flipped Classroom*, tiene 70 horas de duración y está enfocado al análisis de la aplicación de este modelo en el ámbito de la educación preuniversitaria. Hace especial hincapié en los pros y contras de la implementación de esta metodología en cualquier tipo de aula, en la logística y gestión de su puesta en marcha, así como en las herramientas y recursos necesarios para su desarrollo.

1.2.1.5 Grupos de investigación y redes relacionadas con la educación y la tecnología

Bajo el umbral del Programa Internet en el aula, en el año 2004 se creó la redTIC (red de Centros Educativos Avanzado en el uso de las TIC). Ésta consiste en una red compuesta por 66 centros escolares, cuyo objetivo es la colaboración en la puesta en común de implementaciones e innovaciones en el uso de medios informáticos en las clases, colaborando para lograr un aprendizaje activo de los estudiantes que sirva como motor de dinamización de los procesos de enseñanza. Asimismo, desde esta red se favorece la generación de portales de intercambio de buena praxis ya sea mediante materiales didácticos o por la puesta en común de casos de éxito en implementaciones de hardware o software.

En las universidades españolas existen distintos grupos de investigación vinculados al ámbito de la tecnología educativa, como son el Laboratorio de Educación y Nuevas Tecnologías de la Universidad de La Laguna, el Grupo de Investigación de Tecnología Educativa de la Universidad de Murcia, el Grupo de Investigación e Innovación en Tecnología Educativa de la Universidad de Salamanca, el Grupo de Tecnología Educativa de la Universidad de Sevilla, el Grupo de Tecnología Educativa de la Universidad de Les Illes Balears, o el Laboratori de Mitjans Interactius de la Universidad de Barcelona. Asimismo, puede destacarse la creación en 2008 de RUTE (Red Universitaria de Tecnología educativa), que se fundó como una asociación académica sin ánimo de lucro. Dentro de RUTE se inscriben varios grupos de investigación formados por profesores y personal investigador de diversas instituciones. Su fin último es promocionar las TIC en la educación, proyectos de innovación educativa y tecnología.

Desde el Ministerio de Educación, a través del INTEF, y/o desde el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través de la Entidad Pública Empresarial Red.es, se han promovido en la en los últimos 10 años proyectos relacionados con la innovación tecnológica en la docencia. A continuación se mencionan algunos de los más relevantes:

Buenas PrácticAs 2.0: es un portal virtual para el intercambio y la discusión de buenas prácticas docentes dentro del marco de las TIC. El portal es público y abierto con lo que cualquier profesor interesado puede colaborar o acceder a los recursos o experiencias registradas por otros.

educ@conTIC: portal donde los profesores pueden encontrar un blog educativo así como un catálogo de recursos educativos digitales para introducir las TIC en el aula.

Simuladores para Formación Profesional: INTEF (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado) es una unidad del Ministerio de Educación Cultura y Deporte que genera materiales multimedia interactivos para uso libre por parte de la comunidad educativa. En particular, ha llevado a cabo simuladores (laboratorios virtuales) para multitud de ramas de Ciclos Formativos.

Observatorio Tecnológico: consiste en un portal colaborativo para docentes que sirve como lugar de reunión, discusión, análisis y estudio de temas hardware y software informático relacionado con la enseñanza. El objetivo final consiste en poder localizar aquellos aspectos de la tecnología informática que mejor se adaptan a los ámbitos de educación preuniversitarios y difundirlos entre los docentes que tengan un alto grado de implicación con la

tecnología en sus centros (ya sea debido a sus asignaturas impartidas o a que realizan un uso frecuente de tecnología en el aula).

Glosario técnico multimedia: es un recurso educativo multimedia de apoyo a los Ciclos Formativos. Incluye un índice de ODA (Objetos Digitales de Aprendizaje) dónde aporta las definiciones de miles de palabras técnicas organizadas por ramas profesionales y enriquecidas con imágenes, videos y otros materiales digitales, así como su denominación en otros idiomas.

Procomún: la red de Recursos Educativos Abiertos, donde actualmente hay más de 121000 elementos publicados y un total de 13673 usuarios registrados. Los recursos están clasificados por etapa educativa, área de conocimiento y tipo de recursos (fotografía, presentación multimedia, ilustración, ABP, efecto sonoro, ejercicio o problema cerrado, lección magistral, texto narrativo, cuestionario, juego didáctico). En Procomún pueden encontrarse 3.331 recursos específicos para Formación Profesional, clasificados por familias profesionales así como comunidades virtuales específicas de esta etapa.

Plataforma Agrega: Es un banco de recursos o contenidos educativos digitales orientado a que agentes de la comunidad educativa (ya sean profesores, estudiantes o sus familias) puedan localizar y generar materiales multimedia para sus clases. Estos materiales son indizados y reglados de forma que encajen claramente con las necesidades de los planes de estudio de Educación Primaria, ESO y Bachillerato. El proyecto Agrega fue ganador del Premio de Plata en los prestigiosos IMS Learning Awards 2009.

Didáctica TIC: es una iniciativa de generación de materiales de capacitación en uso docente de las TIC dirigido a toda la comunidad educativa. Pueden

encontrarse más de 130 módulos formativos disponibles en todas las lenguas cooficiales y para todas las áreas curriculares, más de 780 propuestas didácticas concretas para su empleo directo en el aula y 40 video-tutoriales sencillos sobre aplicaciones de uso educativo.

1.3 INVESTIGACIÓN SOBRE FLIPPED LEARNING

Un repaso de las publicaciones realizadas hasta Enero de 2016 revela que ha habido, en todos los niveles educativos, escasa investigación en *Flipped Learning*. Sí existen innumerables artículos en Blogs educativos, revistas no especializadas y prensa donde se describen casos de éxito. Pero aún son pocos los estudios científicos, cuantitativos o cualitativos, que presentan rigor en su investigación.

El cómo utilizar la metodología continúa siendo tema de debate incluso entre investigadores. La experiencia de Papadopoulos (2010a, 2010b) defiende el hecho de que a los estudiantes se les debe facilitar material de lectura en lugar de contenidos audiovisuales. Mientras que otros autores (Thomas y Philpot, 2012) consideran que tanto las video-lecciones como las actividades colaborativas en el aula debían ser opcionales.

La mayoría de los investigadores de la materia pasaron encuestas a sus estudiantes acerca de su percepción sobre la implementación. Castilla (2015) describía que en todos los grupos encuestados aparecía invariablemente una pequeña cantidad de estudiantes a los que la metodología no les gustaba frente a una gran mayoría satisfecha con ella.

De Grazia et al. (2012), señala que dotar a los estudiantes de material extra (vídeos opcionales y software interactivo) para preparar las siguientes clases

resultaba en mejores trabajos de aula en las siguientes sesiones que cuando únicamente les ofrecía encargos de lectura. Esto confirma a Sappington (2002), quien afirmaba que los estudiantes rara vez completaban los encargos de lectura recomendada antes de la clase para las que estaban diseñadas. Los estudiantes prefieren que los vídeos para las lecciones y video tutoriales sean más cortos que largos (Zappe *et al.*, 2009).

La realización de *test* o cuestionarios cortos al comienzo de las clases son una nota común a muchas implementaciones como un medio para asegurar que el estudiante ha revisado los materiales facilitados por el instructor. Y aunque los estudiantes prefieren las lecciones presenciales a las lecciones en vídeo, también prefieren el trabajo de aula interactivo antes que las lecciones presenciales (Toto, 2009).

Day y Foley (2006), Moravec (2010) y Castilla (2015) observaron todos una mejora del entorno del 20% en las evaluaciones, aunque en todos los casos la recolecciones de datos presentan carencias a un u otro nivel.

O'Flaherty *et al.* (2015) elaboraron una revisión de las implementaciones recogidas en diversos artículos con la que se pretendía presentar un resumen de la escena internacional en *Flipped Learning*. Estos artículos debían atender a los criterios de rigor establecidos por los autores, esto es, que se tratasen de estudios que hubiesen sido evaluados por pares y cuyas poblaciones muestrales fuesen relevantes.

Para recoger la revisión de O'Flaherty *et al.* (2015) y ampliarla con otros casos relevantes de implementaciones en la escena internacional (atendiendo a los mismos criterios de mínimos) se han creado las siguientes 29 tablas (Tablas 2 a 30) que repasan en orden cronológico inverso los años 2000 a 2015.

Tabla 2. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Gilboy, Heinerichs y Pazzaglia (2015) en EEUU

Gilboy, Heinerichs y Pazzaglia (2015) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Dos cursos de grado en Nutrición. Se diseñaron plantillas para las actividades de antes, durante y después de las clases. Fuera del aula: vídeos de Khan Academy. Dentro del aula: actividades en grupo, evaluación formativa. Después de las clases: evaluación sumativa.	n=142 y 196 estudiantes respondieron a encuestas cuantitativas y cualitativas en cada uno de los dos grupos experimentales.	El 62% de los estudiantes prefirió Flipped. Experiencia exitosa tanto para el personal docente como para los estudiantes. Se utilizó la taxonomía de Bloom para determinar los objetivos para el desarrollo de las actividades de antes, durante y después de clase. Se manifestó la limitación que suponía que los estudiantes tuviesen menos acceso al profesorado.

Tabla 3. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Wilson (2014) en EEUU

Wilson (2014) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Se intercambian las lecciones con los deberes para incrementar el compromiso de los estudiantes con su aprendizaje. Se implementó en un curso de estadística de un grado del área de ciencias sociales: Fuera del aula había lecturas específicas y vídeos de Khan Academy. Dentro del aula llevaban a cabo actividades y test semanales para medir el nivel de aprendizaje y compromiso logrado a través de las actividades de <i>Flipped Learning</i>.	n=20-25. Mediciones cuantitativas y cualitativas. Los estudiantes no tienen ninguna experiencia con la asignatura que se imparte. La visión de los estudiantes tenía un rango que iba desde encontrar la metodología útil hasta verla como una completa pérdida de tiempo. Debido a la resistencia mostrada por los estudiantes el profesor pasa de un 75% a un 50% Flipped.	El grado de desafío y compromiso respecto al curso y al profesor mejoró, pero el experimento recibió gran cantidad de comentarios negativos referentes a la ausencia de clases magistrales. A los estudiantes no les gustó el aumento de expectativas respecto a su aprendizaje, que consideraron injusto. Los estudiantes acabaron aburridos y poco comprometidos. El estudio plantea que la metodología puede funcionar mejor con determinado tipo de estudiantes, por ejemplo grupos particularmente proactivos. Las calificaciones crecieron en un 10%.

Tabla 4. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Schlairet, Green y Benton (2014) en EEUU

Schlairet, Green y Benton (2014) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Conceptos fundamentales en un grado en Enfermería: Fuera del aula se realizaban lecturas recomendadas y presentaciones en powerpoint con narración superpuesta. Dentro del aula estudios de caso colaborativos, debates y presentaciones. Se hizo uso de clickers y simuladores de paciente.	Un curso de 15 semanas con 40 estudiantes. No se recogieron evidencias robustas de evaluaciones ni percepción de los estudiantes.	El rediseño del curso para convertirlo en un curso de <i>Flipped Learning</i> supuso una inversión muy importante de tiempo. Se requirió de gran apoyo administrativo y libertad académica para poder implementarlo. Se hizo uso de un especialista en TIC de la institución para el desarrollo de los powerpoint. Suponen que futuras iteraciones requerirán menor tiempo ya que los recursos disponibles actualmente sólo requerirán pequeñas modificaciones.

Tabla 5. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Albert y Beatty (2014) en EEUU

Albert y Beatty (2014) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Curso de introducción al Management: Fuera del aula: vídeos y lecturas recomendadas. Dentro del aula: actividades que incluyen preguntas de aplicación, estudios de caso y visionado de vídeos.	Tamaño de clase grande: 650 estudiantes en lecciones magistrales y 325 en clases Flipped.	Las calificaciones en los tres exámenes realizados fueron mayores que en ediciones anteriores. Se utilizaron los resultados del estudio para desarrollar principios de diseño para un modelo genérico de <i>Flipped Learning</i>. Las limitaciones serían su uso exclusivamente limitado al grado y a la formación presencial.

Tabla 6. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Yeung y O'Malley (2014) en Reino Unido

Yeung y O'Malley (2014) Reino Unido		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Grado en Química. Curso de 10 semanas con una clase presencial a la semana dirigido a estudiantes de segundo y cuarto año. Fuera del aula: vídeo tutoriales, uso de clickers y foros de discusión. Se daba feedback a los alumnos a través de seminarios virtuales en la plataforma Blackboard. Los vídeos tutoriales tenían duraciones comprendidas entre 20 y 30 minutos. Dentro del aula: talleres interactivos y pequeños test sumativos al concluir cada sesión.	n=52. Encuesta cualitativa con preguntas abiertas para que los estudiantes pudiesen manifestar su grado de satisfacción.	Las respuestas de los estudiantes fueron mixtas: a muchos les preocupaba el aumento de responsabilidad que suponía el sistema, ya que requiere más tiempo de trabajo personal. El tiempo de explicación de adaptación a la metodología fue corto ya que la implementación comenzó a principios del curso, topándose con cierta resistencia debido al aumento de carga de trabajo en los estudiantes. Surgen críticas en la comparativa de <i>Flipped Learning</i> frente a formación presencial. Consideran la formación presencial mejor debido a que es más interactiva, se pueden preguntar dudas en el momento; sin embargo los estudiantes ven <i>Flipped Learning</i> como un formato que ofrece mayor flexibilidad. Los estudiantes no comprendieron en un principio el funcionamiento del sistema, pensando que los materiales de <i>Flipped Learning</i> eran opcionales, lo que llevó a los instructores a incluir las componentes sumativas como incentivo al uso de los materiales.

Tabla 7. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Kim, Khera y Getman (2014) en EEUU

Kim, Khera y Getman (2014) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Se usa <i>Flipped Learning</i> en ingeniería, humanidades y sociología. Fuera del aula: vídeo lecciones. Dentro del aula: resolución de problemas relacionados con los vídeos, presentaciones en grupo y juegos de rol.	n=115 estudiantes matriculados en los tres grados con edades comprendidas entre los 18 y 22 años.	Se usaron los resultados de este estudio para desarrollar un grupo de nueve principios de diseño a tener en cuenta a la hora de crear un curso <i>Flipped Learning</i> para un grado universitario genérico de formación presencial. Las limitaciones que plantean son: grupos de menos de 50 estudiantes, estudios únicamente de grado y únicamente para formación presencial.

Tabla 8. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Young, Bailey, Guptil, Thorp y Thomas (2014) en EEUU

Young, Bailey, Guptil, Thorp y Thomas (2014) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Recursos adicionales para apoyar dos sesiones en medicina de urgencia para residentes. Fuera del aula: video lecciones. Dentro del aula: acceso a expertos médicos.	Tamaño de muestra pequeño formado por 35 y 38 residentes respectivamente. Se les realizó una serie de preguntas abiertas y una encuesta evaluativa tipo Likert.	Cualitativamente el estudio demuestra que la implementación tuvo una recepción positiva por parte de los residentes y el equipo docente. Los residentes señalaron que lo interactivo de las sesiones con expertos era la principal ventaja del sistema Flipped. No se realizaron medidas de mejora en el rendimiento o calidad de servicio de los residentes.

Tabla 9. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. McLaughlin, Roth, Glatt, Gharkholonarehe, Davidson, LaToya, et al. (2014) en EEUU

McLaughlin, Roth, Glatt, Gharkholonarehe, Davidson, LaToya, et al. (2014) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Plantean la filosofía y metodología para el rediseño de un curso de Farmacia que ya habían estudiado en su artículo del año anterior (ver mismos autores año 2013). Fuera del aula: 25 lecciones grabadas combinadas con un módulo de aceleración del aprendizaje interactivo (ILAM). Dentro del aula: dos sesiones semanales de 75 minutos durante 13 semanas. Actividades colaborativas, clickers y actividades de seguimiento que debían ser presentadas en la siguiente sesión presencial.	n=153 estudiantes en 2011. n= 162 estudiantes en 2012. Datos cualitativos de encuestas previas y posteriores al curso que incluían algunas preguntas abiertas.	Aumento de asistencia a clase. Los estudiantes perciben que su aprendizaje ha mejorado tras la implementación con un 91% de acceso a los módulos ILAM en el 2011 y un 98% en el 2012.

Tabla 10. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Hoffmann (2014) en EEUU

Hoffmann (2014) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Clase de métodos de investigación cualitativa para estudiantes de postgrado en educación. Fuera del aula: debían realizar lecturas on line y actividades preparatorias para el codificado y evaluación de los conjuntos de datos. Dentro del aula: discusión y análisis de los conjuntos de datos, durante las últimas semanas de curso el análisis se realizó sobre datos propios.	Evaluaciones de los estudiantes.	Respuesta fundamentalmente positiva por parte de los estudiantes. Los investigadores aclararon que para futuras experiencias tendrían en cuenta que la generación de contenidos requiere mucho tiempo y debe programarse previamente.

Tabla 11. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Butts (2014) en Australia

Butts (2014) Australia		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Estudiantes de Auxiliar Judicial en el último año de su programa. Fuera del aula: lecciones on line con apuntes complementarios. Dentro del aula: actividades diseñadas para que los estudiantes pudiesen desafiarse los unos a los otros. Las actividades se realizaban en Excel.	Encuesta en dos partes: A los estudiantes se les pidió que valorasen las lecciones tradicionales comparándolas con las actividades on line (n=62). A los estudiantes se les pidió que diesen su opinión acerca de la naturaleza de las actividades y su percepción del tiempo de clase (n=50).	Satisfacción de los estudiantes del 50%, pero incrementa a lo largo del tiempo. El 25% de los estudiantes no ve ninguna clase de mejora con <i>Flipped Learning</i>. Los investigadores aclararon que para futuras experiencias tendrían en cuenta que la generación de contenidos requiere mucho tiempo y debe programarse previamente.

Tabla 12. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Hung (2014) en Taiwan

Hung (2014) Taiwan		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Se usó <i>Flipped Learning</i> combinado con una estrategia de aprendizaje activo llamada WebQuest para organizar los contenidos de aprendizaje. El curso era de enseñanza de idiomas. Fuera del aula: ver trailers y contestar cuestionarios. Dentro del aula: tutorías, y trabajo por parejas para preparar presentaciones en el aula.	Comparación entre los tres formatos: Flipped (n=25), semi-Flipped (n=25) y grupo de control (n=25).	Incremento en la percepción de compromiso con el aprendizaje. Incremento en la satisfacción global con el aprendizaje estudiado a través de un análisis estadístico robusto en el caso del formato Flipped, frente al semiFlipped y el grupo de control.

Tabla 13. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Jamaludin y Osman (2014) en Malasia

Jamaludin y Osman (2014) Malasia		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Se usa <i>Flipped Learning</i> basándose en la experiencia de Reeve (2013) que estudia el compromiso de los estudiantes a través de cuatro aspectos fundamentales: emocional, cognitivo, conductual y agencial. Se implementó en un curso para profesores de grado que debían enseñar inglés para extranjeros. No se aclararon los recursos y actividades utilizados dentro y fuera del aula.	n=24. Se obtuvieron datos cuantitativos mediante cuestionarios Likert.	<i>Flipped Learning</i> mejoró los cuatro aspectos del compromiso del modelo de Reeve (2013), siendo el aspecto emocional el mejor predictor del interés hacia el aprendizaje.

Tabla 14. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Martin, Farnan y Arora (2013) en EEUU

Martin, Farnan y Arora (2013) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Uso de <i>Flipped Learning</i> para mejorar la compatibilidad horaria de las lecciones con los turnos de residencia en centros médicos para estudiantes de grado y postgrado de la rama sanitaria. Fuera del aula: casos interactivos basados en presentaciones, simulaciones, planteamiento de escenarios, lecturas recomendadas y vídeos interactivos de KhanAcademy. Dentro del aula: ejemplos de discusiones interactivas y uso de aplicaciones móviles para responder de forma colaborativa a aquellas preguntas clínicas surgidas durante las rondas de residencia.	Artículo descriptivo que informa acerca de las nuevas estrategias implementadas. No aporta datos ni cualitativos ni cuantitativos.	No hay evidencia que sostenga que esta aproximación sea más efectiva que los métodos de enseñanza convencionales.

Tabla 15. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Mason, Schuman y Cook (2013) en EEUU

Mason, Schuman y Cook (2013) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Se busca producir egresados con buena capacidad de resolución de problemas. <i>Flipped Learning</i> libera tiempo dedicado a las clases magistrales y ayuda a los estudiantes a convertirse en aprendices autónomos. Implementación en el último año de un grado en Ingeniería Mecánica. Fuera del aula: video lecciones. Dentro del aula: resolución de problemas en grupo e individualmente. Los estudiantes deben presentar los resultados a la clase. El instructor aclarará aquellos conceptos que hayan dado problemas.	n=20. Encuesta cualitativa y anónima sobre la percepción estudiantil de la enseñanza. Estudio cuantitativo de las calificaciones entre dos pruebas evaluadas el año antes de la implementación y el año de la misma (hay que aclarar que se trata de diferente contenido, diferentes años y diferente muestra de estudiantes.)	El grado de compromiso con el aprendizaje fue igual o mayor que en años anteriores. El estudio cuantitativo demostró mejores resultados en aquellos exámenes con problemas específicamente diseñados. Se pudo impartir mayor contenido gracias al <i>Flipped Learning</i>. Las expectativas de los estudiantes eran inicialmente poco claras, destacando su frustración pero se adaptaron fácilmente al nuevo formato. Las lecciones de 50 minutos en vídeo se consideraban demasiado largas teniéndose que volver a desarrollar. No hubo seguimiento tras la intervención, con lo que no queda claro si los estudiantes lograron el objetivo de convertirse en mejores aprendices autónomos.

Tabla 16. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Ferreri y O'Connor (2013) en EEUU

Ferreri y O'Connor (2013) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Rediseño de un curso de grado en Farmacia para un grupo grande de estudiantes de segundo año. El mismo curso se había impartido el año anterior a un grupo menos numeroso. Fuera del aula: lecturas recomendadas y guías de estudio. Dentro del aula: actividades de estudio de caso grupales. Se evaluaba el aprendizaje dentro de clase con sesiones de clickers seguidas de debates.	n=150. Rediseño a lo largo de dos años. 25 lecciones pregrabadas. Examen parcial y final y proyectos y otros entregables se encontraban todos atados a las actividades Flipped. Se realizaron mediciones cualitativas y cuantitativas. Las perspectivas del profesorado también fueron autoevaluadas.	El grado de compromiso con el aprendizaje y la satisfacción se vio incrementado debido a las oportunidades de desarrollar habilidades de comunicación y trabajos grupales. Sin embargo, la asignatura recibió un número significativamente mayor de comentarios negativos a pesar de que el estudio cuantitativo demostró una mejora media de las calificaciones.

Tabla 17. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Prober y Khan (2013) en EEUU

Prober y Khan (2013) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Propuesta de un modelo <i>Flipped Learning</i> para la enseñanza de Medicina. Fuera del aula: vídeos cortos de 10 minutos para aprender nuevos conceptos a un ritmo marcado por el estudiante. Dentro del aula: un experto liderará sesiones interactivas de resolución de problemas y ejercicios por equipos, simulaciones, juegos de rol y debates.	De los 141 estudiantes de primero y segundo de medicina encuestados, 115 respondieron a la encuesta sobre el modelo propuesto.	Los estudiantes favorecieron el modelo <i>Flipped Learning</i> frente al de clases magistrales. Se recomienda que el proceso no consuma más tiempo que el modelo actual. Se plantean consideraciones al respecto del coste y tiempo necesarios para desarrollar la librería de vídeos.

Tabla 18. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. McLaughlin, LaToya, Esserman, Davidson, Glatt, Roth, et al. (2103) en EEUU

McLaughlin, LaToya, Esserman, Davidson, Glatt, Roth, et al. (2103) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Estudio asociado al de Ferreri y O'Connor (2013). El estudio se extendió para incluir a un mismo curso pero impartido en dos campus distintos. Fuera del aula: lecciones grabadas en vídeo. Dentro del aula: actividades con clickers, trabajo colaborativo por parejas, presentaciones y test. Se plantean micro lecciones para solucionar huecos en los conocimientos de los alumnos.	n=22. Se recogieron datos cualitativos a través de cuestionarios anónimos al comenzar y finalizar el curso. Se recogieron las calificaciones del examen final a modo de datos cuantitativos.	Se plantea que el aprendizaje es una responsabilidad compartida entre el profesor y sus estudiantes y que el <i>Flipped Learning</i> es una muestra de ello. Los resultados de las encuestas cualitativas sugieren que el <i>Flipped Learning</i> promueve el empoderamiento de los estudiantes, su desarrollo y su compromiso. Los resultados cuantitativos mostraron que no hubo cambios en las calificaciones en relación a cursos con impartición tradicional.

Tabla 19. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Missildine, Fountain, Summers y Gosselin (2013) en EEUU

Missildine, Fountain, Summers y Gosselin. (2013) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Se plantea como hipótesis de investigación que el <i>Flipped Learning</i> mejorará las calificaciones y la satisfacción estudiantil frente a las lecciones tradicionales. Se implementa en el grado en enfermería en dos cursos de primer y segundo año. Fuera del aula: lecciones pregrabadas y otros vídeos. Dentro del aula: actividades no aclaradas.	n=589. Datos cuantitativos tomados de los resultados de los exámenes.	Se mejoraron los resultados del aprendizaje. 47 aprobados más que en el año anterior. Sin embargo la satisfacción de los estudiantes disminuyó, particularmente con la pérdida de interacción social que obtenían a través de las clases tradicionales.

Tabla 20. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Critz y Wright (2013) en EEUU

Critz y Wright (2013) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Introducción del <i>Flipped Learning</i> para un curso de practicantes en medicina general. Fuera del aula: presentaciones con locuciones y vídeos de una duración total de 10 horas a lo largo de 15 semanas. Dentro del aula: simulaciones mediante juego de rol de estudios de caso, desarrollo de caso y actividades sumativas que suponen un 60% de la calificación total.	n=20. Encuestas cualitativas de la satisfacción estudiantil. No hay medidas cuantitativas más allá de la presentación de calificaciones.	Los autores destacan que son los primeros en utilizar <i>Flipped Learning</i> en un curso de grado en Enfermería. Alta satisfacción por parte de estudiantes y profesores por igual. Los estudiantes mostraron un incremento en su aprendizaje autónomo. Los profesores consideran que desarrollaron una mayor comprensión sobre los errores más comunes en escenarios de pensamiento crítico de sus estudiantes. Se destacaron algunas limitaciones: es necesario la provisión de tiempo para el desarrollo de los recursos necesarios y se recomienda aplicaciones más largas que la llevada a cabo en este caso. Se dotó de ayuda técnica tanto a profesores como a estudiantes durante la implementación.

Tabla 21. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. McDonald y Smith (parte primera) (2013) en EEUU

McDonald y Smith (parte primera) (2013) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Estrategia <i>Flipped Learning</i> para enfermería de cara a participar de forma más activa en escenarios clínicos. Fuera del aula: vídeos y lecciones on line. Dentro del aula: discusiones y actividades interactivas basadas en los recursos de fuera del aula.	No se establece el número de participantes.	Se ofrecen algunas consideraciones acerca del valor de usar <i>Flipped Learning</i> en el espacio de trabajo.

Tabla 22. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Davies, Dean y Bail (2013) en EEUU

Davies, Dean y Bail (2013) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Plantean una hipótesis para determinar el impacto de la metodología <i>Flipped Learning</i> sobre los logros y satisfacción estudiantil. Se implementa en dos cursos de sistemas de información. Uno de ellos con enseñanza tradicional y el otro Flipped. Fuera del aula: vídeos basados en las lecciones, una vez a la semana durante cinco semanas. Dentro del aula: clases de seguimiento donde se ampliaba lo planteado en los vídeos. La asistencia era opcional.	n=301. Medidas cuantitativas y cualitativas.	Comparada con la clase tradicional, los estudiantes de la clase Flipped le dedicaban más tiempo a sus tareas fuera del aula, estaban más satisfechos con el curso, y recomendarían el curso de forma más efusiva que aquellos los de clase tradicional. El <i>Flipped Learning</i> facilitó la mejora en el aprendizaje y resultó un sistema que motivaba más a los estudiantes. Al ser un curso de sistemas de información, el que todos los estudiantes contasen con ordenadores individuales resultaba costoso. Se vio la necesidad de una inversión importante tanto en equipos como en el desarrollo de vídeos y otros recursos necesarios.

Tabla 23. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Smith y McDonald (parte segunda) (2013) en EEUU

Smith y McDonald (parte segunda) (2013) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Uso de <i>Flipped Learning</i> con recursos y vídeos asociados para profesionales de enfermería en sus puestos de trabajo.	No se establece el número de participantes.	Se amplía lo establecido en el anterior artículo sobre la flexibilidad de la que el <i>Flipped Learning</i> dota al aprendizaje en lugares donde el trabajo se desarrolla en turnos rotativos.

Tabla 24. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Forsey, Low y Glance (2013) en EEUU

Forsey, Low y Glance (2013) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Rediseño de un curso del grado de Sociología utilizando <i>Flipped Learning</i>. Se utiliza una infraestructura MOOC para estudiantes de segundo curso. Fuera del aula: recursos on line, vídeos, entrevistas y lecciones grabadas. Dentro del aula: los estudiantes realizarían actividades grupales donde se expandiría lo planteado en los recursos on line.	Se estudian las encuestas realizadas a 74 participantes y entrevistas a grupos de interés.	Respuesta positiva en referencia a la flexibilidad y calidad del aprendizaje, así como al incremento de productividad. Aumento en la satisfacción de estudiantes y profesorado. Aumento en los resultados de los test de clase. Los estudiantes sienten que sacan mayor partido de las horas presenciales. Como parte negativa figura la falta de interacción, la pérdida de vida de campus y se plantea que esta situación puede solventarse incluyendo lecciones troncales en formato presencial mezcladas con las sesiones híbridas.

Tabla 25. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Pierce y Fox (2012) en EEUU

Pierce y Fox (2012) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Rediseño de un curso de Farmacia utilizando <i>Flipped Learning</i>. Módulo de Farmacia de 8 semanas (23h) dedicado al estudio renal. Fuera del aula: 4 Vodcast (de una duración total de 4 horas). Dentro del aula: discusiones interactivas sobre los casos de los pacientes.	n=71. Evaluación comparativa y formativa durante todo el módulo.	El 80% de los estudiantes estaban satisfechos con el uso de <i>Flipped Learning</i> como apoyo a su aprendizaje. Encontraron el método de aprendizaje práctico y las calificaciones del examen final se vieron incrementadas en comparación con métodos de instrucción tradicional. Mayores oportunidades de aplicación del conocimiento con escenarios de caso.

Tabla 26. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Ruddick (2012) en EEUU

Ruddick (2012) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Se compararon las calificaciones y la percepción de la asignatura de dos grupos de estudiantes de química, uno al que se le había enseñado mediante <i>Flipped Learning</i> y el otro mediante lecciones tradicionales. El grupo que tuvo la implementación de <i>Flipped Learning</i> no sólo presentó mayores calificaciones sino que también demostró mejor predisposición hacia el aprendizaje y se veía menos intimidado a la hora de aprender de forma individual.	No disponible	No disponible

Tabla 27. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Strayer (2012) en EEUU

Strayer (2012) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Comparación entre un grupo de <i>Flipped Learning</i> y un grupo de enseñanza tradicional (lecciones magistrales) en un curso de introducción a la estadística. Fuera del aula: Sistema de tutoría automática. Dentro del aula: actividades relacionadas con lo planteado en las tutorías automáticas. El grupo donde se aplicó el sistema tradicional llevó a cabo lecciones magistrales y actividades de aula únicamente durante el tiempo de clase, habiendo materiales opcionales a su disposición.	n=27 en el grupo tradicional. n=23 en el grupo Flipped. Se encuestó acerca de la experiencia formativa mediante un instrumento automatizado en la plataforma de aprendizaje. Se recogieron datos cualitativos a través de las respuestas de los alumnos grabadas en tiempo real durante la realización de las clases.	La clase tradicional siempre se atuvo al plan preestablecido y estaba menos predispuesta a participar en actividades en comparación con la clase Flipped. En la clase Flipped surgieron algunos problemas con la identificación de determinados conceptos. Sin embargo surgieron numerosas ventajas como el aumento en la colaboración durante trabajos grupales y la mayor motivación con el aprendizaje. El investigador plantea que <i>Flipped Learning</i> no es la mejor opción para un curso introductorio. Se propone una mezcla de 30 minutos de clase magistral con 30 minutos de realización de una actividad planteada fuera del aula.

Tabla 28. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Zappe et al. (2009) en EEUU

Zappe et al. (2009) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
El autor describe que un grupo de estudiantes de ingeniería arquitectónica percibían la metodología como una forma más eficiente de aprender.	No disponible	No disponible

Tabla 29. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Gannod, Burge y Helmick (2008) en EEUU

Gannod, Burge y Helmick (2008) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Paquete de ingeniería del Software (65 vídeos y podcast) diseñado para su uso en el programa de un curso con 40 estudiantes. El artículo es un reporte técnico. Fuera del aula: vídeos y lecciones de 3 a 6 horas por semana. Dentro del aula: experimentos de laboratorio y actividades asociadas.	No hay diseño experimental ni datos disponibles.	El artículo discute los distintos estilos de aprendizaje y plantea qué estudiantes pueden estar mejor preparados para ofrecer apoyo al docente en el desarrollo de recursos.

Tabla 30. Tabla resumen de acciones relevantes de *Flipped Learning*. Lage, Platt y Tregila (2000) en EEUU

Lage, Platt y Tregila (2000) EEUU		
Intervención	Diseño experimental	Resultados
Curso introductorio a la economía, con dos sesiones semanales de 75 minutos que podían ser o bien Flipped o bien magistrales. Fuera del aula: vídeos y presentaciones en Power Point. Dentro del aula: actividades y hojas de problemas alineadas con los recursos de fuera de aula.	Tamaño muestral no establecido. Se realiza una encuesta final que incluye preguntas con respuestas abiertas y escalas Likert.	Se examinan los estilos de aprendizaje en lecciones magistrales frente a <i>Flipped Learning</i> . Preferencia general por el uso de la metodología Flipped.

Organizaciones a nivel mundial comienzan a vender software específico y guías que permitan a los instructores implementar la metodología *Flipped Learning* en sus clases. El principal foco de estos esfuerzos se ha visto centrado en el desarrollo de elementos de screen-cast académicos, del estilo de los que se popularizaron gracias a Khan Academy (Baker, 2000; Bergmann y Sams, 2012), que incluso ofrecen certificaciones para convertirse en un “instructor en Flipped Classroom certificado”⁹.

1.3.1 Investigación sobre *Flipped Learning* en España

Si se analiza la investigación en *Flipped Learning* a nivel nacional hasta enero de 2016, puede observarse que ha habido pocos estudios estructurados con revisión por pares publicados dentro del país.

La investigación más antigua hallada data del 2013, y se focaliza fundamentalmente en educación superior, ya que es el nivel al que la mayor parte de los investigadores tienen acceso. A pesar de ello cabe destacar algunos esfuerzos realizados en secundaria y ciclos formativos.

Así, por ejemplo, Zapata (2014) establece los primeros fundamentos de la aplicación de *Flipped Learning* en español. A pesar de que la experiencia en sí tuvo lugar en Perú, país donde se encuentra la UPN (Universidad Privada del Norte), institución a la que pertenece el profesor Zapata.

En España, el primer y único caso registrado de investigación sobre la implementación de *Flipped Learning* en ciclos formativos fue realizado por Camacho (2014) en el Ciclo Formativo de Grado Superior en Desarrollo de

⁹<http://www.sophia.org/flipped-classroom/flipped-classroom-certification>

Aplicaciones Multiplataforma (DAM), realizado en la Universidad Europea de Madrid. Camacho utilizó la metodología en dos cursos completos correspondientes a los años lectivos 2013-2014 y 2014-2015, publicando los muy positivos resultados obtenidos en la XI y XII Ediciones de las JIU (Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria). Todos los contenidos desarrollados en este ámbito por Camacho son accesibles en abierto desde su blog¹⁰.

En la Universidad Europea de Madrid hay un grupo de investigación que comparten sus experiencias a través de una comunidad Google+¹¹. La UEM ha establecido *Flipped Learning* como una de las principales herramientas pedagógicas que sus profesores deben utilizar dentro del aula, así que gran parte de la investigación desarrollada en esta área en España se le debe al personal de esta institución que, generalmente, realiza sus publicaciones a través de la Conferencia Anual en Innovación Educativa que se celebra en su campus de Villaviciosa: Las JIU (Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria).

Otras instituciones españolas han implementado *Flipped Learning* fuera de las clases regulares como parte de una iniciativa de tutorías para sus alumnos. Se comenzó en la UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia) (Vaquero Romero, 2015) y otras instituciones similares siguieron su ejemplo a lo largo del curso 2015, como la Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA).

La UGR (Universidad de Granada), celebra anualmente una conferencia llamada CAFVIR (Congreso Internacional sobre la Calidad y Accesibilidad de la

¹⁰<https://pedroicamacho.wordpress.com>

¹¹<https://plus.google.com/communities/108518195697740798126/members>

Formación Virtual). En este foro *Flipped Learning* ha tenido una fuerte presencia desde su introducción en 2013 y se han presentado casos de aplicación en instituciones de Latinoamérica enriqueciendo así la escena española.

La Tabla 31 resume aquellas publicaciones con revisión por pares de investigaciones sobre la implementación de *Flipped Learning* en España o relevantes para la escena española.

De entre todas las experiencias recogidas hasta este punto, no es en la educación superior privada en España dónde se ha encontrado la implementación de Flipped que guarda mayores similitudes con la descrita en esta tesis, sino en una de las ya descritas de Estados Unidos. Strayer (2012) profesor de la Universidad Estatal de Ohio escribe una disertación doctoral sobre los efectos del aula "Flipped" en el ambiente de aprendizaje enseñando estadística a nivel universitario. Utiliza un grupo de control y realiza encuestas de satisfacción antes y después de la implementación. Concluye que pese a lo positivo de la experiencia, bajo su perspectiva, el *Flipped Learning* no debe utilizarse en todos los ámbitos sino que es más eficaz para determinados tipos de estudiantes y asignaturas. Se verá en los siguientes capítulos que las conclusiones de Strayer son aplicables, aunque con algunas excepciones al caso que nos ocupa.

Tabla 31. Resumen de investigación en Flipped Learning en España desde el 2013.

Autor principal	Año	Nivel Educativo	Campo
Azpeleta, C.	2015	Edu. Superior	Medicina
Baena, V.	2015	Edu. Superior	Empresa
Calvo-Centeno, M.E.	2015	Edu. Superior	Empresa
Campo-Cabal, J.M.	2015	Edu. Superior	Derecho
Castilla, G.	2015	Edu. Superior	Ingeniería
Doral-Fábregas, F.	2015	Edu. Superior	Marketing
Hinojosa-Alcobet, C.	2015	Edu. Superior	Psicología
Rodríguez, D. M.	2015	Edu. Secundaria	Enseñanza
Novillo, A.	2015	Edu. Superior	Química
Peters, M.J.	2015	Edu. Superior	Idiomas
Platero, M.	2015	Edu. Superior	Empresa
Rodríguez-Learte, A.	2015	Edu. Superior	Química
Camacho-Ortega, P.J.	2014	Formación Prof.	Informática
Cerdán-Gómez, F.	2014	Edu. Superior	Medicina
Coro-Montanet, G.	2014	Edu. Superior	Medicina
Jordán-Lluch, C.	2014	Edu. Superior	Ingeniería
Martí-Parreño, J.	2014a	Edu. Superior	Ciencias Sociales
Martí-Parreño, J.	2014b	Edu. Superior	Ciencias Sociales
Queiro-Ameijeiras, C.	2014	Edu. Superior	Empresa
Rodríguez-Learte, A.	2014	Edu. Superior	Química
Sáez-Pizarro, B.	2014	Edu. Superior	Química
Sánchez-Moral, A.M.	2014	Edu. Superior	Química
Sánchez-Camacho, C.	2014	Edu. Superior	Medicina
Sousa, S.	2014	Edu. Superior	Ciencias Sociales
Thoilliez, B.	2014	Edu. Secundaria	Enseñanza
Velasco, P. J.	2014	Edu. Superior	Enseñanza
Zapata, J.	2014	Formación Prof.	Matemáticas
Brando-Garrido, C.	2013	Edu. Superior	Medicina
Stetz, T.A.	2013	Edu. Superior	Enseñanza
Velasco, P. J.	2013	Edu. Superior	Enseñanza

2. HIPÓTESIS DE PARTIDA Y OBJETIVOS

2 HIPÓTESIS DE PARTIDA Y OBJETIVOS

En la presente tesis se va a abordar la cuestión de la validez de una metodología activa para el aprendizaje de una asignatura de corte matemático y su retención a largo plazo.

La enseñanza de materias de corte matemático en ingeniería es una labor compleja. En ella influyen factores de muy diversa índole: históricos, psicológicos, materiales, políticos y humanos.

- ***Históricos***

La enseñanza de las matemáticas, como ocurre con muchas de las materias fundamentales que se enseñan desde la infancia, tiende a seguir la senda marcada por la tradición. Replicando técnicas provenientes de los orígenes de la educación reglada en 1857 con la Ley Moyano. Durante esos casi dos siglos de historia, aunque ha habido notables excepciones de grandes innovadores en el aula como Ángela Ruiz Robles, la lección magistral ha sido la manera fundamental de transmitir conocimientos. En materias prácticas, como las matemáticas, el ver hacer a otro, tiene mucho menos repercusión que el aprender haciendo. Con lo que las metodologías activas han ido cobrando poco a poco relevancia a medida que las lecciones magistrales la han ido perdiendo. Las metodologías activas tampoco son un concepto nuevo, han estado presentes a lo largo de la historia: Zhu y Simon (1987) indican que desde el siglo XVIII autores como Pestalozzi, Herbart, Fröebel o Dewey entre otros muchos ya utilizaban esta denominación.

- **Psicológicos**

Las matemáticas suponen uno de los puntos más relevantes en el currículo formativo de cualquier persona. Pero, ¿por qué? Se las ha colocado en una posición central y socialmente destacada. Un fracaso en matemáticas no tiene la misma repercusión que uno en una materia artística, aunque sobre el papel no sea así. En gran medida esto se debe a la herencia histórica de la educación proveniente también el siglo XIX. Se buscaba formar a técnicos cualificados para poder surtir los desarrollos industriales y las matemáticas eran un eje en torno al cual esta clase de desarrollos giraban. Este papel relevante hace que no sea extraño que muchos estudiantes se aproximen a la materia con reservas y que les provoque ansiedad ante el temor al fracaso.

En Estados Unidos existe toda una línea de investigación sobre lo que se denomina “*math anxiety*” (ansiedad matemática) que estudia el efecto del miedo a las matemáticas sobre estudiantes desde primaria (Maloney y Beilock, 2012) hasta la etapa universitaria (Lyons y Beilock, 2012).

Sesiones de aprendizaje más individualizadas y adecuadas a los tiempos de asimilación de los estudiantes, han demostrado ser factores eficaces para atenuar los efectos de esta ansiedad matemática, y por lo tanto las metodologías activas vuelven a ser una solución interesante a tener en cuenta (frente a la clase magistral).

- **Materiales**

El desarrollo de la tecnología ha modificado la forma en la que las personas se aproximan a las matemáticas. En el caso de los estudiantes resulta cada vez

más complicado justificar una enseñanza tradicional cuando herramientas de cálculo cada vez más potentes e inmediatas surgen por doquier.

El profesor ha de tener esto presente para no incidir en la frustración de pedir a sus estudiantes que hagan continuas labores para las que no ven ninguna utilidad y que podían verse resueltas por otros medios de manera más sencilla. De esta forma, el mundo de la tecnología y el aula no han de ser espacios estancos, sino integrados, utilizando aquellos medios más novedosos para enfrentar problemas que hasta ahora eran inabarcables por estudiantes y medios más tradicionales para comprender los principios mediante los cuales se rigen las herramientas tecnológicas y así poder trabajar de forma más completa.

- **Políticos**

"El desarrollo de los pueblos está íntimamente ligado al desarrollo de las Matemáticas"

Napoleón Bonaparte

La proporción de recursos que una Administración destina a la educación suele estar relacionada de forma directa con la calidad de su sistema educativo (Torres, 1997).

La preocupación por una correcta enseñanza de las matemáticas viene de lejos, ya en 1955 el profesor Pedro Puig Adam publicó un "Decálogo de la Enseñanza de las Matemáticas", más tarde recogido por una publicación del Ministerio de Educación Nacional (Puig, 1969, p.1) que rezaba del siguiente modo:

1. *“No adoptar una didáctica rígida, sino amoldarla en cada caso al alumno, observándole constantemente”.*
2. *“No olvidar el origen de las Matemáticas ni los procesos históricos de su evolución”.*
3. *“Presentar las Matemáticas como una unidad en relación con la vida natural y social”.*
4. *“Graduar cuidadosamente los planos de abstracción”.*
5. *“Enseñar guiando la actividad creadora y descubridora del alumno”.*
6. *“Estimular dicha actividad despertando interés directo y funcional hacia el objeto del conocimiento”.*
7. *“Promover en todo lo posible la autocorrección”.*
8. *“Conseguir cierta maestría en las soluciones antes de automatizarlas”.*
9. *“Cuidar que la expresión del alumno sea traducción fiel de su pensamiento”.*
10. *“Procurar a todo alumno éxitos que eviten su desaliento”.*

Sin embargo desde 1955 los planes de estudio sucesivos, la Ley General de Educación de 1970, la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) de 1990, la Ley Orgánica de Calidad de la Educación (LOCE) o Ley Orgánica 10/2002, la Ley Orgánica (LOE) 2/2006 y por último la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) de 2013, que entró en vigor el curso lectivo actual (2015/2016) han sido reformas sucesivas que no han logrado tener el efecto esperado. El informe PISA¹² (Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos) plantea que la evolución de la

¹²<http://www.mecd.gob.es/dctm/ministerio/horizontales/prensa/notas/2010/20101207-pisa2009-informe-espanol.pdf?documentId=0901e72b806ea35a>

educación de matemáticas en España ha ido dando lugar a peores resultados y por tanto perdiendo puestos en el ranking mundial paulatinamente.

Ante una tesitura similar, desde el profesorado han de surgir iniciativas que ayuden a revitalizar la enseñanza y estimulen a los estudiantes para que superen los retos planteados a pesar de desafortunados rumbos políticos.

- ***Humanos***

El estudiante de ingeniería, en particular el de primer ingreso a la universidad, que accede desde centros de formación en educación secundaria, suele entender las matemáticas desde un punto de vista muy práctico: como una herramienta. Un medio para un fin y no un fin en sí mismas. Disciplinas como la ingeniería, buscan los mejores resultados con los medios disponibles, mientras que las matemáticas no suelen tener en cuenta los costes y recursos precisos para una solución, sino su veracidad.

Esto lo demuestran los esfuerzos que realizan las escuelas de ingeniería por poner el enfoque en el “hacer”, como el planteamiento PBS (*Project Based School*) que realiza la Universidad Europea de Madrid¹³.

Un ingeniero ha de utilizar las matemáticas durante todo su ejercicio profesional, a menudo reciclando y ampliando conocimientos. Una formación tan práctica en matemáticas plantea el peligro de que la retención a largo plazo de la materia sea menor que con un sustrato teórico más extenso.

¹³http://projectbasedschool.universidadeuropea.es/escuela/docencia/modelo_academico/Learning+by+doing/0/20/46/10137

2.1 HIPÓTESIS DE PARTIDA

La hipótesis de la que parte esta tesis es la siguiente:

Se considera que la aplicación de *Flipped Learning*, una metodología educativa activa, puede tener una influencia positiva sobre la retención a largo plazo de contenidos de estudio. En particular, se desea comprobarlo para el caso de los estudiantes de ingeniería en una materia de corte matemático como es la estadística y en el contexto de la universidad privada española.

2.2 OBJETIVOS

Así, para discutir esta hipótesis se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo nº 1. Establecer un contexto y una evolución de la metodología *Flipped Learning*.

Objetivo nº 2. Diseñar un experimento que permita estudiar *Flipped Learning*, así como su efecto en la retención a largo plazo, de forma científica, secuencial, controlada y repetible. Pudiendo contrastar la influencia de la implantación de la metodología con la no implantación de la misma.

Objetivo nº 3. Estudiar los datos recogidos del experimento y analizarlos de forma objetiva mediante herramientas estadísticas de probada validez.

Objetivo nº 4. Comprobar los resultados mediante la reiteración de las condiciones experimentales por parte de otros docentes.

Objetivo nº 5. Comprobar si efectivamente existe influencia del uso de una metodología *Flipped Learning* en el aprendizaje a largo plazo de asignaturas de corte matemático de estudiantes del ámbito de la educación superior privada en enseñanza bilingüe en Madrid

Objetivo nº 6. Recoger las conclusiones del proceso, análisis y resultados.

3. DISEÑO METODOLÓGICO DEL ESTUDIO EMPÍRICO EN FLIPPED LEARNING

3 DISEÑO METODOLÓGICO DEL ESTUDIO EMPÍRICO EN *FLIPPED LEARNING*

Los dos últimos trimestres del curso lectivo 2013/2014 se llevó a cabo un experimento en *Flipped Learning*¹⁴ (también *Flipped Classroom*, como se vio en el Capítulo 1). Este experimento se llevó a cabo en varias fases que se describirán a continuación, comprobándose los efectos de la implementación tanto durante la asignatura como al cabo de un mes de finalizar la misma¹⁵. No sólo se quería comprobar el efecto de *Flipped Learning* sobre la adquisición de conocimientos (tema que ha sido estudiado en numerosas ocasiones como pudo comprobarse en el capítulo de Estado de la Cuestión) sino su efecto en la retención de conocimientos a largo plazo y en la autopercepción de los estudiantes de su propio aprendizaje y su nivel de motivación con la asignatura.

3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología que se va a emplear en el transcurso de esta tesis es el método cuasiexperimental. Mediante la manipulación y el ensayo controlado de una serie de variables seleccionadas se tratará de comprender los procesos causales que se produzcan a partir de la implementación de *Flipped Learning*. Se considerará el aprendizaje a largo plazo de los estudiantes una variable

¹⁴ En la sección 3.1 DISEÑO METODOLÓGICO de este capítulo se definirá en detalle en qué consiste esta metodología.

¹⁵ Se verá en adelante como un plazo de 4 semanas que es lo que se planteó en el estudio puede considerarse largo plazo a efectos de la memoria de un estudiante universitario.

dependiente de la metodología utilizada y se llevará a cabo un control para determinar si esto es cierto o no.

El método es cuasiexperimental (frente a experimental puro) debido a la imposibilidad de tener una muestra aleatoria real. En educación es difícil establecer experimentos con muestras de sujetos aleatorias debido a la estructura parcelaria de las clases en las instituciones educativas. Por lo tanto, la muestra estudiada en este caso, se encuentra estratificada en forma de los grupos por curso, aula y titulación dados por la propia Universidad.

El correcto muestreo es especialmente importante cuando tenemos más de una condición en el experimento. Un grupo de muestra a menudo sirve como un grupo de control, mientras que otros son probados en las condiciones experimentales. En este caso se describirán más adelante la composición y tamaño de dichos grupos justificando la suficiencia de esto último para validar el experimento.

La reducción de los errores de muestreo es vital para obtener resultados válidos a partir de experimentos. Los investigadores a menudo ajustan el tamaño de la muestra para minimizar las posibilidades de errores aleatorios. Este ha sido el caso: el experimento principal cumple el tamaño mínimo, pero la repetición del experimento, que se llevó a cabo al año siguiente, se realizó con una muestra mucho mayor de forma que siempre se trabajase del lado de la seguridad.

Se implicó a un total de 85 estudiantes divididos en 3 grupos pertenecientes al segundo curso de dos grados en ingeniería diferentes. 28 de los estudiantes pertenecían al Grado en Ingeniería Informática y 57 al Grado en Ingeniería Mecánica. De estos, 22 serían el grupo de control del experimento y 35 supondrían el segundo grupo experimental. Con los primeros dos grupos se

realizó una primera fase de experimento y con el tercero se reiteró el experimento en el trimestre siguiente para aumentar el tamaño de la muestra. Pudiendo además estudiar de forma aislada el efecto del experimento.

De cara a la realización del experimento en *Flipped Learning*, se escogió la asignatura “Estadística para la Ingeniería”.

Se trataba de una asignatura impartida en el segundo curso de todos los grados de ingeniería ofertados por la Universidad Europea durante la realización del experimento. A pesar de estar departamentalmente segregados por áreas temáticas, los grados en ingeniería de la escuela de Arquitectura ingeniería y Diseño de la UE se sirven de un departamento transversal de Ciencias (Ciencias y TIC) que recoge la mayoría de la docencia en ciencias básicas de todos los grados de la escuela. Entre estas asignaturas se encuentra Estadística para la Ingeniería, que en todos los grados de la Escuela tiene idéntico temario y duración (6 Créditos ECTS). Se imparte en inglés en la modalidad presencial y semi-presencial de todos los grados en ingeniería y en español en la modalidad 100% en línea del grado en ingeniería informática. La universidad Europea se compromete a ofertar una serie de créditos anuales en inglés en todos sus grados y la asignatura de Estadística para la Ingeniería es la elegida para segundo curso de ingenierías.

Cuando se llevó a cabo este estudio, el responsable de la asignatura de estadística era el autor de esta tesis. El ser responsable de una asignatura conlleva supervisar la armonización de contenidos, nivel de exigencia y tareas asignadas a los estudiantes en esa asignatura transversalmente a todos los grados que la impartan. Esto facilitó el hecho de que el experimento en *Flipped Learning* no afectase de forma positiva ni negativa a los participantes frente al

resto de estudiantes de grados en ingeniería (u otros grupos dentro de los grados dónde se realizó) que cursasen la asignatura.

“Estadística para la Ingeniería” está subdividida en varios bloques estancos, con lo que sistematizar la creación de contenidos para adaptarlos a esta clase de metodología resultaba asequible.

Las partes de la asignatura atendiendo a las recomendaciones que vierte el plan de estudios en La Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) son las siguientes:

- Bloque 1. Estadística descriptiva y regresión
- Bloque 2. Probabilidad.
- Bloque 3. Variable aleatoria.
- Bloque 4. Modelos discretos.
- Bloque 5. Modelos continuos.
- Bloque 6. Inferencia.

Los bloques 1 a 3 se cubren en la primera mitad de la asignatura. Al finalizar el bloque tres se realiza una prueba objetiva de evaluación parcial de todo el contenido visto hasta ese momento.

Este reparto de bloques con prueba parcial intermedia se ha realizado en todos los grupos de estadística y estadística para la ingeniería de la Escuela Politécnica (Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño desde 2015) de la Universidad Europea de Madrid desde 2010.

A partir del bloque 4 se comienza a aplicar la metodología de *Flipped Learning* en los grupos correspondientes. Al finalizar el bloque 6 se realiza una prueba final de todos los contenidos de la asignatura.

La asignatura de “Estadística para la Ingeniería” es particularmente adecuada para proponer problemas y retos que requieren una resolución colaborativa, tal y como puede observarse en la Tabla 32.

Tabla 32. Idoneidad de la elección de estadística de entre las asignaturas de corte matemático disponibles en ingeniería en la Universidad Europea a curso 2013/2014.

	Razones	Cálculo I y II	Análisis matemático	Estadística
Metodología Flipped	Conocimiento modular	Sí	Sí	Sí
	Orientación a la práctica	Sí	Sí	Sí
	Admite colaboración	No	No	Sí
Contorno	Hay grupos suficientes para tener grupo de control	Sí	No	Sí
	Es transversal a todas las ingenierías	Sí	No	Sí

3.1.1 Evaluación de la materia

La calificación final de la asignatura responde a una serie de pruebas de evaluación y trabajos en aula y autónomos que han de realizar los estudiantes. El reparto de pesos es el descrito en la Tabla 33.

Una selección de enunciados de estas pruebas parciales puede hallarse en el capítulo de anexos de esta tesis.

Tabla 33. Reparto de pesos de las actividades con evaluación adscrita dentro de la asignatura de Estadística para la ingeniería.

Actividad	Prueba Parcial	Trabajo individual	Trabajo de aula/autónomo	Prueba final
Porcentaje de calificación final	20%	20%	30%	30%

Las pruebas parcial y final son exámenes de 2 horas dónde se incluyen 6 ejercicios correspondientes a lo cubierto hasta ese momento en la asignatura. Habitualmente uno o dos de los ejercicios corresponden a test de selección múltiple.

El trabajo individual es un trabajo de reflexión de estadística descriptiva realizado por los estudiante en la primera mitad de la asignatura, aproximadamente al finalizar la 3ª semana de curso.

El trabajo autónomo o de aula consiste en la resolución colaborativa de problemas propuestos por el profesor y que corresponderán, fundamentalmente, a la segunda mitad de la asignatura.

3.1.2 Influencia del sistema trimestral

Desde el curso académico 2012/2013 la Universidad Europea de Madrid pasó del sistema semestral, imperante en la mayoría de las universidades españolas, a un sistema trimestral. El primer trimestre duraría desde septiembre a diciembre con dos semanas (aproximadamente) de vacaciones coincidiendo con las festividades navideñas que concluirían a principios de enero. El segundo trimestre duraría de enero hasta Semana Santa, que sería festiva al completo. Por último el tercer trimestre duraría desde el final de Semana Santa hasta finales de junio. Celebrándose en julio la convocatoria extraordinaria. El reparto trimestral de las asignaturas hizo que el número de horas medias semanales de una asignatura de 6 ECTS (como la que nos ocupa) fuese de aproximadamente siete. Estas siete horas se repartirían o bien en tres sesiones semanales, dos de dos horas y una de tres horas, o de forma menos frecuente, en una sesión de cuatro horas y otra de tres horas.

La variabilidad de fechas de la Semana Santa (que puede comenzar entre el 22 de marzo y el 25 de abril) afecta de forma sustancial a los trimestres, pudiendo darse importantes diferencias en duración entre el segundo y tercer trimestre. Esto puede llegar a afectar al número de asignaturas de un trimestre y las horas semanales asignadas.

Esta particularidad se dio durante el curso lectivo 2013/2014 como puede observarse en el calendario presentado a continuación como Figura 1.

Debido a esta situación la configuración de horas de estadística durante el segundo trimestre (cuando se desarrolló el cuerpo principal del experimento) fue de dos sesiones semanales de 3 y 2 horas respectivamente. Mientras que el tercer trimestre (más corto), dónde se repitió el experimento con un tercer grupo, presentaba una configuración de 2, 3 y de nuevo 2 horas.

En el listado que se presenta a continuación (en la Tabla 34) se encuentra la disposición semanal de horas lectivas en cada grupo de la asignatura.

3.1.3 Sesiones de flipped learning desde su contenido

Como se ha tratado en apartados anteriores, *Flipped Learning* como metodología no especifica de dónde provienen los contenidos que se usen en su implementación.

Queda a la discreción y medios del profesor el dotar al estudiante de recursos propios, ajenos o bien darle pie a que sea él quien investigue y localice los recursos que mejor se adapten a sus necesidades.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Semana	Trimestre
6	7	8	9	10	11	12	1	2º Trimestre (T2)
13	14	15	16	17	18	19	2	
20	21	22	23	24	25	26	3	
27	28	29	30	31	1	2	4	
3	4	5	6	7	8	9	5	
10	11	12	13	14	15	16	6	
17	18	19	20	21	22	23	7	
24	25	26	27	28	1	2	8	
3	4	5	6	7	8	9	9	
10	11	12	13	14	15	16	10	
17	18	19	20	21	22	23	11	
24	25	26	27	28	29	30	12	
31	1	2	3	4	5	6	13	
7	8	9	10	11	12	13	14	
14	15	16	17	18	19	20	Semana Santa	
21	22	23	24	25	26	27	1	3er Trimestre (T3)
28	29	30	1	2	3	4	2	
5	6	7	8	9	10	11	3	
12	13	14	15	16	17	18	4	
19	20	21	22	23	24	25	5	
26	27	28	29	30	31	1	6	
2	3	4	5	6	7	8	7	
9	10	11	12	13	14	15	8	
16	17	18	19	20	21	22	9	
23	24	25	26	27	28	29	10	
Festivos			Días de T2			Días de T3		

Figura 1. Calendario académico de los trimestres 2 y 3 del curso 2013/2014

Tabla 34. Reparto de horas de clase disponibles semanalmente por grupo y trimestre.

Trimestre	Grupo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Primera parte (T2)	A (Experimental)	3 horas de clase				2 horas de clase
	B (Control)		3 horas de clase		2 horas de clase	
Segunda parte (T3)	C (Experimental)	2 horas de clase	3 horas de clase		2 horas de clase	

El inconveniente que plantea este último escenario es el de dejar en manos del estudiante la responsabilidad de localizar contenidos de calidad que se adapten a las necesidades de la asignatura. Los estudiantes de primeros cursos pueden tener dificultades para discernir los mejores contenidos o encontrar aquellos que se adecuen a las aplicaciones prácticas que se le va a proponer en el aula durante las sesiones presenciales. Debido a esto, los modelos generalmente adoptados son los dos primeros.

En el caso de este experimento se optó por el primer método, los recursos propios, creados *ad hoc* para la asignatura por parte de su profesor. Para alojar estos videos se hizo uso de un canal de la plataforma youtube.com. A continuación se especificará bajo qué condiciones se empleó.

3.1.3.1 Canal de video-tutoriales de la Universidad Europea: Aula UE

En el año 2012, a iniciativa de los profesores del Departamento de Ciencias de la Universidad Europea de Madrid, se abrió Aula UEM, un canal de la plataforma de videos de internet youtube.com. Aula UEM recogía video-tutoriales breves sobre las asignaturas cursadas en el departamento (es decir: matemáticas, física y química). Los videos buscaban resolver las cuestiones que surgían en las sesiones de tutoría de los profesores del departamento de

forma reiterada. Los video-tutoriales se realizaban mediante la captura de video de las pizarras digitales instaladas en el Campus de Villaviciosa de la Universidad Europea.

Dado que los videos llevarían el logo de la universidad y se realizarían bajo el paraguas institucional, el Departamento de Marketing de la UEM marcó los formatos y el libro de estilo en cuanto a forma, pero los contenidos quedaban bajo el criterio de los profesores que mantuvieron control total sobre la cantidad de videos producidos, su duración y las temáticas tratadas.

Pasado un año, Aula UEM se cerró. La Universidad Europea había optado por un cambio de enfoque sobre la marca institucional y las referencias en exclusiva a Madrid iban en contra de la nueva política que pretendía incluir a Madrid, Canarias y Valencia bajo una misma imagen: la Universidad Europea. Se migraron todos los contenidos de Aula UEM al nuevo canal Aula UE en 2013. A partir de entonces, hasta que se escribieron estas líneas, Aula UE¹⁶ ha ido recibiendo todo el material producido ya no únicamente por el Departamento de Ciencias sino por todos los departamentos que quisiesen utilizar el canal como portal de los video-tutoriales de sus materias. Los videos fueron ganando en calidad y acabado técnicos gracias a la creciente experiencia y pericia técnica de los profesores que lo mantienen.

A partir de enero de 2014 se decidió que Aula UE sería la plataforma ideal para alojar los videos destinados al experimento de *Flipped Learning* que se describe en este texto. Los enlaces a los video-tutoriales podían agregarse fácilmente a los campus virtuales de las asignaturas asociadas. Además,

¹⁶ <http://www.youtube.com/user/AulaUE>

aquellos estudiantes que lo desearan podían suscribirse al canal de youtube con sus cuentas de Google, recibiendo notificaciones y avisos en caso de que se subiese nuevo contenido sin necesidad de acceder primero al campus virtual. En último lugar, ya que el administrador del canal y el profesor de la asignatura eran la misma persona, las incidencias de corte técnico podrían subsanarse rápidamente.

3.1.3.2 Determinación de la duración de los vídeo-tutoriales

Para el equipo de profesores que fundó el canal Aula UEM (y posteriormente Aula UE), una de las primeras preocupaciones que surgió fue la de la duración que debían tener, idóneamente, las píldoras formativas.

Tras sondear contenidos de características similares en *youtube*, se optó por una duración media de 4 minutos por video, sin exceder en ningún momento los 10 minutos. Aunque se trató de dotar a esta decisión de rigor, en el momento de tomarla no existía aún una base de investigación relevante que pudiese servir de referencia.

A los pocos meses de la migración de Aula UEM a Aula UE, en noviembre del año 2013, Anant Agarwal, presidente de edX y Rob Rubin vicepresidente de ingeniería de edX invitaron a Philip Guo a investigar los comportamientos de los usuarios de la plataforma edX, particularmente frente a la duración de los videos. A partir de este estudio, Guo (2013), publicó sus resultados dónde recomendaba que los videos educativos no superasen los 6 minutos de duración tras un exhaustivo análisis de los hábitos de los (varios miles de) usuarios de MOOCs de la plataforma edX.

Al año siguiente, Guo (2014) publicó para la *ACM conference on Learning* un estudio titulado *“How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos”*, ahí, analizaría los resultados de 6.902.358 visionados de videos de cuatro cursos MOOC de 3 prestigiosas universidades estadounidenses. El estudio de Guo se recoge en la siguiente Tabla 35:

Tabla 35. Cursos analizados por Guo (2014) para su estudio sobre el compromiso de los estudiantes con la teleformación mediante vídeo en MOOCs.

Nombre del curso	Intro. CS & Programming	Statistics for Public Health	Artificial Intelligence	Solid State Chemistry
Institución	MIT	Harvard	Berkeley	MIT
Nº de vídeos	141	301	149	271
Estudiantes matriculados	59,126	30,742	22,690	15,281
Visionados de los vídeos	2,218,821	2,846,960	1,030,215	806,362

El curso de Harvard es de estadística universitaria aplicada al ámbito de la medicina, mientras que hay dos del ámbito de la ingeniería. En general todos son científico-técnicos. Esto permite suponer que sus recomendaciones para video-tutoriales son válidas para el caso que nos ocupa ya que aunque estén fuera del contexto MOOC, sus usuarios son de perfiles similares. Guo, aclara a su vez que los cursos fueron seguidos dentro y fuera de los Estados Unidos con lo que el sesgo que el origen de las instituciones introduce se ve atenuado.

Esto significa que la mayoría de los videos de Aula UE caían dentro de las recomendaciones de Guo y por lo tanto se continuó con el modelo inicial.

3.1.3.3 Herramientas para creación de contenidos

Los contenidos se generaron utilizando:

- Hardware:
 - Portátil LG R510 (la grabación de voz de los videos se hizo con el micrófono incorporado)
 - Pizarra digital Interwrite Board
- Software:
 - Interwrite workspace (con capturador de escritorio en video integrado)
 - Camtasia Studio 8 (software de edición de video de licencia privada)
 - Google Chrome (para la gestión de contenido en youtube)

La guía de estilo para la realización de los videos y documentación más extensa sobre hardware y software se encuentra disponible en los anexos de esta tesis.

3.1.4 Resumen de los contenidos disponibles en el Campus Virtual

Finalmente el campus virtual de aquellos grupos en los que se aplicó la metodología quedó dotado de 23 contenidos exclusivos entre videos de Aula UE y archivos suplementarios en formato PDF con resúmenes teóricos y problemas resueltos.

Posteriormente, las tablas 39 y 40 aclararán la distribución temporal de los bloques temáticos descritos a continuación en la Tabla 36.

Tabla 36. Resumen de contenidos disponibles en el campus virtual de la asignatura al finalizar el curso.

Bloque	Tipo	Nombre (cómo aparecía en el Campus Virtual)	Descripción
Modelos	video	AULA UE - An introduction to Statistical Models	Video introductorio al tema de modelos.
Modelos discretos	video	AULA UE - How the Hypergeometric model works	Video tutorial teórico-práctico que cubre un modelo.
	PDF	Hypergeometric Model	Teoría manuscrita de pizarra digital cubiendo un modelo.
	video	AULA UE - How the Geometric model works	Video tutorial teórico-práctico que cubre un modelo.
	PDF	Geometric Model	Teoría manuscrita de pizarra digital cubiendo un modelo.
	video	AULA UE - How the Binomial model works	Video tutorial teórico-práctico que cubre un modelo.
	PDF	Binomial Model	Teoría manuscrita de pizarra digital cubiendo un modelo.
	video	AULA UE - How the Poisson model works	Video tutorial teórico-práctico que cubre un modelo.
	PDF	Poisson Model	Teoría manuscrita de pizarra digital cubiendo un modelo.
	PDF	Discrete models - Summary + Extra problems	Resumen de teoría de lo tratado y algunos problemas resueltos.
Modelos continuos	video	AULA UE - How Continuous Models work	Video introductorio al tema de modelos continuos.
	video	AULA UE - How the Normal model works	Video tutorial teórico-práctico que cubre un modelo.
	PDF	Continuous models	Teoría manuscrita de pizarra digital cubiendo un modelo.
	PDF	Tables for solving continuous model problems	Tablas de consulta para la realización de problemas.
	video	AULA UE - How the Central Limit Theorem (CLT) works	Video tutorial teórico-práctico que cubre una herramienta.
	video	AULA UE - How Yate's correction of continuity works	Video tutorial teórico-práctico que cubre una herramienta.
	PDF	Central Limit Theorem	Teoría manuscrita de pizarra digital cubiendo una herramienta.
	PDF	Using Yate's Correction after applying the CLT	Teoría manuscrita de pizarra digital cubiendo una herramienta.
	PDF	Continuous Model Problems 1	Problemas resueltos de modelos continuos.
	PDF	Continuous Model Problems 2	Problemas resueltos de modelos continuos.
Inferencia	video	AULA UE - How Point and Interval Estimation works	Video tutorial teórico-práctico que cubre inferencia.
	PDF	Inference 1	Resumen de teoría de lo tratado y algunos problemas resueltos.
	PDF	Inference 2	Resumen de teoría de lo tratado y algunos problemas resueltos.

3.1.5 Características generales de la muestra

Los grupos implicados en el experimento fueron tres, como se ha mencionado anteriormente. A partir de este momento los llamaremos A, B y C atendiendo a la siguiente tabla de clasificación (Tabla 37):

Tabla 37. Clasificación de los grupos implicados en el experimento (n = nº de estudiantes matriculados).

Grupo	A	B	C	M2B	M21	M22	M23
Trimestre	2	2	3	2	3	3	3
Curso	2013/2014			2014/2015			
Tipo	<i>Flipped Learning</i>	Grupo de control	<i>Flipped Learning</i>	<i>Flipped Learning</i>	<i>Flipped Learning</i>	<i>Flipped Learning</i>	<i>Flipped Learning</i>
Grado	GII	GIM	GIM	GIM	GIM	GIM	GIM
n	28	22	35	44	22	30	9

La Tabla 38 muestra el tamaño comparado de los grupos y los clasifica según su implicación en el experimento. Cabe destacar que el grupo M21 tuvo distinto docente a los otros 6, siendo la Dra. María Vela la encargada de impartir clase en él, mientras que el resto de los grupos estuvieron a cargo de Guillermo Castilla. Ambos profesores estuvieron coordinados durante todo el desarrollo de las asignaturas, asegurando que ritmos y contenidos fuesen idénticos para poder seguir estableciendo comparativas válidas.

El grupo M23 se ha mantenido a favor de una descripción completa de la experiencia realizada durante el año académico 2014/2015 aunque su tamaño, mucho menor que el resto de grupos y pequeño desde el punto de vista de la

validez muestral para casi cualquier prueba estadística hizo que se le desestimase en muchas de las pruebas realizadas.

Tabla 38. Comparativa de tamaño muestral de todos los grupos implicados en el experimento

GRUPO	A	B	C	M2B	M21	M22	M23
Matriculados	28	22	35	44	22	30	9
Tipo	EXP 1	CONT	EXP 1	EXP 2	EXP*	EXP 2	EXP 2

EXP 1 Grupo experimental año 2013/2014

EXP 2 Grupo experimental año 2014/2015

EXP* Grupo experimental año 2014/2015 (Dra. María Vela)

CONT Grupo de control

Los grupos M21, M22 y M23 se impartieron en el tercer trimestre del curso 2014/2015, mientras que el M2B se impartió en el segundo trimestre. Esto, como se probará más adelante tuvo escasa influencia sobre su comportamiento de cara a lo que se pretende demostrar, pero es reseñable precisamente porque marcos temporales diferentes dieron lugar a resultados experimentales tan similares como los de marcos temporales iguales.

3.1.6 Análisis estadísticos utilizados

A continuación se establecerán los instrumentos estadísticos utilizados para el análisis de los datos, se comenzará por una prueba de Kolmogorov-Smirnov y luego se describirán los estadísticos descriptivos y las pruebas de contraste que se ha optado por usar.

3.1.6.1 Prueba de Kolmogorov-Smirnov

En estadística, la prueba de Kolmogorov-Smirnov (prueba K-S o KS) es una prueba no paramétrica de la igualdad de las distribuciones de probabilidad

continuas y unidimensionales que pueden utilizarse para comparar una muestra con una distribución de probabilidad de referencia (una muestra K-S), o comparar dos muestras (prueba K-S de dos muestras). Puede utilizarse por tanto para establecer la normalidad de una muestra. En el caso de estudio, todas las muestras superaron el test K-S de normalidad con lo que se pudo continuar con el resto de las pruebas estadísticas.

3.1.6.2 Estadísticos descriptivos

Para la realización del análisis descriptivo se ha optado por la utilización de ocho estadísticos clásicos que ofrecen una visión general de la distribución de los datos y que se presentan en la Tabla 39.

Tabla 39. Estadísticos descriptivos habituales.

Nombre	Descripción	Fórmula
Media	La media o promedio es la suma de todos los elementos de la distribución dividida por el número de elementos de la misma. Es una medida de centralidad que actúa como centro probabilístico del conjunto de datos. Describe eficazmente el centro en el caso de distribuciones centradas y simétricas.	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$ x_i:= elemento i de la distribución n:= número de elementos de la distribución.

Tabla 39. Estadísticos descriptivos habituales (Continuación 1)

Mediana	La mediana es el centro geométrico de la distribución: el valor de la misma que tiene tantos valores por debajo de él como por encima. Es una medida de centralidad que describe eficazmente el centro en caso de distribuciones descentradas y asimétricas. La muestra en el caso de este estudio es mayoritariamente centrada y se utilizará la media como estadístico principal. Cuando media y mediana están próximas, la distribución es centrada y simétrica, tendiendo a la asimetría cuanto más lejanas.	$\tilde{x} = \begin{cases} \frac{x_{\frac{n+1}{2}}}{2} & \text{si } n \text{ es impar} \\ \frac{x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1}}{2} & \text{si } n \text{ es par} \end{cases}$
Varianza	La varianza es una medida de dispersión que corresponde al momento central de segundo orden de la distribución. Cuanto mayor sea, mayor será la dispersión de los valores respecto a la media.	$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2}{n} - \left(\frac{\sum x_i}{n} \right)^2$
Desviación típica	La desviación típica es la raíz cuadrada de la varianza. Al igual que ésta es una medida de la variabilidad de una distribución de datos, pero resulta más operativa debido a que sus unidades son las de la variable a analizar con lo que puede utilizarse para medidas <i>grosso modo</i> como la Regla de Tchevichev¹⁷	$S_x = \left(\frac{\sum x_i^2}{n} - \left(\frac{\sum x_i}{n} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$

¹⁷ La Regla de Tchevichev establece (entre otras cosas) que en distribuciones centradas y simétricas, aproximadamente un 95% de los valores de una distribución se encontrarán siempre a dos desviaciones típicas de distancia de la media en ambos sentidos. Por lo tanto permite entender el rango y magnitudes esperados de unos datos.

Tabla 39. Estadísticos descriptivos habituales (Continuación 2)

Mínimo	Es el valor mínimo de una serie o distribución de datos.	$Min(x)$
Máximo	Es el valor máximo de una serie o distribución de datos.	$Max(x)$
Rango	Es la diferencia entre el valor máximo y el mínimo. Permite comprender la magnitud de una distribución numérica.	$R=x_{max}-x_{min}$
Cuenta	Es el número de elementos en un conjunto de datos. Se denota habitualmente con la letra n.	

3.1.6.3 Test ANOVA

El acrónimo ANOVA significa ANAlysis Of VARiance. En algunos textos en español se utiliza el acrónimo latinizado ADEVA para mantener una consistencia lingüística en el discurso, pero el uso internacional de ANOVA en publicaciones científicas en todos los idiomas han dado legitimidad al uso del acrónimo anglosajón más allá de las fronteras del país anglófono.

Según Winer et al. (1971), el análisis de varianza (ANOVA) es una colección de modelos estadísticos utilizados para analizar las diferencias entre las medias de los grupos y sus procedimientos asociados (la variación “dentro de” y “entre” los grupos), desarrollada por el biólogo estadístico y evolutivo Ronald Fisher. En el ajuste ANOVA, la varianza observada en una variable en particular se divide en componentes atribuibles a diferentes fuentes de variación. En su forma más simple, ANOVA proporciona una prueba estadística de si las medias de varios grupos son iguales o no, y por lo tanto generaliza el test t (descrito en

el siguiente epígrafe) para más de dos grupos. Como hacer múltiples test t de dos muestras se traduciría en una mayor probabilidad de cometer un error estadístico de tipo I (rechazar una hipótesis verdadera), la prueba ANOVA es útil para comparar tres o más muestras.

Para realizar el test ANOVA se utilizó el complemento de Análisis de Datos de la versión española del software Microsoft® Office Excel® 2007 (12.0.4518.1041) MSO (12. 0.4518.1041). En palabras de la ayuda del programa: “Esta herramienta realiza un análisis simple de varianza en los datos de dos o más muestras. El análisis proporciona una prueba de la hipótesis de que cada muestra se extrae de la misma distribución subyacente de probabilidades frente a la hipótesis alternativa de que las distribuciones subyacentes de probabilidades no son las mismas para todas las muestras”.

El programa permite establecer el nivel con el que se desea evaluar los valores críticos de la función estadística F que utiliza el contraste ANOVA. Habitualmente se denomina Alfa, a este nivel. El nivel Alfa es un nivel de relevancia que está relacionado con la probabilidad de que haya un error de tipo I (rechazar una hipótesis verdadera).

3.1.6.4 Test t

Según Fisher (1987) se denomina test (o prueba) t a cualquier contraste de hipótesis estadístico en la que la prueba estadística sigue la distribución t de Student si se admite la hipótesis nula. Se puede utilizar para determinar si dos conjuntos de datos son significativamente diferentes entre sí, y se aplica más comúnmente cuando la estadística de prueba seguiría una distribución normal si el valor de un término de escala en la estadística de prueba fuera conocido. Cuando el término de escala es desconocido y es sustituido por una estimación

basada en los datos, la estadística de prueba (bajo ciertas condiciones) sigue la distribución *t* de Student.

En este caso se utilizó el test *t* del complemento de Análisis de Datos de la versión española del software Microsoft® Office Excel® 2007 (12.0.4518.1041) MSO (12. 0.4518.1041).

Específicamente, se utilizó la “*Prueba t para medias de dos muestras emparejadas*”. El manual de usuario del programa la define del siguiente modo:

“Puede utilizar una prueba emparejada cuando existe un par natural de observaciones en las muestras, como cuando un grupo de muestras se somete a prueba dos veces, antes y después de un experimento. Esta herramienta de análisis y su fórmula ejecutan una prueba t de Student de dos muestras emparejadas para determinar si las observaciones realizadas antes y después de un tratamiento proceden probablemente de distribuciones con medias de población iguales. En este tipo de prueba no se supone que las varianzas de ambas poblaciones sean iguales”.

3.1.6.5 El *p*-valor

Aunque los valores de *p* (o *p*-valor) son útiles para evaluar la incompatibilidad de los datos con un modelo estadístico específico, también deben considerarse factores contextuales, como el diseño de un estudio, la calidad de las mediciones, la evidencia externa del fenómeno estudiado y la validez de los supuestos que subyacen al análisis de los datos, por eso en el estudio estadístico llevado a cabo dentro de esta tesis se va a optar por usar el cálculo

de validez de hipótesis directamente a través de los valores críticos de los intervalos de confianza además de incluir los p-valores.

3.2 FASES EXPERIMENTALES

El experimento en Flipped Learning se planteó en cuatro fases claramente diferenciadas tal y como puede observarse en la Figura 2, que se repitieron en dos cursos académicos consecutivos: 2013/2014 y 2014/2015. Estas fases fueron:

- Fase 1: Encuesta inicial.
- Fase 2: Experimento.
- Fase 3: Encuesta final.
- Fase 4: Prueba de retención a largo plazo.



Figura 2. Fases del experimento

Para todos los grupos implicados se emplearon los mismos materiales didácticos, se realizaron las mismas actividades de aula y exámenes y se siguió la misma secuencia temporal, adaptada eso sí a la variación entre la duración trimestral que ya ha sido mencionada en subsecciones anteriores.

Las primeras semanas de curso en los tres grupos se impartieron en modalidad de clase magistral, y aproximadamente a mitad de trimestre, cuando quedaban 6 semanas para concluir se introdujo la metodología Flipped Learning en los dos grupos experimentales y se continuó con clases magistrales en el caso del grupo de control. De esta manera se abrían varias posibilidades de comparativa. Por un lado los grupos experimentales podían compararse internamente antes y después de la implementación, se podía establecer una comparativa entre grupos experimentales y de control después de la implementación y por último podría estudiarse el grupo de control antes y después de la implementación para detectar si los contenidos impartidos durante esas últimas semanas podrían suponer un factor determinante en el desempeño de los estudiantes más allá de la metodología empleada.

Durante las 6 semanas del experimento, las 5 primeras se dedicaron a clases y la sexta y última fue empleada para la prueba final de evaluación (como se observará en la Tabla 41 y la Tabla 42).

La semana antes del experimento se realizó una prueba parcial en los tres grupos dónde se evaluó lo cubierto hasta la fecha dentro de la asignatura. Ponderada en un 20% sobre la calificación total de la asignatura, esta prueba serviría de baremo de comparación para la variación del desempeño académico de los estudiantes en pruebas objetivas y como comparador con la prueba final realizada al concluir el experimento.

3.2.1 Fase 1: Encuesta inicial

Antes de comenzar a aplicar la metodología, se pasó a los tres grupos una breve encuesta de 6 puntos dónde se les pedía que contestasen de forma sincera a la encuesta ya que no tendría repercusión alguna sobre su evaluación y serviría en último caso para la mejora de la calidad de la docencia en cursos siguientes. Se pretendía con esto recoger información cualitativa sobre la percepción de los estudiantes para el experimento, que combinado con el cuantitativo que se obtendría con las calificaciones de las pruebas de evaluación, ayudarían a pintar un cuadro más amplio del ámbito estudiado, permitiendo comprobar la percepción que los estudiantes implicados tenían del experimento y el grado en el que consideraban que este había influido sobre sus resultados académicos y su comprensión y retención global de los contenidos de la asignatura.

Las encuestas se realizaron de forma anónima durante el tiempo de clase en la clase siguiente a la prueba de conocimientos parcial antes mencionada. En todos los grupos se esperaba una alta asistencia pues se iba a realizar la corrección de la prueba en clase y los asistentes tendrían acceso temprano a sus calificaciones antes de que estas se publicasen en el campus virtual al día siguiente.

Los puntos del cuestionario se recogen en la Tabla 40.

3.2.2 Fase 2: Experimento

Ya se ha explicado la estructura de la asignatura tanto en contenidos como en su distribución temporal (en el contexto del curso y también semanal). Teniendo todos estos datos en mente, el experimento se diseñó siguiendo

unos parámetros modulares que permitieran que los desarrollos del grupo de control y del grupo dónde se aplicara la metodología *Flipped* se mantuviesen a la par.

Tabla 40. Puntos recogidos en el cuestionario cualitativo inicial del experimento.

Punto	Contenido del punto	1	2	3	4	5
1	Satisfacción con la forma de impartir los contenidos	Muy poco	Poco	Indiferente	Mucho	Muchísimo
2	Calidad de los contenidos	Muy poco	Poco	Indiferente	Mucho	Muchísimo
3	Tiempo de trabajo autónomo en la asignatura	Muy poco	Poco	Indiferente	Mucho	Muchísimo
4	Rendimiento percibido del tiempo dedicado	Muy poco	Poco	Indiferente	Mucho	Muchísimo
5	Percepción de la retención de contenidos	Muy poco	Poco	Indiferente	Mucho	Muchísimo
6	Percepción del conocimiento adquirido	Muy poco	Poco	Indiferente	Mucho	Muchísimo

En la Tabla 41 podrá verse la distribución por semanas que se llevó a cabo en los dos grupos iniciales, los llamados A y B. Mientras que en la Tabla 42 podrá verse la distribución por semanas que se llevó a cabo en el grupo C.

Se han utilizado una serie de abreviaturas y términos en las tablas que conviene aclarar para facilitar su comprensión:

- Se han marcado como ***intersemana*** aquellas franjas temporales de un día o más en las que hubiese un fin de semana de por medio. En este periodo los estudiantes no tienen clases y por lo tanto disponen de un abanico más amplio de configuraciones temporales para sus tareas.

- Se han marcado como ***interclase*** aquellas franjas temporales de un día o más en las que no hubiese clase de la asignatura de Estadística para la Ingeniería. Hay que tener presente que aunque no tuviesen clase de esa asignatura, estas franjas están circunscritas al horario académico semanal de los estudiantes y por lo tanto la carga temporal de actividad que se le atribuyesen debía estar medida para que el desarrollo de estas no afectase al de otras asignaturas ni viceversa.
- La abreviatura ***M. Class***, significa *Master Class*, anglicismo que quiere decir clase magistral, o clase tradicional, donde el profesor da la clase de forma activa y los estudiantes son agentes pasivos que la reciben.
- La abreviatura ***FL***, significa *Flipped Learning*, y marca la sección temporal en la que los estudiantes debían consumir los contenidos preparados para esa lección en particular.

En las tablas cada celda representa un bloque temporal que tiene adscrita una actividad en particular, estos son:

- **Encuesta inicial:** Es la encuesta descrita en el epígrafe anterior (la encuesta previa). Durante la sesión en la que se pasó esta encuesta anónima y en papel, también se hizo una corrección pública del examen parcial que había tenido lugar en la clase anterior y aquellos estudiantes interesados en saberlo podían consultar de forma privada su calificación en el mismo. Esto último ha sido una práctica habitual en años anteriores y ha demostrado ejercer un apreciable aumento en la asistencia a clase.
- **Explicación Flipped CR:** Durante esta sesión se hizo una detallada explicación de en qué consiste la metodología *Flipped Learning* y cómo se iba a aplicar en lo que restaba del curso.

- **Trabajo Personal:** Las sesiones marcadas como “Trabajo Personal” son todas aquellas en las que no hay una actividad específica adscrita pero que aun así requieren que el estudiante dedique tiempo de estudio a la asignatura.
- **Clases Magistrales:** Las sesiones marcadas como *M. Class* (descritas anteriormente) son las correspondientes a las clases magistrales, o tradicionales, de aprendizaje pasivo por parte de los estudiantes.
- **Consumo de contenidos:** Los bloques temporales marcados como FL (descritos anteriormente) indican el momento en el que los estudiantes debían consultar y consumir cada contenido específico del curso. En el campus virtual de la asignatura había una plataforma de enlaces para hacer más sencillo el acceso a los contenidos.
 - La Figura 3 recoge la disposición de los contenidos en el Campus Virtual de la asignatura para uno de los grupos.
 - El Campus Virtual estaba configurado de tal modo que los elementos necesarios para cada semana quedasen disponibles en la fecha adecuada, siguiendo la secuencia marcada por el docente durante la presentación de los contenidos.
 - Cada video tiene asociados resúmenes y complementos en formato PDF para que los estudiantes tuviesen acceso a aquellos materiales que más se adecuasen a su forma de estudio.
- **Trabajo Colaborativo:** Las sesiones marcadas como trabajo colaborativo tienen una doble naturaleza dependiendo si se producen en clase o en la interclase.

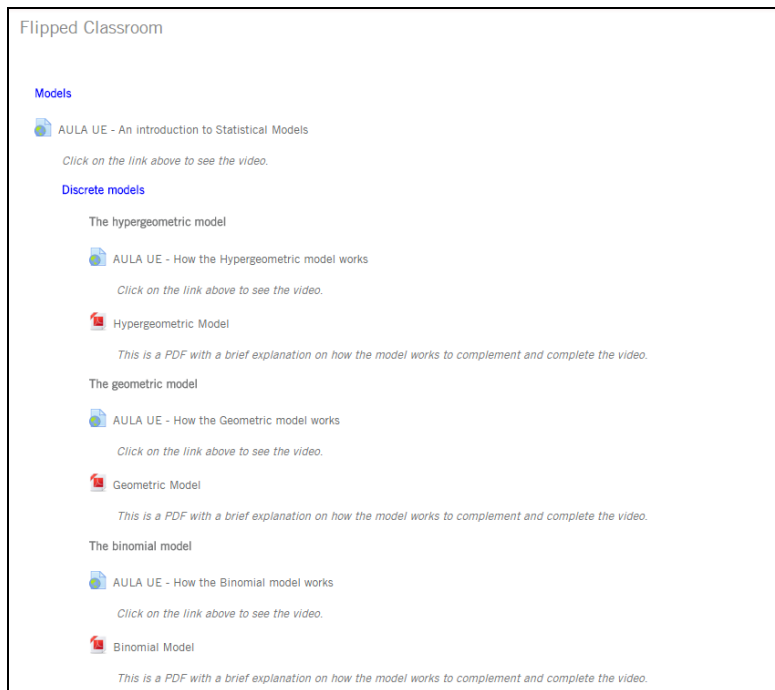


Figura 3. Captura de pantalla del campus virtual de la asignatura para el grupo C. Aquellos detalles considerados privados se han difuminado.

- **Trabajo colaborativo en clase.** En grupos de 3 (o hasta 4, si las necesidades del aula así lo requieren) los estudiantes han de resolver una serie de problemas planteados (con los enunciados disponibles en el campus virtual de forma automática desde el comienzo de la clase). Los grupos siempre han de estar formados por estudiantes distintos, solo pudiendo repetir compañero/s si ya se ha pasado por el resto de los compañeros del aula en sesiones anteriores. Se desarrolló un sencillo algoritmo para asegurar la aleatoriedad de los grupos, pero nunca se llegó a poner en práctica porque los estudiantes, proactivamente, se configuraban adecuadamente. Los problemas resueltos eran recogidos al final de la clase y evaluados consecuentemente. Cada estudiante

recibió la calificación de cada sesión y el cómputo completo de las notas supondría un 30% de la calificación final de la asignatura como se ha indicado en la Tabla 33.

- **Trabajo colaborativo en la interclase.** Esta situación únicamente se da en el grupo B y es debido a que las clases magistrales ocupan uno de los huecos disponibles para los grupos A y C. En este caso las normas aplicadas al caso anterior eran más laxas ya que por motivos de desplazamientos y comunicación, el obligar a la aleatoriedad en grupos podría complicar en exceso la logística de los estudiantes. Aun así se recomendaba el seguir la norma siempre que fuese posible. Las normas del campus virtual que se indicaban eran las siguientes:

- You may not participate in more than ONE group. (No puedes participar en más de UN grupo).
- You may not participate alone, nor with more than 4 people. Preferably not from previous team ups. (No puedes participar solo ni con más de 4 personas. Preferiblemente que no sean de equipos previos).
- You must submit a single pdf file for the whole group. (Se debe remitir un único documento en formato pdf para la totalidad del grupo).
- You must indicate the names of the members somewhere on the document. (Se deben indicar los nombres de los miembros del grupo en algún punto del documento).

Las traducciones se han incluido con espíritu aclaratorio pero, evidentemente, no se incluían en el texto original, ya que la asignatura se imparte 100% en inglés.

Dónde se indica que ha de remitirse un solo documento, se refiere al espacio habilitado a tal fin en el campus virtual.

- **Repaso + Encuesta Final:** Es la encuesta descrita en el epígrafe siguiente (La encuesta posterior). Durante la sesión en la que se pasó esta encuesta anónima y en papel, también se hizo una sesión de tutoría masiva y abierta para que los estudiantes planteasen sus dudas para el examen que tendría lugar en la clase siguiente. Esto último ha sido una práctica habitual en años anteriores y ha demostrado ejercer un apreciable aumento en la asistencia a clase.
- **Examen Final:** Esta sesión correspondería al examen final de la asignatura en el que se evalúan todos los conocimientos adquiridos hasta ese momento. El peso de esta actividad sobre la totalidad de la asignatura es del 30% (Tabla 33). El examen estaba dividido en 6 apartados independientes y calificado sobre 30 puntos. Los dos primeros apartados consistían en un test de respuesta múltiple y cubrirían los dos primeros temas de la asignatura. Hasta el tercer apartado, el contenido del examen sería análogo al de la prueba parcial. Los últimos tres apartados corresponderían a los contenidos cursados durante la segunda mitad de la asignatura. Los enunciados completos de los exámenes finales del curso 2013/2014 y 2014/2015 pueden consultarse en 7.3 ANEXO 3. ENUNCIADO PRUEBA FINAL CURSO 13/14. Y 7.4 ANEXO 4. ENUNCIADO PRUEBA FINAL CURSO 14/15.

Tabla 41. Diseño temporal del experimento a lo largo de sus 6 semanas de desarrollo para clases magistrales (Grupo B) y clases con aplicación de metodología Flipped Learning (Grupo A).

Grupos A y B	Clase previa a la semana 1	SEMANA 1		
		1ª Clase	Interclase	2ª Clase
Grupo B	Encuesta inicial	M. Class: Mod. Discretos 1	Trabajo personal	Trabajo Colaborativo 1
Grupo A	Encuesta inicial	Explicación Flipped CR	FL: Modelos Discretos 1	Trabajo Colaborativo 1
	Intersemana	SEMANA 2		
		1ª Clase	Interclase	2ª Clase
Grupo B	Trabajo personal	M. Class: Mod. Discretos 2	Trabajo Colaborativo 2	Trabajo Colaborativo 3
Grupo A	FL: Modelos Discretos 2	Trabajo Colaborativo 2	Trabajo personal	Trabajo Colaborativo 3
	Intersemana	SEMANA 3		
		1ª Clase	Interclase	2ª Clase
Grupo B	Trabajo personal	M. Class: Mod. Continuos	Trabajo Colaborativo 4	Trabajo Colaborativo 5
Grupo A	FL: Modelos Continuos	Trabajo Colaborativo 4	Trabajo personal	Trabajo Colaborativo 5
	Intersemana	SEMANA 4		
		1ª Clase	Interclase	2ª Clase
Grupo B	Trabajo personal	M. Class: Inferencia 1	Trabajo Colaborativo 6	Trabajo Colaborativo 7
Grupo A	FL: Inferencia 1	Trabajo Colaborativo 6	Trabajo personal	Trabajo Colaborativo 7
	Intersemana	SEMANA 5		
		1ª Clase	Interclase	2ª Clase
Grupo B	Trabajo personal	M. Class: Inferencia 2	Trabajo Colaborativo 8	Trabajo Colaborativo 9
Grupo A	FL: Inferencia 2	Trabajo Colaborativo 8	Trabajo personal	Trabajo Colaborativo 9
	Intersemana	SEMANA 6		
		1ª Clase	Interclase	2ª Clase
Grupo B	Trabajo personal	Repaso + Encuesta final	Trabajo personal	Examen final
Grupo A	Trabajo personal	Repaso + Encuesta final	Trabajo personal	Examen final

Bloques		
Modelos discretos 1	Modelos discretos 2	Modelos Continuos
Inferencia 1	Inferencia 2	Otros (encuestas, repaso, etc.)

Tabla 42. Diseño temporal del experimento a lo largo de sus 6 semanas de desarrollo para clases con aplicación de metodología Flipped Learning del grupo C.

Grupo C	SEMANA 1			
	1ª Clase	2ª Clase	Interclase	3ª Clase
	Encuesta inicial	Explicación Flipped CR	FL: Modelos Discretos 1	Trabajo Colaborativo 1
Intersemana	SEMANA 2			
	1ª Clase	2ª Clase	Interclase	3ª Clase
FL: Modelos Discretos 2	Trabajo Colaborativo 2	Trabajo Colaborativo 3	Trabajo personal	Trabajo Colaborativo 4
Intersemana	SEMANA 3			
	1ª Clase	2ª Clase	Interclase	3ª Clase
FL: Modelos Continuos	Trabajo Colaborativo 5	Trabajo Colaborativo 6	Trabajo personal	Trabajo Colaborativo 7
Intersemana	SEMANA 4			
	1ª Clase	2ª Clase	Interclase	3ª Clase
FL: Inferencia 1	Trabajo Colaborativo 8	Trabajo Colaborativo 9	Trabajo personal	Trabajo Colaborativo 10
Intersemana	SEMANA 5			
	1ª Clase	2ª Clase	Interclase	3ª Clase
FL: Inferencia 2	Trabajo Colaborativo 11	Trabajo Colaborativo 12	Trabajo personal	Trabajo Colaborativo 13
Intersemana	SEMANA 6			
	1ª Clase	2ª Clase	Interclase	3ª Clase
Trabajo personal	Repaso + Encuesta final	Clase de repaso	Trabajo personal	Examen final

Bloques		
Modelos discretos 1	Modelos discretos 2	Modelos Continuos
Inferencia 1	Inferencia 2	Otros (encuestas, repaso, etc.)

3.2.3 Fase 3: Encuesta final

Al igual que se hizo al comienzo del uso de la metodología, la última clase antes del examen final, que se utiliza como clase de tutoría masiva en la que se responden dudas (y que por lo tanto también era predeciblemente una clase en la que iba a haber una alta afluencia en los tres grupos), se realizó otra encuesta. El contenido de esta encuesta lo recoge la siguiente Tabla 43:

Tabla 43. Puntos recogidos en el cuestionario cualitativo final del experimento

Punto	Contenido del punto	1	2	3	4	5
1	Satisfacción con la forma de impartir los contenidos	Muy poco	Poco	Indiferente	Mucho	Muchísimo
2	Calidad de los contenidos	Muy poco	Poco	Indiferente	Mucho	Muchísimo
3	Tiempo de trabajo autónomo en la asignatura	Muy poco	Poco	Indiferente	Mucho	Muchísimo
4	Rendimiento percibido del tiempo dedicado	Muy poco	Poco	Indiferente	Mucho	Muchísimo
5	Percepción de la retención de contenidos	Muy poco	Poco	Indiferente	Mucho	Muchísimo
6	Percepción del conocimiento adquirido	Muy poco	Poco	Indiferente	Mucho	Muchísimo
7	Influencia del cambio de metodología en tu rendimiento	Muy poco	Poco	Indiferente	Mucho	Muchísimo
8	Influencia del cambio de metodología en tu retención de contenidos	Muy poco	Poco	Indiferente	Mucho	Muchísimo

En esta ocasión el contenido de la misma varió entre grupos, siendo la encuesta del grupo de control idéntica a la realizada al comienzo de la implantación de la metodología en los otros grupos, y las de los otros dos

grupos más larga en dos puntos. En estos dos puntos se hacía referencia explícita al a metodología y a la percepción de los estudiantes de la misma.

3.2.4 Fase 4: Prueba de retención a largo plazo

El establecimiento de un intervalo temporal con el que se determinaría si se había producido o no un aprendizaje a largo plazo fue uno de los principales parámetros a concretar durante el diseño del experimento, ya que es un factor directamente relacionado con la hipótesis planteada. Suponía una cuestión de capital importancia el saber a partir de qué punto se puede establecer como válido el argumento de que nos encontramos en el “largo plazo” memorístico. Es decir, establecer un rango temporal con el que poder considerar que, a partir de cierto momento, un mayor paso del tiempo no redundaba, de manera significativa, en un mayor olvido.

En "*How much do people forget?*", Thalheimer (2010) hace un recorrido histórico por la bibliografía desde el siglo XIX hasta la actualidad sobre la memoria y su funcionamiento. A lo largo de las 14 publicaciones analizadas se extraen las siguientes conclusiones:

- La capacidad de recordar datos a lo largo del tiempo varía sensiblemente de un sujeto a otro, aunque hay una serie de patrones globales que se mantienen constantes en la forma de olvidar.
- La información extraída de un texto académico se olvida con mayor rapidez si no es repasada con posterioridad.
- Si no se practica con frecuencia, un texto académico se olvida en su mayoría en pocos días y prácticamente en su totalidad en pocas semanas. De entre

todos los artículos citados, el de Jones (1925), es el que más se acerca al caso de estudio ya que los contenidos cuya retención se ensayaba eran de corte académica y los sujetos estudiantes en edad universitaria.

La tasa de olvido de contenidos en el estudio de Jones tras una semana es de un 54%, más de la mitad, con lo que se planteó un plazo más amplio, de 4 a 5 semanas para ver el efecto sobre la retención de contenidos. Ebbinghaus (1885) en su *Memory: A Contribution to Experimental Psychology*, establece que el olvido puede representarse como una función exponencial negativa (descendente) en unos ejes de porcentaje de retención frente a tiempo (ver Figura 4). Con lo que es de esperar que la mayor parte del olvido de contenidos se produzca en un tiempo corto tras su primera adquisición y que tras un descenso inicial brusco la pérdida de recuerdos sea gradualmente más lenta.

En la segunda década del siglo XXI, Averell y Heathcote (2011) y posteriormente Badiru (2015) revisitan la curva de Ebbinghaus. Estudian el olvido de las lecciones a largo plazo en estudiantes universitarios y concuerdan que el largo plazo se puede situar en el entorno de las 4 semanas desde la adquisición original de los conocimientos ya que a partir de este punto la curva alcanza una *pseudo-asíntota* que supondrá que de ahí en adelante, en aquellos conceptos que no se hayan practicado de forma asidua, la pérdida de memoria sea despreciable.

3.2.4.1 Estructura de la prueba

La prueba que se les planteó a los estudiantes para determinar su retención de los contenidos y la posible influencia de la metodología *Flipped Learning* en esta retención fue un test de 10 preguntas. El test fue idéntico para todos los estudiantes y se contestaba online mediante un cuestionario, aprovechando

que el LMS (Learning Management System) MOODLE que sirve de campus virtual a la Universidad Europea¹⁸ permite la elaboración y personalización de esta clase de actividades.

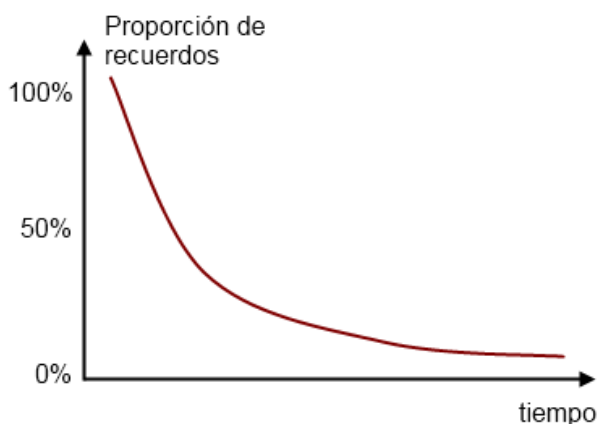


Figura 4. Croquis de una curva de olvido atendiendo a la descripción de Ebbinghaus (elaboración propia).

Se esperaron 4 semanas naturales antes de enviar la notificación de que la prueba debía realizarse. Una explicación más detallada de la prueba y su contenido se dará en la sección 4.5 LA PRUEBA DE RETENCIÓN A LARGO PLAZO del capítulo 4.

En los ANEXOS 5 y 6 de esta tesis se recogen los enunciados de la prueba tal y como los recibieron los estudiantes.

3.2.4.2 Establecimiento el tamaño muestral

Con un nivel de confianza del 95% (que es la norma por defecto en esta clase de pruebas), la inferencia estadística permite extrapolar estadísticos

¹⁸ En adelante se referirá a este LMS como Campus Virtual.

poblacionales a partir de datos muestrales. Mediante una prueba inferencial se puede determinar cuál es el tamaño muestral mínimo para que la muestra de estudiantes estudiados en el experimento sea representativa y que, por ende, el experimento sea válido¹⁹.

El intervalo de confianza (I_α) de una variable binomial que permite establecer tamaños muestrales en función de proporciones responde a la expresión:

$$I_\alpha = [I_i, I_s] = p \pm z_\alpha \sqrt{\frac{p \cdot q}{n}}$$

Dónde:

- I_α representa el intervalo de confianza, dónde con un nivel de seguridad de $1 - \alpha$ se encuentra la variable poblacional a estimar. Como se ha mencionado anteriormente, se suele considerar por defecto un valor de $1 - \alpha = 0'95$, o lo que es lo mismo, una seguridad del 95%.
- I_i representa el extremo inferior del intervalo I_α : $I_i = p - z_\alpha \sqrt{\frac{p \cdot q}{n}}$
- I_s representa el extremo superior del intervalo I_α : $I_s = p + z_\alpha \sqrt{\frac{p \cdot q}{n}}$
- z_α es la abscisa de la distribución normal estandarizada para el nivel de seguridad establecido.
- p es la proporción esperada que se plantea estimar.
- q es la proporción complementaria de p , o lo que es lo mismo: $q=1-p$
- n es el tamaño de la muestra que se ha utilizado para la estimación.

¹⁹ Lo que estadísticamente se conoce como un suceso seguro.

Se define ahora una nueva variable **d**, que llamaremos **precisión de la estimación**. Dónde d sea $d = I_s - p$, o lo que es lo mismo, es lo que se considera admisible que se pueda separar el extremo del intervalo de confianza de la proporción estimada.

$$d = I_s - p = z_{\alpha} \sqrt{\frac{p \cdot q}{n}}$$

A la luz de esta expresión se puede despejar el tamaño muestral, n, quedando:

$$n = \frac{z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{d^2}$$

Como en este experimento se va a estimar una proporción, se deben prefijar una serie de variable previamente:

- **El nivel de confianza.** Partiendo de la hipótesis de que la distribución que se maneja es de naturaleza normal, para un nivel de seguridad del 95%, la abscisa de la normal estandarizada es de valor $z=1'96$.
- **Un valor aproximado del parámetro que se desea medir (p).** Atendiendo a los resultados de la experiencia llevada a cabo en Clintondale en 2011 (Rosenberg, 2013), se espera una mejora en los resultados de los estudiantes que ronde el 30%.
- **La precisión deseada para el estudio (d):** en este caso se establece en un 10%. O lo que es lo mismo, que los límites del intervalo de confianza se encuentren entre un 20 y un 40%, a partir de todo lo establecido anteriormente.

Se utiliza entonces la expresión anterior:

$$n = \frac{z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{d^2} = \frac{1'96^2 \cdot 0'3 \cdot 0'7}{0'1^2} = 81$$

Esto determina que con 81 estudiantes se alcanza el tamaño mínimo muestral para un nivel de confianza del 95% (con una mejora esperada de en torno a un 30% (que puede descender hasta el 20% o aumentar hasta el 40% sin caer en error). Dado que la muestra de estudio es de 85 estudiantes, se puede considerar ésta estadísticamente representativa de la población de estudiantes de estadística 2º año de ingeniería del ámbito de la educación superior privada en enseñanza bilingüe en Madrid dentro del contexto del *Flipped Learning*.

3.3 TÉCNICAS DE RECOGIDA DE DATOS

La recogida de datos sistemática se realizó, como ya se ha adelantado mediante varios hitos cronológicos del curso: El trabajo individual de los estudiantes, las prueba parcial de mitad del curso, la encuesta inicial, los trabajos colaborativos realizados durante la segunda mitad del curso, la encuesta final, el examen final de curso y por último, la prueba de retención a largo plazo.

3.3.1 Trabajo individual

El trabajo individual consiste en un proyecto corto dónde los estudiantes deberán hacer gala de sus conocimientos en los temas cubiertos en los bloques 1 y 2 de la asignatura.

Los estudiantes encontrarían el enunciado incrustado en su Campus Virtual con un enlace a la actividad para que pudiesen guardar el documento resultado de su análisis.

El resultado es una nota numérica del 0 al 10 y una breve realimentación por parte del profesor en la sección de comentarios de la sección de calificaciones del Campus Virtual. Esta calificación supondrá (como se indicaba en la Tabla 33) un 20% de la calificación total del estudiante.

El enunciado del trabajo es breve. En la sección 7.8 ANEXO 8. ENUNCIADO DEL TRABAJO EN GRUPO se recoge un ejemplo de proyecto planteado durante el curso 2014/2015 en la asignatura para un grupo mixto de varias ingenierías.

3.3.2 *Prueba parcial*

La prueba parcial consiste en un examen presencial dividido en 6 partes, pudiendo estar subdivididas en secciones menores. Como se estableció en la sección 3.2 LAS FASES DEL EXPERIMENTO del capítulo 3, los enunciados de esta prueba estarán disponibles en los ANEXOS 1 y 2 de esta tesis.

El resultado es una nota numérica del 0 al 30 y una breve realimentación por parte del profesor en el espacio habilitado para comentarios de la sección de calificaciones del Campus Virtual. Esta calificación supondrá un 20% de la calificación total del estudiante.

3.3.3 *Encuesta inicial*

La encuesta inicial consiste en una tabla tipo Likert de 5 campos, graduados desde el 1 (valoración más baja) hasta el 5 (mejor valoración). Se planteaban 6 ítems descritos en la subsección 3.2.1 La encuesta previa. Esta encuesta era idéntica para los 3 grupos (A, B y C).

Las encuestas se realizaron de forma anónima durante el tiempo de clase en la sesión presencial siguiente a la del examen parcial. Las tablas fueron impresas

y presentadas físicamente a los estudiantes que tuvieron que cumplimentarlas a mano. El profesor se retiró del aula durante su cumplimentación para reforzar la voluntariedad y libertad de los estudiantes a la hora de rellenarlas. Se designó un responsable de entre los estudiantes para recoger las encuestas una vez completadas e introducirlas en un sobre que se entregó al profesor al final de la sesión. (Este proceso es idéntico al que se hacía ese mismo año para la realización de encuestas de satisfacción a los alumnos. Por tanto es un proceder conocido por los estudiantes, que no provoca distracción ni mal entendidos).

La justificación y ajuste de la escala Likert utilizada se establecerá a continuación en la subsección 3.4 USO DE ESCALAS LIKERT EN LAS ENCUESTAS.

3.3.4 Trabajo colaborativo

Los trabajos colaborativos fueron concienzudamente descritos en la subsección 3.2.2 *El experimento* del capítulo 3. Con lo que solo se describirá el tipo de datos recogidos y su cantidad.

En los grupos A y B hubo 9 trabajos colaborativos y, debido a la diferencia en la duración de los trimestres, en el grupo C hubo 13. Cada uno consistía en una serie de enunciados a resolver en equipo. A pesar de la diferencia en el número de sesiones, la cantidad y contenido de los enunciados fue idéntico para los 3 grupos siendo en total 45 enunciados repartidos entre todas las sesiones.

Al finalizar cada una de las sesiones los ejercicios planteados eran entregados al profesor. En mano en el caso de los grupos A y C o por medio de un envío digital al enlace del Campus Virtual habilitado a tal fin en el caso del grupo B.

Tras su corrección por parte del profesor, éste publicaría una nota numérica del 0 al 3 y una breve realimentación en la sección de comentarios del enlace de calificaciones del Campus Virtual.

Con todas las entregas se realizó una media que daría como resultado una nota numérica del 0 al 10. Esta calificación supone (como se indicaba en la Tabla 33) un 30% de la calificación total del estudiante.

3.3.5 Encuesta final

La encuesta final consiste en una tabla Likert de 5 campos, graduados desde el 1 (peor valoración) hasta el 5 (mejor valoración). Se planteaban 8 ítems descritos en la Tabla 41. Esta encuesta era idéntica para los grupos A y C, mientras que el grupo B (grupo de control) recibió una tabla de encuesta con los mismos 6 ítems descritos en la subsección 3.2.1.

Las encuestas se realizaron de forma análoga a lo descrito para la encuesta inicial en la subsección 3.3.3.

Como se ha indicado en la subsección 3.3.3 Encuesta inicial de este capítulo, la justificación y ajuste de la escala Likert utilizada se establecerá a continuación en la subsección 3.4 USO DE ESCALAS LIKERT EN LAS ENCUESTAS del presente capítulo.

3.3.6 Examen final

El examen final, al igual que el parcial, consiste en una prueba escrita presencial de 6 partes, pudiendo estar subdivididas en secciones menores. Como se estableció en la sección 3.2 LAS FASES EXPERIMENTALES del capítulo

3, los enunciados de esta prueba estarán disponibles en los ANEXOS 3 y 4 de esta tesis.

El resultado es una nota numérica del 0 al 30 y una breve realimentación por parte del profesor en el espacio habilitado para comentarios de la sección de calificaciones del Campus Virtual. Esta calificación supondrá (como se indicaba en la Tabla 33) un 30% de la calificación total del estudiante.

3.3.7 Prueba de retención a largo plazo

Aunque ya se ha definido el contorno de la prueba a largo plazo en la subsección 3.2.4 del capítulo 3, aquí se discutirá de forma algo más detallada su marco temporal y contenido.

Al mes (4 semanas naturales) de finalizar la asignatura los estudiantes recibieron un correo avisando de que la prueba estaría disponible durante la siguiente semana para que la realizaran cuando lo considerasen oportuno. Los estudiantes no fueron avisados de la prueba hasta el momento de recibir dicho correo (adscrito al campus virtual de la asignatura). Se les informó que no tendría ninguna repercusión en sus expedientes y que era completamente voluntaria.

Se estableció una limitación temporal de 20 minutos para minimizar el uso de material de consulta indicándose que el hacerlo dañaría los resultados del experimento con lo que se pedía a los estudiantes que se abstuviesen (alegando al hecho de que su puntuación no repercutiría en absoluto en los resultados de la asignatura). También se pidió (alegando idéntico razonamiento) que no se hiciese ninguna clase de repaso previo a la contestación para no contaminar los resultados según lo establecido

anteriormente por Averell y Heathcote (2011) y Badiru (2015) en la subsección 3.2.4 Prueba de retención a largo plazo del capítulo 3.

Se subrayó la importancia de la misma dentro del marco de un experimento académico y se agradeció la participación. La respuesta fue muy amplia: un 87% de los estudiantes que habían participado en el experimento contestaron a la prueba de respuesta de opción múltiple.

Las preguntas de respuesta de opción múltiple de la prueba a largo plazo provenían de una selección de los test realizados como parte de los exámenes parciales y finales del curso. Se alteró la redacción y el orden de las respuestas para que no influyese la familiaridad de su estructura en los resultados.

En los ANEXOS 5 y 6 de esta tesis se recogen los enunciados de la prueba tal y como los recibieron los estudiantes.

La prueba de respuesta de opción múltiple de 10 preguntas se calificaría entonces con un valor entre 0 y 10. Cada pregunta correcta supondría 1 punto de la calificación. Cada pregunta incorrecta -0.25 puntos y cada pregunta en blanco 0 puntos.

Tras su corrección por parte del profesor, éste envió a modo de cortesía los resultados de la prueba de forma individualizada a cada uno de los participantes de la misma.

3.4 DISCUSIÓN SOBRE EL USO DE ESCALAS LIKERT

Como se ha establecido anteriormente, se utilizó la escala Likert para evaluar la percepción de los estudiantes en cada uno de los ítems presentes en ambas encuestas que tuvieron que cumplimentar.

Estas encuestas buscaban dar una respuesta cualitativa a las preguntas sobre la actitud u opinión de los estudiantes frente a la experiencia que estaban teniendo en clase. Estableciendo el nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración siguiendo el esquema que plantea el propio Likert (1932) en su "*A technique for the measurement of attitudes*". Una de las variedades de la escala Likert es la escala de 5 ítems (o categorías) que va desde 1 "totalmente en desacuerdo" a 5 "muy de acuerdo". Escala que ha sido adoptada para este estudio.

Según Cohen et al. (2000) y Blaikie (2003) estos intervalos no pueden considerarse uniformemente distribuidos. Como se trata de una descripción de carácter subjetivo, declaran que no es posible establecer que existe el mismo incremento entre las respuestas 1 (muy en desacuerdo) y 2 (en desacuerdo) y las respuestas 5 (muy de acuerdo) y 4 (de acuerdo).

Son datos ordinales, y por lo tanto no pueden ser tratados como datos de intervalo o ratios. Por lo tanto, siguiendo el razonamiento de Cohen et al. (2000) y Blaikie (2003) y tal y como concluye Tomkins y Hall (2006), la medición de niveles ordinales nos da un 'orden' cuantitativo de las variables, en categorías mutuamente excluyentes, pero ninguna indicación en cuanto al valor de las diferencias entre las posiciones.

Por otra parte, Norman (2010, p.631) establece que las estadísticas paramétricas pueden usarse con datos de Likert (1932), con tamaños pequeños, con varianzas desiguales y con distribuciones no normales, sin miedo de llegar a la conclusión equivocada (*"Parametric statistics can be used with Likert data, with small simple sizes, with unequal variances, and with non-normal distributions, with no fear of coming to the wrong conclusion"*).

Partiendo de la robustez de las pruebas que establece Norman, se extrae que la validez de las conclusiones que derivan de una escala Likert es defendible incluso si no se cumplen las premisas establecidas por Cohen et al. (2000) y Blaikie (2003).

Así, siguiendo las recomendaciones de Norman, en esta tesis se han agrupado los resultados extremos de las Likert (1+2 y 4+5) para establecer diferentes categorías y sacar conclusiones a partir de las frecuencias obtenidas. Como señala Norman (2010, p.628): *"La mayoría de nosotros no deseamos ser llamados extremistas; a menudo preferimos parecer como los demás en la mayoría de los aspectos. Esto afecta a las escalas de calificación en el sentido que deseáramos evitar los dos polos en los extremos del continuo de la escala de calificación, reduciendo a todos los efectos la escala a una de tres elecciones (en una escala de cinco posiciones)"*.

4. RESULTADOS

4 RESULTADOS

El presente estudio de datos se basa principalmente en los resultados de las pruebas de evaluación parciales y finales de los distintos grupos y las comparativas internas de un grupo y entre grupos.

Dado que los resultados de cada grupo pueden estar ligados a su contexto temporal se ha intentado dejar constancia explícita de este contexto por si tuviese que considerarse a lo largo del análisis.

Como una primera aproximación a los datos que conforman las calificaciones de los estudiantes de los 3 grupos, se va a proceder a un estudio descriptivo que compare sus resultados en la prueba parcial y la prueba final.

La prueba parcial tiene lugar en unas circunstancias idénticas para los tres grupos, mientras que la prueba final tiene lugar después de que los grupos A y C hayan tenido sesiones en modalidad Flipped Learning, mientras el grupo B continúa con la lección magistral como medio principal de aprendizaje.

4.1 DATOS RECOGIDOS EN EL CURSO 2013/2014

A continuación se expondrá brevemente el origen de cada uno de los grupos de datos recogidos durante el desarrollo del experimento durante el curso 2013/2014 (Tabla 44). Se incluirá el número, tipología y circunstancias en cada caso.

Cabe indicar que lo expuesto en la Tabla 44, hace referencia todos aquellos resultados no nulos, ya que no presentados, calificaciones de 0 y encuestas mal cumplimentadas no serán consideradas en el recuento.

Tabla 44. Recogida relativa de datos en cada situación atendiendo al total de estudiantes

	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Relativos
Tipo de datos	28 estudiantes	22 estudiantes	35 estudiantes	85
Calificaciones numéricas	89%	82%	86%	86%
Calificaciones numéricas	82%	73%	77%	78%
Encuesta Likert	68%	82%	63%	69%
Calificaciones numéricas	71%	73%	80%	75%
Encuesta Likert	82%	86%	77%	81%
Calificaciones numéricas	71%	73%	97%	82%
Calificaciones numéricas	57%	64%	43%	53%

Como se estableció en la sección 3.1.6.1 Prueba de Kolmogorov-Smirnov, se sometieron todas las muestras a un test K-S de normalidad. Todas las muestras la superaron con éxito con lo que se pudo continuar con el resto de las pruebas estadísticas bajo la asunción de muestras paramétricas.

4.1.1 Calificaciones por grupos

Las calificaciones de los miembros de cada grupo se han recogido en las siguientes secciones, atendiendo a los estadísticos planteados anteriormente.

4.1.1.1 Calificaciones del grupo A

El grupo A estaba compuesto por 28 estudiantes de 2º curso del Grado en Ingeniería Informática (GII). Entre la prueba parcial y la final se implementó la metodología *Flipped Learning* en las clases a este grupo. La Tabla 45 describe sus resultados académicos en ambas pruebas:

Tabla 45. Resumen de estadística descriptiva de las calificaciones del grupo A en sus pruebas de evaluación objetivas parcial y final

Calificaciones Grupo A	Parcial	Final
Media	3,8	4,1
Mediana	3,8	4,5
Desviación típica	2,1	2,1
Varianza	4,5	4,6
Rango	8,6	7,2
Mínimo	0,1	0,8
Máximo	8,7	8,0
Cuenta	28	28

De la interpretación de los datos descriptivos cabe destacar:

- Hay una mejora en la media de las calificaciones de un 7%
- La desviación típica varía en sólo un 1% con lo que la implementación de la metodología *Flipped Learning* no parece haber incidido en una mayor variabilidad en las calificaciones.
- El rango desciende un 19% con lo cual indica que hay una disminución entre las calificaciones más altas y las más bajas.

4.1.1.2 Calificaciones del grupo B

El grupo B estaba compuesto por 22 estudiantes de 2º curso del Grado en Ingeniería Mecánica (GIM). Entre la prueba parcial y la final se continuó

impartiendo la asignatura mediante clases magistrales a este grupo. La Tabla 46 describe sus resultados académicos en ambas pruebas:

Tabla 46. Resumen de estadística descriptiva de las calificaciones del grupo B en sus pruebas de evaluación objetivas parcial y final.

<i>Calificaciones Grupo B</i>	Parcial	Final
Media	5,1	5,0
Mediana	5,8	5,9
Desviación típica	2,1	2,4
Varianza	4,4	5,9
Rango	7,1	7,5
Mínimo	1,2	0,5
Máximo	8,3	8,0
Cuenta	22	22

De la interpretación de los datos descriptivos cabe destacar:

- Hay un descenso poco apreciable, del 1%, en la media de las calificaciones. Se mantienen estables.
- La desviación típica aumenta un 14%. La distribución de calificaciones es más variable al final del curso que al comienzo. Se acentúan los polos.
- El rango aumenta en un 5% lo que indica que las diferencias entre notas extremas se han acentuado.
- La nota mínima desciende a menos de la mitad que en el parcial.
- La nota máxima desciende también.

4.1.1.3 Calificaciones del grupo C

El grupo C estaba compuesto por 35 estudiantes de 2º curso del Grado en Ingeniería Mecánica (GIM). Entre la prueba parcial y la final se implementó la

metodología *Flipped Learning* en las clases a este grupo. La Tabla 47 describe sus resultados académicos en ambas pruebas:

Tabla 47. Resumen de estadística descriptiva de las calificaciones del grupo C en sus pruebas de evaluación objetivas parcial y final.

Calificaciones Grupo C	Parcial	Final
Media	4,3	5,2
Mediana	3,8	5,6
Desviación típica	2,1	2,6
Varianza	4,2	6,6
Rango	7,2	9,1
Mínimo	1,3	0,5
Máximo	8,5	9,6
Cuenta	35	35

De la interpretación de los datos descriptivos cabe destacar:

- Hay una mejora en la media de las calificaciones de un 18%. Una cantidad relevante comparada con la de los otros dos grupos analizados.
- La desviación típica aumenta un 20%. La distribución de calificaciones es más variable al final del curso que al comienzo. Se acentúan los polos.
- El rango aumenta en un 21% lo que indica que las diferencias entre notas extremas se han acentuado.
- La nota mínima desciende a menos de la mitad que en el parcial.
- La nota máxima aumenta un destacable 11% por encima de lo recogido en el parcial.

4.1.2 Calificaciones en asignaturas de corte matemático en el año anterior

Para aportar un criterio comparativo más, se recogieron los resultados de una asignatura de corte matemático (Análisis Matemático para GII y Cálculo I para GIM) cursada por cada grupo el año anterior.

- En el GII se recogió una mejora media entre examen parcial y final del 5%.
- En el GIM se recogió una mejora media entre examen parcial y final del 6%.

Dada la movilidad de estudiantes entre grupos de una misma titulación se ha optado por incluir el resultado de GIM aunando a todos los estudiantes del curso en un solo grupo ya que hay estudiantes de los grupos B y C repartidos heterogéneamente en todos los grupos del ese curso.

4.2 TEST ESTADÍSTICOS SOBRE LAS CALIFICACIONES EN EL CURSO 2013/2014

Llegados a este punto se ha realizado un estudio sobre las calificaciones generales de los tres grupos implicados en el experimento para asegurar la consistencia de los resultados obtenidos y para comprobar si existía la posibilidad de tratar a los dos grupos experimentales como uno solo diferenciado del grupo de control.

Para poder llevar esto a cabo se optó por utilizar dos test estadísticos sencillos, el test de consistencia t y el test ANOVA de análisis de la varianza.

4.2.1 Discusión de ANOVA

A la hora de realizar el contraste de hipótesis mediante ANOVA, se utilizaron valores del parámetro de significación, alfa de 0,10; 0,05 y 0,01. Para ofrecer niveles de seguridad crecientes sobre lo contrastado. El análisis de la varianza con el criterio de 0,01 solo se utilizó en los casos en los que el criterio del 0,05 resultaba en la aceptación de la hipótesis de que cada muestra se extrae de la misma distribución subyacente de probabilidades (Hipótesis nula o H_0 , en adelante).

4.2.1.1 Anova de A y C

En primer lugar se realizó el test sobre los grupos A y C. Se partió de la hipótesis de que, a pesar de pertenecer a titulaciones diferentes GII y GIM, el uso de la metodología haría que las calificaciones de los grupos A y C pudiesen suponerse iguales y tratarse como una sola muestra (experimental).

De esta manera se realizó un test ANOVA sobre las diferencias entre pruebas parciales y finales entre los dos grupos y los resultados se incluyeron en la Tabla 48, que se observa a continuación. Los resultados resumen las medias y varianzas intergrupales y el valor del estadístico F (F de Fisher) y su valor crítico.

Tal y como se ha diseñado la comparativa, si el valor crítico de F es menor que el valor del estadístico F, significa que se puede aceptar (con un error de tipo I del 5%) que ambas muestras proceden de una misma población. En caso contrario tendría que rechazarse la hipótesis. Planteándolo desde la perspectiva del valor p, como el $p\text{-valor} = 0,184290906 > \alpha$, se acepta la hipótesis nula, H_0 (Tabla 48).

Tabla 48. Resultados del test ANOVA entre los grupos A y C (experimentales)

Grupos	Media	Varianza
A	-0,1490	0,0737
C	0,3033	0,0358
Origen de las variaciones	F	Valor crítico de la F
Entre grupos	23,1140	4,2597
Dentro de los grupos		
Resultado Fcrit<F		Se acepta H0
p-valor = 0,184290906 > α		

La prueba ANOVA entre los grupos A y C plantea que se puede considerar válida la hipótesis de que el uso de la metodología haría que las calificaciones de los grupos A y C pudiesen suponerse pertenecientes a una misma muestra, que en adelante denominaremos muestra experimental. De manera que de este punto en adelante, siempre que sea posible, **se agruparan los datos de A con los de C formando el conjunto A+C de todos los datos de grupos experimentales.**

4.2.1.2 Anova de A+C frente a B

No puede plantearse la afirmación anterior sin comprobar también que A+C frente a B resulta en un rechazo de la hipótesis de nula, con lo que no puede asegurarse que son muestras iguales a efectos de la ANOVA. Se realizó, por tanto, un nuevo contraste del conjunto de datos de A+C frente a B, resultando en lo que se resume en la Tabla 49.

En dicha tabla, mediante el análisis de intervalo de confianza, puede observarse que en este caso, $F_{crit} > F$. El análisis de probabilidad del intervalo

crítico muestra que el $p\text{-valor} = 0,00751756 < \alpha$. Ambas aproximaciones indican, por lo tanto, que se ha de rechazar la hipótesis nula, H_0 .

Esto deja abierta la posibilidad de continuar con los siguientes contrastes enfrentando el nuevo grupo A+C frente al B.

Tabla 49. Resultados del test ANOVA entre los grupos A+C y B (experimentales vs. control)

Grupos	Media	Varianza
B	0,0154	0,0574
A + C	0,1815	0,0853
Origen de las variaciones	F	Valor crítico de la F
Entre grupos	2,1314	4,1491
Dentro de los grupos		
Resultado Fcrit>F		Se rechaza H0
p-valor = 0,00751756 < α		

4.2.1.3 Reflexión sobre los nuevos grupos de contraste

Aunque ya se ha establecido en la sección 4.2.1.1, cabe destacar que tras realizar el test ANOVA, las tres muestras de partida han quedado reducidas a dos diferenciadas por la metodología empleada y no por la titulación a la que pertenecen sus estudiantes. Esto es un punto que invita a la reflexión sobre la influencia que ejerce de la forma de enseñanza frente al foro al que se enseña.

4.2.2 Discusión del Test t

Tal y como se planteó en la sección 3.1.6.4 Test t, se optó por utilizar un test t para asegurar la consistencia de los resultados dentro de cada grupo.

En las estadísticas, el concepto de consistencia, es una propiedad deseada en un conjunto de datos, ya que indica que las hipótesis planteadas sobre el

conjunto en un instante puntual podrán ser extrapolables al mismo conjunto de datos (consistente) en cualquier otro instante. En el caso de las calificaciones, nos indicaría que la implementación de la metodología no habría alterado la muestra, de forma que no se pudiesen comparar resultados de antes y después de la implementación.

Para ello, se tomaron las calificaciones del nuevo grupo A+C antes y después de la implementación. Con un parámetro de significación, alfa, del 5%, se comprobó que la mejora en las calificaciones de A+C fue consistente, como se observa en la Tabla 50. Para reforzar esta afirmación se comprobó la consistencia en la mejora de calificaciones en los grupos A y C por separado también obteniéndose idénticos resultados positivos.

Tabla 50. Resultados del test t sobre las calificaciones del grupo A+C.

Prueba de la efectividad de Flipped Classroom en la mejora de los alumnos	
t= 0,11	
talpha= -1,71	
H0: Media>0	
H1: Media<0	rechazo H ₁

Al probar el test t en los resultados del grupo B, no se observó consistencia con lo que no se puede teorizar sobre ellas desde esta perspectiva.

4.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS SOBRE LA ASISTENCIA DE LOS ESTUDIANTES

En los grupos A y C se registró una mayor asistencia a clase que en el grupo B. Se quiso estudiar este factor en la medida de lo posible para valorar otro aspecto de la implantación de la metodología Flipped Learning: su influencia sobre la motivación estudiantil y la asistencia (Maehr y Midgley, 1991; Durden y Ellis, 2003).

Se aprovechó la existencia del sistema de control de asistencia de la Universidad Europea para realizar un seguimiento de los estudiantes, y así poder considerar la influencia de la implantación sobre la asistencia.

Habiendo una evaluación adscrita a la presencialidad en las secciones de trabajo colaborativo realizadas en el aula en los grupos A y C, la correlación entre la implantación y el aumento de asistencia no se puede adscribir únicamente a un aumento en la motivación de los estudiantes.

El hecho de que la asignatura de Estadística para la Ingeniería no sea nuclear a los estudios de ninguno de los dos grados implicados, en el sentido que no trata temas de ingeniería per se, la sitúa en una posición muy particular: la de aquellas materias perimetrales y complementarias a las puramente técnicas (Cálculo, Análisis Matemático, Álgebra, Teoría de Empresa, Habilidades de Comunicación, etc.). El estudiante suele asistir con menos motivación a estas asignaturas que otras más cercanas al campo de interés que le llevó a escoger la titulación originalmente, como por ejemplo Fundamentos de la Programación para GII o Automatismos y Control para GIM.

Por este motivo, se ha realizado una comparativa respecto a la asistencia de los mismos grupos en asignaturas de corte matemático del año anterior y de naturaleza no técnica del mismo año, para tener una referencia sobre la asistencia a asignaturas de la misma naturaleza.

Dado que los grupos no son estancos de un año para otro (e incluso dentro de un mismo año académico), se puede dar la situación en la que los estudiantes de un mismo grupo no estén matriculados de las mismas asignaturas debido a convalidaciones, la existencia de repetidores, etc. Teniendo esto en cuenta no se podrán extraer conclusiones concretas respecto a la asistencia, pero si se podrá dar un contexto general de esta en el entorno de los estudiantes implicados en el experimento.

4.3.1 Tabulación de los datos de asistencia

Las tablas 51, 52 y 53 recogen el porcentaje medio de asistencia en la asignatura. La Tabla 51 recoge la asistencia media durante el desarrollo del experimento.

Tabla 51. Comparativa de asistencia media en cada uno de los grupos (A, B y C) y el grupo conjunto A+C

	Datos Asistencia (Estadística para la Ing.)			
	A	B	C	A+C
Grupo	Asistencia M21	Asistencia M22	Asistencia M21	Asistencia Flipped
Titulación	GII	GIM	GIM	GII + GIM
Media	53%	54%	64%	60%

Las Tablas 52 y 53 recogen la asistencia a asignaturas perimetrales el año anterior y el año del experimento (respectivamente) de los tres grupos.

4.3.2 Análisis de los datos

Se puede observar que hay una asistencia media en el grupo A+C un 10% superior a la del grupo B.

Comparado con el año anterior hay un claro descenso en la asistencia de los grupos A y C, y el B presenta un leve aumento. Las cifras son globalmente más bajas que en los grupos del experimento.

Tabla 52. Comparativa de asistencia media en cada uno de los grupos A, B y C a asignaturas de la misma naturaleza durante el curso anterior al experimento.

Grupo	A	B	C
	Asistencia M21	Asistencia M22	Asistencia M21
Asignatura	Análisis Matemático	Cálculo I	Cálculo I
Titulación	GII	GIM	GIM
Media	47%	59%	54%

Tabla 53. Comparativa de asistencia media en cada uno de los grupos A, B y C a asignaturas de la misma naturaleza durante el curso en el que se desarrolló al experimento

Grupo	A	B	C
	Asistencia M21	Asistencia M22	Asistencia M21
Asignatura	Habilidades de Gestión Empresarial y Directivas	Fundamentos de Organización de Empresa	Fundamentos de Organización de Empresa
Titulación	GII	GIM	GIM
Media	49%	50%	58%

Comparado con las asignaturas del mismo año que el experimento, se puede observar que el índice de asistencia es mucho más similar a lo registrado el año anterior que a lo registrado durante la asignatura de Estadística para la Ingeniería. Esto puede indicar una mayor implicación con estadística, sobre todo en los grupos A y C, debido a la implementación de *Flipped Learning*. Aunque como ya se ha recogido, no se puede afirmar ningún tipo de correlación debido a que los grupos no son estancos a lo largo de las tres asignaturas de las que se han recogido datos de cada uno.

4.4 DISCUSIÓN DE ENCUESTAS EN EL CURSO 2013/2014

A continuación se va a presentar el desglose de datos recabados durante las encuestas iniciales y finales y su subsiguiente análisis.

4.4.1 Resultados generales de las encuestas

La Tabla 54, recoge la proporción de respuestas obtenidas en ambas encuestas. Como las encuestas se realizaron durante días clave del desarrollo del curso, la proporción de asistencia es muy alta (relativa a las medias de asistencia presentadas en la subsección anterior 4.4.2.2 *Tabulación de los datos de asistencia*), comprendida entre un 63 y un 86%.

Tabla 54. Proporción de respuestas obtenidas en ambas encuestas en los tres grupos.

Grupo	Encuesta	n	Encuestados	Ratio	¿Cuándo?
A	Primera encuesta	28	19	68%	Tras Prueba Parcial
	Segunda Encuesta	28	23	82%	Antes de Examen Final
B	Primera encuesta	22	18	82%	Tras Prueba Parcial
	Segunda Encuesta	22	19	86%	Antes de Examen Final
C	Primera encuesta	35	22	63%	Tras Prueba Parcial
	Segunda Encuesta	35	27	77%	Antes de Examen Final

Cada una de las siguientes tablas que se presentan desglosa en porcentajes relativos al total de participación las respuestas a cada uno de los valores de Likert de los 6 u 8 ítems (dependiendo de la encuesta).

4.4.2 Resultados generales por grupo y encuesta

La siguiente sección recoge los resultados generales de cada una de las encuestas. A pesar de que el análisis ANOVA nos permite tratar de forma conjunta a ambos grupos experimentales, se va a proceder primero a un análisis por grupo para poder observar de forma pormenorizada las respuestas de los estudiantes. Posteriormente, durante el análisis descriptivo ítem a ítem, ya se tratarán ambos grupos experimentales como a uno solo.

4.4.2.1 Grupo A – Encuesta inicial

La Tabla 55 recoge los resultados relativos de la encuesta inicial realizada al grupo experimental A (Se han destacado en verde los valores relativos de respuesta más altos para cada ítem). Se observa que la respuesta global es positiva, particularmente en cuanto a la impartición, la calidad de los contenidos y la auto-percepción de la adquisición de conocimientos por parte de los estudiantes.

Los encuestados se mostraron más indiferentes (aunque globalmente de forma más positiva que negativa) frente al tiempo de dedicación a la asignatura y el rendimiento que percibían que obtenían de ese tiempo. El rendimiento es dónde la indiferencia es más marcada. Quizá al tratarse de clases magistrales, el rendimiento que un estudiante puede sacarle a su tiempo de trabajo autónomo es más constante habiendo menos diferencias de asignatura a asignatura. Dependiendo menos del profesor que de la

metodología aplicada ya que el estudiante está habituado a esta forma de trabajar.

La auto-percepción de la retención de contenidos es entre indiferente y positiva. Aquí puede tener mayor influencia el docente y su estilo de clase magistral. La estructura que el docente haya dado a sus contenidos y lo pautado de su impartición pueden influir en la retención de forma más marcada que la metodología utilizada para su impartición.

Tabla 55. Resultados relativos por respuesta de la encuesta inicial del grupo A (experimental).

		Escala Likert				
		1	2	3	4	5
Encuesta inicial A	1. Satisfacción con la forma de impartir los contenidos	0%	5%	26%	21%	47%
	2. Calidad de los contenidos	0%	0%	11%	42%	47%
	3. Tiempo de trabajo autónomo en la asignatura	0%	5%	37%	32%	26%
	4. Rendimiento percibido del tiempo dedicado	0%	5%	42%	26%	26%
	5. Percepción de la retención de contenidos	5%	5%	32%	32%	26%
	6. Percepción del conocimiento adquirido	5%	5%	21%	21%	47%
	Matriculados	28				
	Encuestados	19				
	Relativo	68%				

4.4.2.2 Grupo A – Encuesta final

La Tabla 56 recoge los resultados relativos de la encuesta final realizada al grupo experimental A (como en el caso anterior, se han destacado en verde los valores relativos de respuesta más altos para cada ítem).

Los resultados globales son positivos, si bien cabe destacar que las puntuaciones en los ítems que recogen la satisfacción y la calidad de los contenidos pasan de una predominancia de 5 a una de 4. Esto puede deberse

al cambio de metodología. Los contenidos multimedia seguían la misma estructura que los de las clases magistrales y habían sido realizados por el mismo profesor, pero el cambio de enfoque puede haber desplazado un tanto a los estudiantes fuera de su “*zona de confort*”, estando satisfechos, pero no tanto como frente a una situación más familiar.

La valoración del tiempo de trabajo autónomo y la auto-percepción de la retención de contenidos mejoran destacablemente. Esto puede deberse a la mayor estructura que se le da al tiempo fuera del aula, dónde este es más pautado y enfocado que en las clases magistrales. Al ser estudiantes aún muy jóvenes, de 19 años de media, el orientar el tiempo de trabajo autónomo de forma tan clara ayuda a que sean más eficaces, lo que tal vez se traduzca en este aumento de satisfacción.

Tabla 56. Resultados relativos por respuesta de la encuesta final del grupo A (experimental).

		Escala Likert				
		1	2	3	4	5
Encuesta final A	1. Satisfacción con la forma de impartir los contenidos	0%	4%	22%	43%	30%
	2. Calidad de los contenidos	0%	0%	17%	43%	39%
	3. Tiempo de trabajo autónomo en la asignatura	0%	4%	22%	48%	26%
	4. Rendimiento percibido del tiempo dedicado	0%	4%	13%	35%	48%
	5. Percepción de la retención de contenidos	4%	0%	13%	39%	43%
	6. Percepción del conocimiento adquirido	0%	0%	17%	43%	39%
	7. Influencia del cambio de metodología en tu rendimiento	0%	4%	9%	39%	48%
	8. Influencia del cambio de metodología en tu retención de contenidos	0%	0%	13%	48%	39%
	Matriculados	28				
	Encuestados	23				
	Relativo	82%				

La percepción del conocimiento adquirido se inclina de la indiferencia hacia la opinión favorable. Quizá debido a que la realización de tareas colaborativas dentro del aula favorece el diálogo, la discusión y la reflexión sobre los contenidos dentro de cada grupo de trabajo, lo que repercute directamente en la comprensión del estudiante sobre el tema tratado.

La influencia del experimento es globalmente muy positiva sumando las puntuaciones de 4 y 5 un 87%, tanto en su influencia sobre el rendimiento, como en su influencia en la retención de contenidos. Aunque más adelante se estudiará de forma más pormenorizada, es interesante que globalmente un cambio tan importante en la metodología como es *Flipped Learning* haya tenido una acogida tan buena.

4.4.2.3 Grupo B – Encuesta inicial

La Tabla 57 recoge los resultados relativos de la encuesta inicial realizada al grupo de control B. Se han destacado en verde los valores relativos de respuesta más altos para cada ítem.

Los resultados globales en este grupo muestran una predominancia de valoraciones de 4 en todos los ítems. La satisfacción con todos los aspectos del curso parece homogénea, más incluso que en los grupos experimentales.

Destaca, como el peor resultado de los analizados hasta el momento, el 17% de estudiantes del grupo B que perciben como desfavorable la auto-percepción del conocimiento adquirido. No hay una explicación evidente para este resultado más que una posible peculiaridad del grupo ya que al tratarse de la encuesta inicial, el mismo ítem responde a la misma experiencia para los tres grupos y en A y C no se observa una desviación desfavorable en el ítem 6.

Tabla 57. Resultados relativos por respuesta de la encuesta inicial del grupo B (control).

		Escala Likert				
		1	2	3	4	5
Encuesta inicial B	1. Satisfacción con la forma de impartir los contenidos	0%	6%	11%	50%	33%
	2. Calidad de los contenidos	0%	6%	11%	44%	39%
	3. Tiempo de trabajo autónomo en la asignatura	6%	0%	11%	50%	33%
	4. Rendimiento percibido del tiempo dedicado	6%	0%	11%	50%	33%
	5. Percepción de la retención de contenidos	0%	6%	28%	39%	28%
	6. Percepción del conocimiento adquirido	0%	17%	22%	33%	28%
	Matriculados	22				
	Encuestados	18				
	Relativo	82%				

4.4.2.4 Grupo B – Encuesta final

La Tabla 58 recoge los resultados relativos de la encuesta final realizada al grupo de control B. Se han destacado en verde los valores relativos de respuesta más altos para cada ítem.

La satisfacción con la forma de impartir los contenidos continuó siendo globalmente positiva, aunque en menor medida que en el ecuador de la asignatura. Esto puede deberse a un proceso de desgaste natural que suele darse en los estudiantes a lo largo del curso donde los rendimientos y moral decaen ligeramente a medida que avanzan las semanas debido a la carga de trabajo paulatinamente mayor. Aun así, no se trata de una variación muy pronunciada, por lo que no se tiene por significativa y se explica por el desgaste mencionado.

La percepción de la calidad de los contenidos también es globalmente positiva, aunque el número de estudiantes que se manifestaron indiferentes a ella aumentó respecto a la encuesta inicial. Al igual que ocurre en el caso anterior,

los estudiantes llegan a habituarse a un estilo y formato de contenidos y van mostrando menos entusiasmo por estos a medida que se establecen como estándar.

Tabla 58. Resultados relativos por respuesta de la encuesta final del grupo B (control).

		Escala Likert				
		1	2	3	4	5
Encuesta final B	1. Satisfacción con la forma de impartir los contenidos	0%	11%	11%	42%	37%
	2. Calidad de los contenidos	0%	0%	21%	37%	42%
	3. Tiempo de trabajo autónomo en la asignatura	5%	0%	16%	53%	26%
	4. Rendimiento percibido del tiempo dedicado	5%	0%	21%	42%	32%
	5. Percepción de la retención de contenidos	0%	16%	26%	26%	32%
	6. Percepción del conocimiento adquirido	0%	16%	32%	26%	26%
	Matriculados	22				
	Encuestados	19				
	Relativo	86%				

En los ítems 3, 4 y 5 se observa el mismo patrón: resultados globalmente positivos pero con una ligera migración hacia valores centrales. La calidad de la docencia y los contenidos que pueden haber sido factores dinamizadores durante la primera mitad de la asignatura probablemente se hubiesen convertido a estas alturas en parte de la rutina de los estudiantes, amortiguando (ligeramente) lo positivo de la impresión inicial.

El ítem 6 es el único que desciende de puntuación de forma sustancial. A final de curso, los estudiantes que no hubiesen llevado un estudio autónomo sistemático podrían verse abrumados por la acumulación de conceptos a los que deberían hacer frente en la prueba final. Pudiéndose explicar así el resultado de este ítem.

4.4.2.5 Grupo C – Encuesta inicial

La Tabla 59 recoge los resultados relativos de la encuesta inicial realizada al grupo de experimental C. Se han destacado en verde los valores relativos de respuesta más altos para cada ítem.

Tabla 59. Resultados relativos por respuesta de la encuesta inicial del grupo C (experimental).

		Escala Likert				
Encuesta inicial C		1	2	3	4	5
	1. Satisfacción con la forma de impartir los contenidos	5%	5%	23%	23%	45%
	2. Calidad de los contenidos	0%	5%	5%	36%	55%
	3. Tiempo de trabajo autónomo en la asignatura	0%	5%	23%	32%	41%
	4. Rendimiento percibido del tiempo dedicado	5%	5%	45%	32%	14%
	5. Percepción de la retención de contenidos	0%	9%	27%	18%	45%
	6. Percepción del conocimiento adquirido	5%	5%	18%	27%	45%
	Matriculados	35				
	Encuestados	22				
	Relativo	63%				

En este caso los resultados son globalmente muy positivos salvo por el ítem 4, que muestra una mayoría de indiferencia. Cabe destacar que el grupo C era el que presentaba mejores resultados académicos de forma global, tanto en los datos recogidos del año anterior como durante el experimento. Las clases fueron bien acogidas desde un primer momento, pero lo exigente de la materia que obligaba a un mayor esfuerzo para mantener unos resultados altos puede ser la razón del pico del ítem 4.

4.4.2.6 Grupo C – Encuesta final

La Tabla 60 recoge los resultados relativos de la encuesta final realizada al grupo de experimental C. Se han destacado en verde los valores relativos de respuesta más altos para cada ítem.

Tabla 60. Resultados relativos por respuesta de la encuesta final del grupo C (experimental).

Escala Likert		1	2	3	4	5
Encuesta final C	1. Satisfacción con la forma de impartir los contenidos	7%	11%	19%	37%	26%
	2. Calidad de los contenidos	0%	4%	7%	33%	56%
	3. Tiempo de trabajo autónomo en la asignatura	0%	0%	11%	30%	59%
	4. Rendimiento percibido del tiempo dedicado	4%	0%	33%	26%	37%
	5. Percepción de la retención de contenidos	0%	4%	19%	15%	63%
	6. Percepción del conocimiento adquirido	0%	0%	7%	22%	70%
	7. Influencia del cambio de metodología en tu rendimiento	4%	4%	11%	37%	44%
	8. Influencia del cambio de metodología en tu retención de contenidos	0%	4%	15%	44%	37%
	Matriculados	35				
	Encuestados	27				
	Relativo	77%				

La acogida de la metodología *Flipped Learning* puede considerarse buena, aunque la satisfacción global con la forma de impartir los contenidos desciende de un nivel de 5 a un nivel de 4.

4.4.3 Gráficos sectoriales de análisis de encuestas

En esta sección se realizará un análisis más pormenorizado (ítem a ítem) de los resultados de las encuestas. Para facilitar su lectura y según lo establecido en la sección 3.4 USO DE ESCALAS LIKERT EN LAS ENCUESTAS del capítulo anterior

los resultados de 1 y 2 y de 4 y 5 se han unido para formar tres únicas secciones: Desfavorable (1 y 2), Indiferente (3) y favorable (4 y 5).

4.4.3.1 Análisis del ítem 1: Satisfacción con la forma de impartir los contenidos

La Figura 5 presenta un desglose visual del primer ítem de las encuestas.

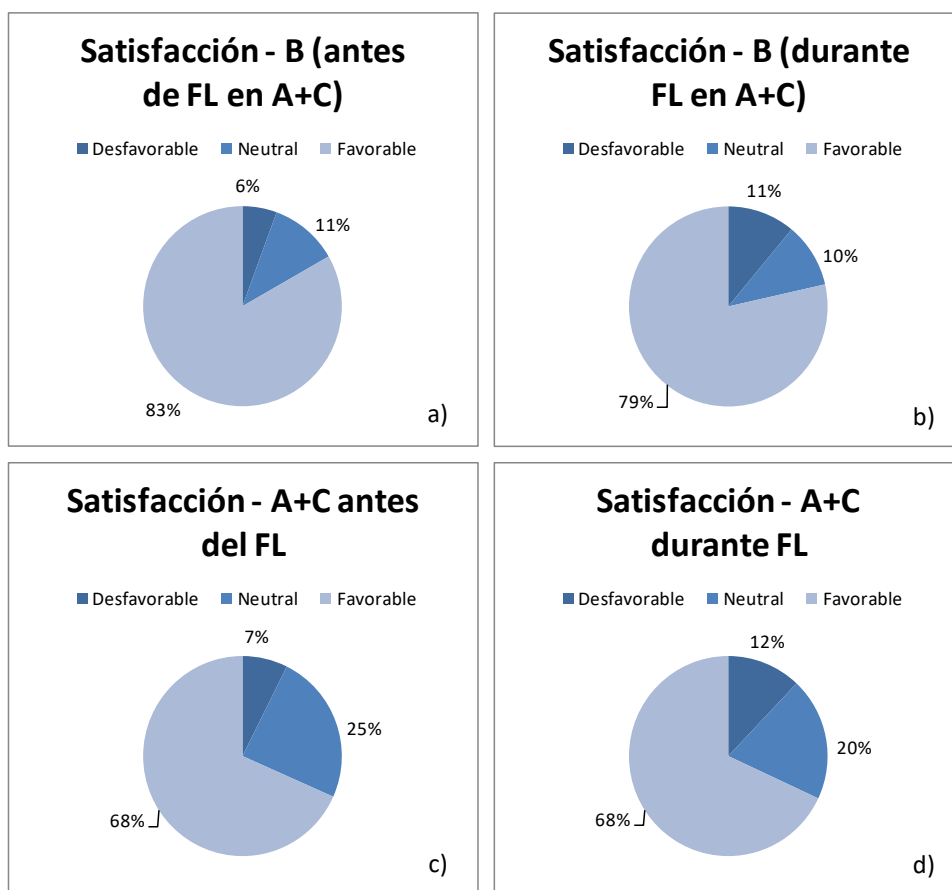


Figura 5. Ítem 1 en el grupo B en la 1ª Encuesta (a). Ítem 1 en el grupo B en la 2ª Encuesta (b). Ítem 1 en el grupo A+C en la 1ª Encuesta (c). Ítem 1 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta (d)

En cuanto al análisis de la satisfacción de la formación impartida en el grupo B podemos observar que, a medida que va avanzando el curso, hay una peor

percepción de la satisfacción por el alumnado, en base a que a medida que avanza el curso los contenidos van siendo más complejos y se va acusando una fatiga debido al paso del tiempo (Figura 5).

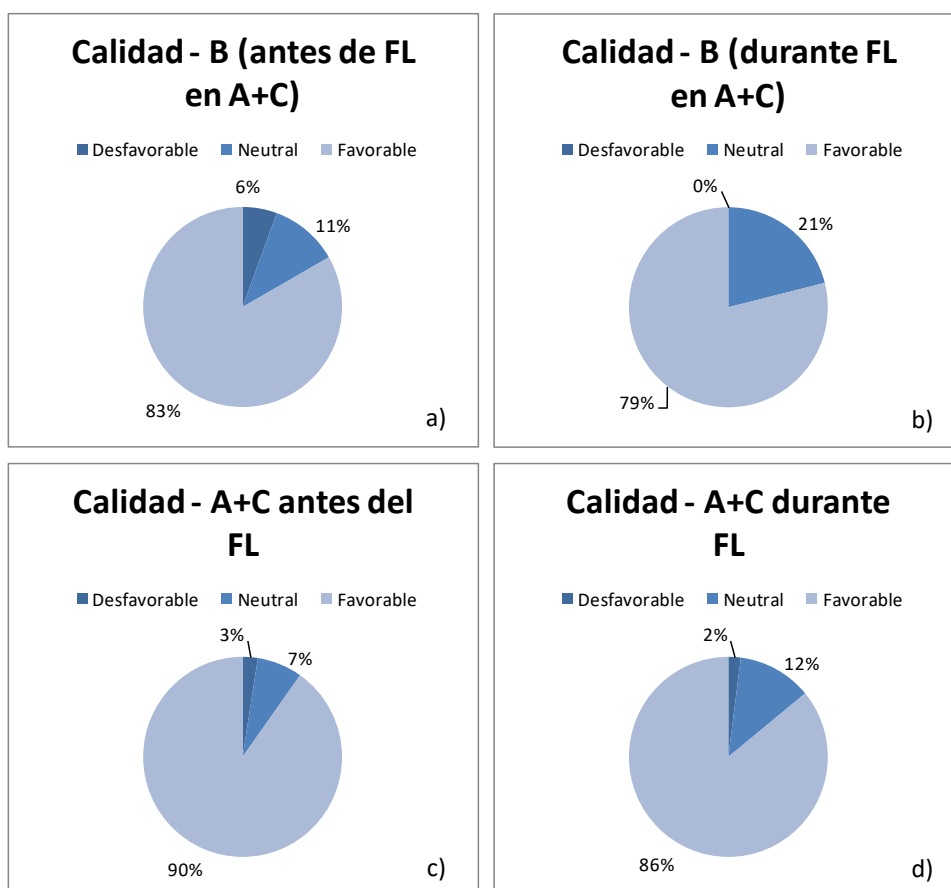


Figura 6. Ítem 2 en el grupo B en la 1ª Encuesta (a). Ítem 2 en el grupo B en la 2ª Encuesta (b). Ítem 2 en el grupo A+C en la 1ª Encuesta (c). Ítem 2 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta (d).

Si analizamos estos mismos resultados en los grupos A y C vemos que se produce una variación similar en las valoraciones, si bien éstas van de la percepción neutra a desfavorable (Figura 5). Este movimiento en las valoraciones puede estar motivado por la oposición a los cambios en las

inercias educacionales de la muestra, ya que es aventurable que pueda haber una oposición mental al cambio de las rutinas inicialmente instauradas.

4.4.3.2 Análisis del ítem 2: Calidad de los contenidos

Analizando la percepción de la calidad de la formación en el grupo de control se observa una tendencia positiva de la misma, desapareciendo la desfavorable en el transcurso del curso y aumentando la valoración neutral. En este aspecto la estructuración de los contenidos y la adecuación al método didáctico del profesor puede afectar a esta evolución.

La Figura 6 presenta un desglose visual del segundo ítem de las encuestas.

4.4.3.3 Análisis del ítem 3: Tiempo de trabajo

En el análisis del tiempo de trabajo comienza a verse una divergencia entre los resultados de la encuesta con ambas metodologías (Figura 7).

Es necesario aclarar que, en esta escala, puntuaciones desfavorables significan un mayor empleo de tiempo en el trabajo y, en contrapartida, favorables significan un menor tiempo de trabajo en las clases prácticas en comparación con otras asignaturas técnicas prácticas.

Si bien en el grupo de control continúa produciéndose un movimiento de las puntuaciones desfavorables y favorables a las neutras en tanto el curso se va finalizando (igual que en los resultados de análisis de satisfacción y calidad), observando los resultados de los grupos A y C se produce una mejora en la percepción del tiempo de trabajo empleado, disminuyendo las valoraciones negativas y neutras y, como consecuencia, aumentando las favorables hasta en un 16% (Figura 7).

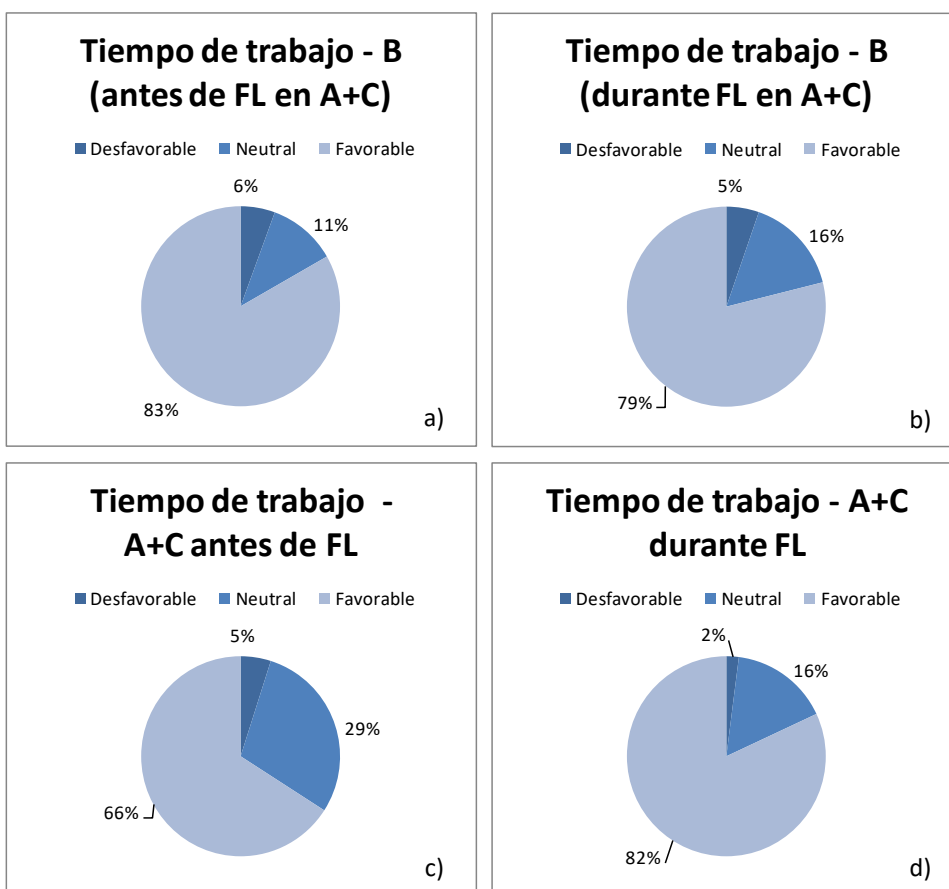


Figura 7. Ítem 3 en el grupo B en la 1ª Encuesta (a). Ítem 3 en el grupo B en la 2ª Encuesta (b). Ítem 3 en el grupo A+C en la 1ª Encuesta (c). Ítem 3 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta (d).

El hecho de que haya una preparación teórica previa a la clase práctica y la puesta en común de lo estudiado en las clases de trabajo colaborativo hacen que el tiempo de trabajo disminuya en valor absoluto de manera sustancial, como bien se muestra en los resultados obtenidos.

4.4.3.4 Análisis del ítem 4: Rendimiento percibido del tiempo dedicado

La Figura 8 presenta un desglose visual del cuarto ítem de las encuestas.

Consecuentemente al anterior análisis, la percepción del rendimiento del tiempo empleado se estructura de desfavorable si es bajo y favorable si es alto (Figura 8).

Tal y como se viene dando en el grupo de control, se continúan dando desviaciones de valoraciones desfavorables y favorables hacia las neutras con el devenir del curso (Figura 8). Como bien se ha indicado anteriormente, el avance del mismo produce en los estudiantes cansancio, que unido a la complejidad de los contenidos produce los resultados descritos.

Aquí se vuelve a producir una divergencia entre los grupos de control y experimentales, ya que con el avance del curso la percepción del rendimiento del tiempo de trabajo en los segundos aumenta de forma significativa.

Gracias al trabajo previo de los estudiantes la efectividad en las horas de trabajo colaborativo se mejora sensiblemente, ya que al estudio personal previo se suma que la tormenta de ideas que se da en estas horas de colaboración entre alumnos son mucho más creativas, llegando a la resolución de estos trabajos en un menor tiempo.

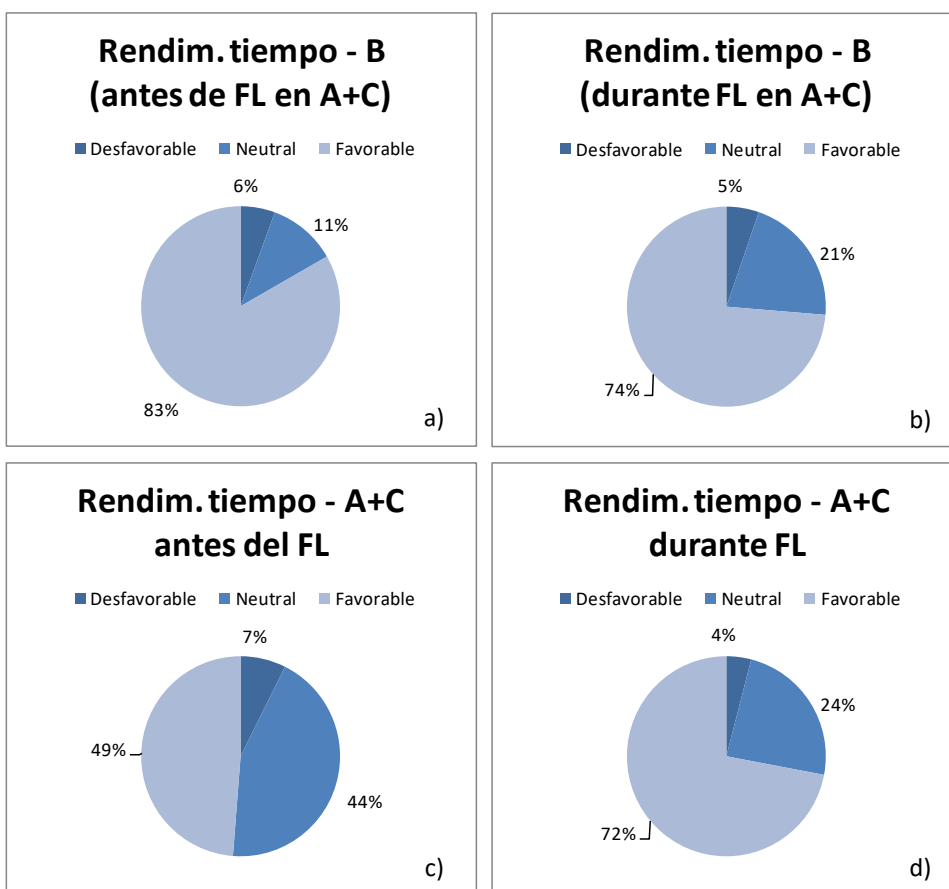


Figura 8. Ítem 4 en el grupo B en la 1ª Encuesta (a). Ítem 4 en el grupo B en la 2ª Encuesta (b). Ítem 4 en el grupo A+C en la 1ª Encuesta (c). Ítem 4 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta (d).

4.4.3.5 Análisis del ítem 5: Percepción de la retención de contenidos

El ítem 5 de la encuesta (Percepción de la retención de contenidos) (Figura 9) planteaba a los estudiantes que puntuasen su percepción sobre su capacidad para recordar los contenidos, la impresión que estos habían dejado en ellos.

El grupo B, de control, muestra una caída del 10% de percepción favorable a desfavorable entre el ecuador y el final de curso. Esto puede deberse a varias razones: bien que al final de curso la reflexión se hace sobre el total de los

contenidos y, por tanto, al ser mayor el contenido la capacidad de recordar partes específicas disminuye; o bien que los contenidos de la segunda mitad de la asignatura, al contrario que los de la primera mitad, no se cubren en ningún caso en estadios educativos anteriores (ESO o Bachillerato), con lo que su retención es menor por no tener un sustrato previo de conocimiento en el que asentarse.

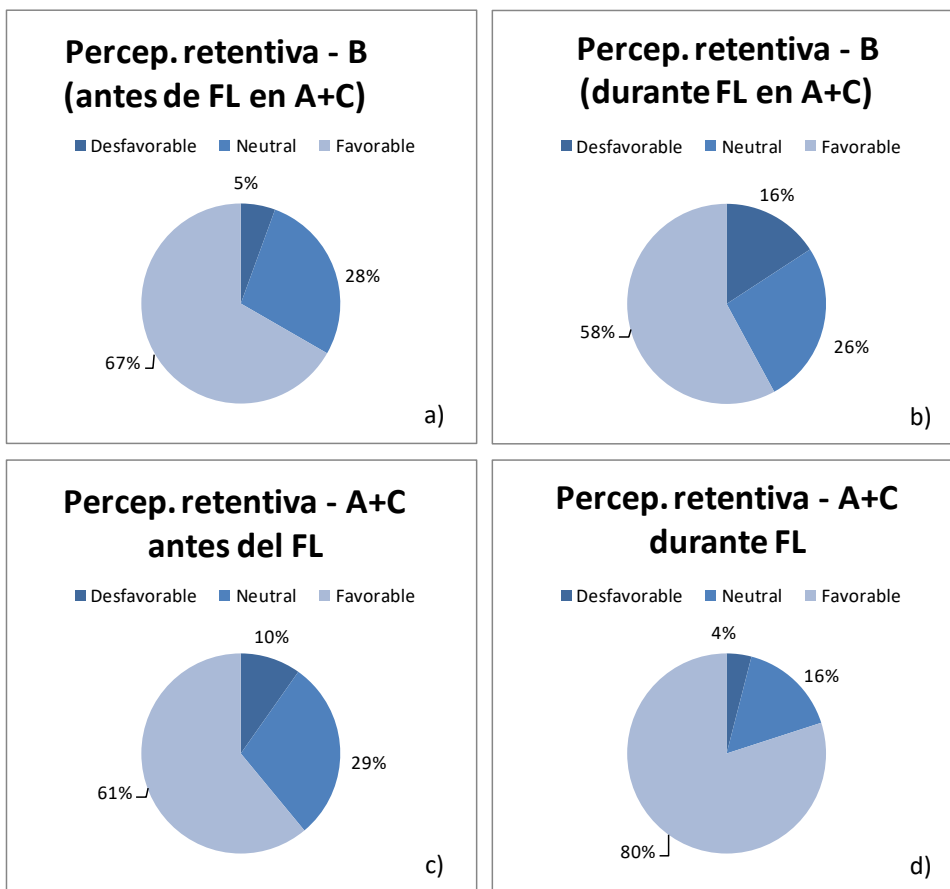


Figura 9. Ítem 5 en el grupo B en la 1ª Encuesta (a). Ítem 5 en el grupo B en la 2ª Encuesta (b). Ítem 5 en el grupo A+C en la 1ª Encuesta (c). Ítem 5 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta (d).

La Figura 9 presenta un desglose visual del quinto ítem de las encuestas. Los resultados de los grupos experimentales A+C, son similares a los del B en la primera fase. Esto era esperable ya que los contenidos y la situación de partida eran idénticos para los tres grupos. Los resultados de la encuesta final, sin embargo, se inclinan en un 10% a favor de opiniones favorables (disminuyendo de las desfavorables). Esto puede deberse a que la metodología incide en una práctica continuada (con evaluaciones constantes) a lo largo las semanas, permitiendo un mayor asentamiento y contextualización de conceptos.

4.4.3.6 Análisis del ítem 6: Percepción del conocimiento adquirido

La Figura 10 presenta un desglose visual del sexto ítem de las encuestas.

El ítem 6 de la encuesta (Percepción del conocimiento adquirido) (Figura 10) planteaba a los estudiantes que cuantificasen su percepción sobre cuanto habían aprendido a lo largo de la asignatura. En el grupo de control (B) hay una disminución de en torno a un 10% de opiniones favorables a favor de neutrales. Esto puede estar relacionado con los resultados del ítem 5, ya que en la encuesta final, el grupo B parece haber manifestado una disminución general de su valoración de los contenidos. Al final de curso, las pruebas finales de todas las asignaturas suelen realizarse en una sola semana, semana en la cual se pasaron estas encuestas. El cambio en los ritmos de trabajo y estrés de los estudiantes al enfrentarse a estas pruebas pueden haber sido factores influyentes en los resultados de las encuestas. Unido a que al final del curso todos los contenidos ya habrían sido cubiertos con lo que su visión de la asignatura como un todo les permitiría hacer una valoración más completa que cuando sólo se había completado la primera mitad (que como se ha mencionado, tiene contenidos vistos en ESO y Bachillerato).

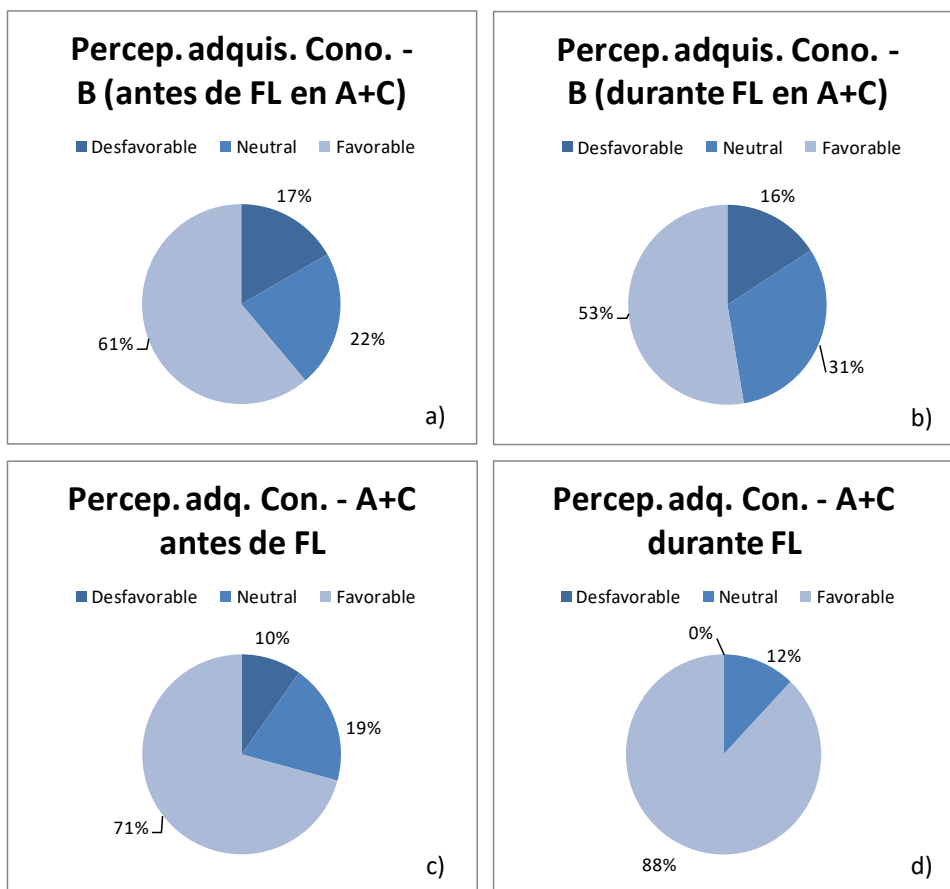


Figura 10. Ítem 6 en el grupo B en la 1ª Encuesta (a). Ítem 6 en el grupo B en la 2ª Encuesta (b). Ítem 6 en el grupo A+C en la 1ª Encuesta (c). Ítem 6 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta (d).

4.4.3.7 Análisis del ítem 7: Influencia del cambio de metodología en tu rendimiento

Los resultados del ítem 7 de la encuesta (Influencia del cambio de metodología en tu rendimiento) muestran que la metodología era percibida como favorable o muy favorable respecto al sistema tradicional por cerca de un 85% de los estudiantes mientras que un 6% la consideraban de forma desfavorable (Figura 11).

Es inevitable algún grado de descontento con cambios metodológicos en la docencia, especialmente cuando suponen un incremento en la carga de trabajo diaria del estudiante. En el caso estudiado, un 84% a favor y un 10% indiferente al cambio, posicionan la metodología *Flipped Learning* (entendida en el contexto de éste experimento) como una opción a tener en cuenta si se busca una buena acogida por parte del alumnado (Figura 11).

La Figura 11 presenta un desglose visual del séptimo ítem de la encuesta final.

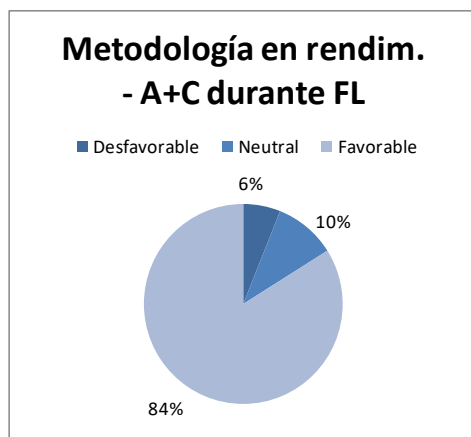


Figura 11. Ítem 7 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta

4.4.3.8 Análisis del ítem 8: Influencia del cambio de metodología en tu retención de contenidos

El ítem 8 de la encuesta (Influencia del cambio de metodología en tu retención de contenidos) buscaba recoger información similar a la del ítem 5 (Percepción de la retención de contenidos) pero refiriéndola específicamente a la metodología (Figura 12).

Los resultados son similares a los del ítem 7, con un porcentaje aún menor de percepciones desfavorables.

La inclusión de este ítem estaba directamente relacionada con el tema principal de la tesis que es la influencia del *Flipped Learning* en el aprendizaje a largo plazo. La encuesta recogería la percepción (subjetiva) del estudiante y la prueba escrita presentaría evidencias objetivas sobre la influencia del cambio de metodología.

La Figura 12 presenta un desglose visual del octavo ítem de la encuesta final.

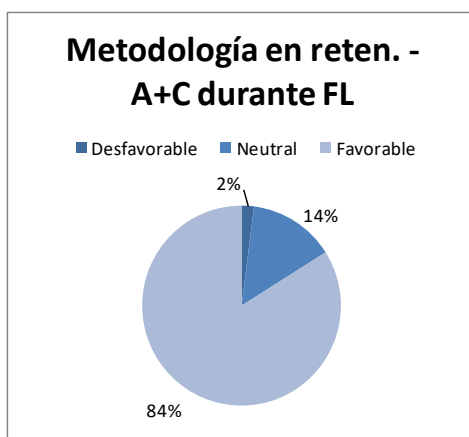


Figura 12. Ítem 8 en el grupo A+C en la 2ª Encuesta

4.5 LA PRUEBA DE RETENCIÓN A LARGO PLAZO EN EL CURSO 2013/2014

La prueba de retención a largo plazo es una pieza clave del experimento ya que será la forma en la que se comprueba la validez de la hipótesis fundamental de la presente tesis doctoral: ¿afecta la metodología *Flipped Learning* de forma positiva a la retención de conocimientos a largo plazo?

La prueba se realizó a cuatro semanas naturales de finalizar la prueba final y por tanto el curso.

Como se describió en la sección 3.2.4 Fase 4: Prueba de retención a largo plazo del capítulo 3, la prueba que se les planteó a los estudiantes para determinar su retención de los contenidos y la posible influencia de la metodología *Flipped Learning* en esta retención fue un test de 10 preguntas. El test fue idéntico para todos los estudiantes y se contestaba online mediante un cuestionario de MOODLE.

Cuatro semanas naturales tras concluir el curso, se envió una notificación avisando que la prueba estaba disponible en el Campus Virtual de la asignatura y que podía realizarse²⁰.

4.5.1 Los resultados de la prueba

Las pruebas a largo plazo presentaron porcentajes de participación bajos. Muy bajo en el caso de los grupos experimentales, para los cuales solamente hubo un 44% -28 estudiantes- de respuesta (frente a un 64% -14 estudiantes- por parte del grupo de control). La voluntariedad de la prueba y el plazo temporal limitado pudieron ser factores influyentes en este hecho.

Los resultados muestran una mejora de la retención (un 83%) por parte de los grupos experimentales frente al grupo de control, cuando se comparaban los resultados de las calificaciones finales con las calificaciones de las pruebas a largo plazo.

²⁰ Una explicación más detallada de la prueba y su contenido se ha presentado ya en la subsección 4.6 PRUEBA DE RETENCIÓN A LARGO PLAZO del presente capítulo.

En la Tabla 61 se denomina “% Olvido” al promedio de las fracciones en tanto por uno de calificaciones en la prueba a largo plazo (Notas prueba LP) frente a las calificaciones finales de cada estudiante de la muestra (Nota final).

Tabla 61. Resultados de la prueba a largo plazo en los grupos B y A+C

Grupo	B	A+C
% de participación	63,64%	44,44%
Nota final	4,70	4,07
Nota prueba LP	4,10	3,88
% Olvido	57,88%	10,28%

Los datos son insuficientes como para poder afirmar nada más allá de lo ocurrido con los grupos en sí, pero en el siguiente capítulo se ampliará la muestra experimental en más de 100 elementos. Así, se podrá tener una visión mucho más holgada de la influencia de la metodología en el aprendizaje a largo plazo.

4.6 ANÁLISIS DE DATOS RECOGIDOS EN EL CURSO 2014/2015

En un intento por ampliar la muestra experimental y poder comprobar la hipótesis de mayor retención a largo plazo cuando se implementa *Flipped Learning*, el curso siguiente al del experimento original, 2014/2015 se amplió la experiencia a cuatro grupos más tal y como se indicó en la sección 3.1.5 Características generales de la muestra. En este caso los grupos se ampliaron a 190 estudiantes involucrados en el experimento.

Con objeto de caracterizar los grupos y compararlos en función de su nivel académico, la Tabla 62, Tabla 63, Tabla 64 y Tabla 65 SE recogen por un lado

los datos correspondientes a las actividades individuales y prueba parcial (que conforman el bloque evaluativo de antes de la implementación) y por otro las actividades evaluables entregadas durante las sesiones de *Flipped Learning* y el Examen final (que conforman el bloque evaluativo posterior a la implementación).

Es importante subrayar que los resultados académicos de la asignatura (valorados sobre 10) no son brillantes. Precisamente, la implementación de *Flipped Learning* en esta materia buscaba paliar la desmotivación por la elevada tasa de fracaso en convocatoria ordinaria. El único aspecto transversal que puede observarse a primera vista es el hecho de que los resultados de las actividades realizadas durante las sesiones *Flipped Learning* son mucho mejores que otras pruebas evaluadas del curso. A falta de un análisis concreto, se puede especular que esto se debe a la buena acogida que los estudiantes demostraron hacia la metodología y el cambio de aproximación a la hora de afrontar los problemas de una forma colaborativa. El nivel académico de estas actividades fue idéntico al del examen final, aunque los resultados de este fuesen, por lo general, peores.

La Tabla 65 incluye los resultados del M21, cuya instrucción estuvo a cargo de otro profesor, la Dra. Vela.

Tabla 62. Resumen de resultados académicos del grupo M2B del experimento ampliado.

Guillermo Castilla						
Grupo		M2B	Grado		GIM	2014/2015
Actividad Individual		Prueba Parcial	Examen Final	Sesiones Flipped Learning	Nota final	
20%		20%	30%	30%		
Media:	4,3	3,8	4,9	7,9	5,8	
Presentados:	44	44	40	44	40	

Tabla 63. Resumen de resultados académicos del grupo M22 del experimento ampliado.

	Guillermo Castilla						
	Grupo		M22	Grado		GIM	2014/2015
	Actividad Individual	Prueba Parcial	Examen Final	Sesiones Flipped Learning	Nota final		
	20%	20%	30%	30%			
	Media:	7,9	4,7	3,9	9,0	5,0	
Presentados:	28	26	26	26	26		

Tabla 64. Resumen de resultados académicos del grupo M23 del experimento ampliado.

Guillermo Castilla						
Grupo		M23	Grado		GIM	2014/2015
Actividad Individual		Prueba Parcial	Examen Final	Sesiones Flipped Learning	Nota final	
20%		20%	30%	30%		
Media:	8,0	4,4	3,1	9,2	4,2	
Presentados:	7	7	7	7	7	

Tabla 65. Resumen de resultados académicos del grupo M21 del experimento ampliado.

María Vela						
Grupo		M21	Grado		GIM	2014/2015
Actividad Individual		Prueba Parcial	Examen Final	Sesiones Flipped Learning	Nota final	
20%		20%	30%	30%		
Media:	5,4	3,4	3,4	5,8	4,5	
Presentados:	22	22	22	22	22	

4.7 DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL CURSO 2014/2015

Cuando se han discutido los resúmenes de resultados de los grupos de la ampliación del experimento, se han planteado los resultados de todas las pruebas evaluables de cada curso. En la presente sección lo que se pretende presentar es la comparativa de datos descriptivos antes y después de la implementación de *Flipped Learning*. Para ello se han comparado la prueba parcial y la calificación final de la asignatura.

Las calificaciones finales, como es evidente, incluyen los resultados de la prueba parcial y los resultados del examen final, con lo que pueden servir de indicador de la evolución del desempeño de los estudiantes a lo largo del curso.

En la Tabla 66, desde su desempeño inicial medio de un 3,8 sobre 10, los estudiantes del grupo M2B, el mayor de los analizados con 44 integrantes lograron una mejora media del 41%. Las desviaciones son cercanas, con lo que es improbable que se trate de una mejora sesgada, sino como grupo.

Se puede destacar que la calificación mínima es de 0 puntos que se otorga a los no presentados a las pruebas. Eliminando estos resultados, las medias

crecen ligeramente, quedado en 4,2 y 5,9 respectivamente, pero la mejora media observada continúa siendo del 41%, con lo que el efecto de ese 9,1% de no presentados es poco relevante.

Tabla 66. Comparativa resumen de estadística descriptiva antes y después de la implementación de la metodología Flipped Learning en el grupo M2B del experimento ampliado.

M2B			
<i>Prueba Parcial</i>		<i>Nota final</i>	
Media	3,75	Media	5,27
Mediana	4	Mediana	5,90
Desviación típica	2,18	Desviación típica	2,39
Varianza	4,75	Varianza	5,71
Rango	9,4	Rango	9,82
Mínimo	0	Mínimo	0
Máximo	9,4	Máximo	9,82
Cuenta	44	Cuenta	44

En la Tabla 67, desde su desempeño inicial medio de un 4,1 sobre 10, los estudiantes del grupo M22, el segundo en tamaño de los analizados con 28 integrantes lograron una mejora media del 6%. Las desviaciones son cercanas, con lo que es improbable que se trate de una mejora sesgada, sino como grupo.

De nuevo, la calificación mínima es de 0 puntos se otorga a los no presentados a las pruebas. En esta ocasión el porcentaje de no presentados roza el 20%, con lo que puede suponer un impacto más relevante que en el M2B. Aun así, se mantiene la mejora media del 6% eliminando estos resultados.

Tabla 67. Comparativa resumen de estadística descriptiva antes y después de la implementación de la metodología Flipped Learning en el grupo M22 del experimento ampliado.

M22			
<i>Prueba Parcial</i>		<i>Nota final</i>	
Media	4,10	Media	4,34
Mediana	4	Mediana	3
Desviación típica	3,02	Desviación típica	2,76
Varianza	9,11	Varianza	7,61
Rango	10	Rango	9,6
Mínimo	0	Mínimo	0
Máximo	10	Máximo	9,6
Cuenta	30	Cuenta	30

La Tabla 68 describe los resultados del grupo M23. El menor de los grupos analizados en esta segunda ronda de implementaciones. En el M23 el descenso de un 3% en la media no puede ser considerado significativo ya que el recuento muestral es de únicamente 9, quedando en 7 si se eliminan los no presentados. Al igual que en los casos anteriores, incluso eliminando los no presentados del recuento, el descenso medio sigue en el 3%.

La Tabla 69 describe los resultados del grupo M21 cuya docencia corría a cargo de la Dra. María Vela. Sin embargo, la coordinación de la asignatura estaba dirigida por Guillermo Castilla, con lo que tiempos y pruebas fueron medidos acordes a las exigencias del experimento de forma que los resultados fuesen comparables como parte de la muestra general y como un primer caso de implementación por parte de otro docente.

La mejora media en el M21 alcanzó un 32%, con únicamente un no presentado, que baja la cuenta total a 21 y no afecta el resultado comparado global (al igual que sucedía en los casos anteriores).

Tabla 68. Comparativa resumen de estadística descriptiva antes y después de la implementación de la metodología *Flipped Learning* en el grupo M23 del experimento ampliado.

M23			
<i>Prueba Parcial</i>		<i>Nota final</i>	
Media	3,40	Media	3,30
Mediana	3	Mediana	3
Desviación típica	2,70	Desviación típica	2,62
Varianza	7,30	Varianza	6,87
Rango	7	Rango	7,64
Mínimo	0	Mínimo	0
Máximo	7	Máximo	7,64
Cuenta	9	Cuenta	9

Tabla 69. Comparativa resumen de estadística descriptiva antes y después de la implementación de la metodología *Flipped Learning* en el grupo M21 del experimento ampliado.

M21			
<i>Prueba Parcial</i>		<i>Nota final</i>	
Media	3,42	Media	4,52
Mediana	3,2	Mediana	5,28
Desviación típica	2,91	Desviación típica	2,75
Varianza	8,49	Varianza	7,55
Rango	8,3	Rango	8,33
Mínimo	0	Mínimo	0
Máximo	8,3	Máximo	8,33
Cuenta	22	Cuenta	22

4.8 PRUEBA A LARGO PLAZO EN EL CURSO 2014/2015

A continuación se analizarán los resultados de la prueba a largo plazo en todos los grupos del experimento ampliado que dirigió Guillermo Castilla. Con estos resultados, se realizarán dos pruebas ANOVA para cerciorar que el grupo experimental A+C y los grupos M2B y M21 puedan considerarse iguales y que forman parte de una sola muestra experimental, y sin embargo el grupo B (control) no.

4.8.1 *La prueba a largo plazo en los nuevos grupos experimentales*

La Tabla 70 contiene los datos de las pruebas a largo plazo de los grupos M2B, M22 y M23. Se deseaba comprobar que la retención a largo plazo era consistente con lo observado en el grupo A+C.

Al igual que en el capítulo de análisis de datos, se denomina “% **Olvido**” al promedio de las fracciones en tanto por uno de calificaciones en la prueba a largo plazo (**Notas prueba LP**) frente a las calificaciones finales de cada estudiante de la muestra (**Nota final**).

De nuevo, el tipo de prueba planteada para el largo plazo era idéntica en formulación y estructura respecto a las pruebas evaluadas a las que se habían enfrentado los estudiantes a lo largo del curso.

El test consistía en 10 preguntas de respuesta múltiple.

Tabla 70. Resultados de las pruebas a largo plazo para los grupos M2B, M22 y M23.

Grupo	A+C	GRUPO M2B (GIM) Curso 14/15	GRUPO M22 (GIM) Curso 14/15	GRUPO M23 (GIM) Curso 14/15
% de participación	44,44%	65,91%	46,43%	44,44%
Nota final	4,07	5,79	5,01	4,24
Nota prueba LP	3,88	5,52	6,18	3,98
% Olvido	10,28%	13,06%	5,69%	84,62%

El de por sí muy reducido grupo M23, tuvo una participación del 44,44%, lo que supondría un total de 4 estudiantes. El “% Olvido” que presenta es muy elevado y aunque la distorsión que esto supone para los datos globales es insignificante, se ha optado por no incluir a este grupo en los cálculos globales de la prueba a largo plazo para respetar unas dimensiones mínimas de 15 estudiantes por grupo.

El grupo B, tuvo un 63,64% de participación y el “% Olvido” llegó al 57,88%. La Tabla 71 recoge la comparativa entre los grupos finalistas y plantea los promedios globales, ponderados según el número de estudiantes participantes en cada caso.

La participación media es de poco más de la mitad pero con la ampliación de los grupos de la repetición del experimento, en el curso 2014/2015, aún se mantiene un nivel superior al establecido como mínimo en el diseño del experimento (la participación en la prueba asciende a 105 estudiantes de grupos experimentales y 22 del grupo de control).

El “% de Olvido” se mantiene en el entorno del 10 % y un test-t de consistencia reveló que esto podía afirmarse con un Error del Tipo I del 1%.

Tabla 71. Resultados de las pruebas a largo plazo para los grupos A+C, M2B y M22 con promedios totales.

Grupo	A+C	GRUPO M2B (GIM) Curso 14/15	GRUPO M22 (GIM) Curso 14/15	Promedios
% de participación	44,44%	65,91%	46,43%	51,09%
Nota final	4,07	5,79	5,01	4,66
Nota prueba LP	3,88	5,52	6,18	4,62
% Olvido	10,28%	13,06%	5,69%	10,48%

La prueba indicaba que el nivel de retención es consistente para la muestra planteada. Suponiendo un resultado algo más de 4 veces mejor que el que se recoge de la clase magistral. Sin embargo esto sólo no es suficiente para afirmar el éxito de la prueba. Con lo que se plantearon los test ANOVA descritos en el subepígrafe anterior para asegurar que no sólo es un resultado consistente sino que es coherente entre muestras.

La Tabla 72 recoge un resumen de todos los datos utilizados en la prueba ANOVA de los grupos dónde se realizó la implementación de *Flipped Learning*.

Tabla 72. Participación en la prueba a largo plazo de los 4 grupos experimentales.

GRUPO	A	C	M2B	M22	Total	Participación
Matriculados	28	35	44	30	137	51,09%
Participación LP	14	14	29	13	70	

4.8.2 Test ANOVA de coherencia entre implementaciones

La Tabla 73 recoge los resultados de la primera prueba ANOVA, que compara los resultados de la prueba a largo plazo del grupo A+C del experimento original con el grupo B, de control. El resultado del test con un error de Tipo I estándar del 5% rechaza la hipótesis nula H_0 , con un p-valor=0,009506, estableciendo que los grupos A+C y B son distintos a efectos de la prueba ANOVA. Por lo tanto no puede considerarse que compartan atributos muestrales comunes.

Tabla 73. Resultados del test ANOVA entre el grupo A+C y el B.

Grupos		Media	Varianza
A+C		-0,1	0,05
B		-0,58	1,36
Origen de las variaciones	F	F crítica	p-valor
Entre grupos	4,45	4,23	0,009506
Dentro de los grupos			
Para alfa del 5%	F>Fcrit:		Rechazo H0

La Tabla 74 recoge los resultados de la primera prueba ANOVA, que compara los resultados de la prueba a largo plazo del grupo A+C del experimento original con los grupos M2B y M22 del experimento ampliado. El resultado del test con un error de Tipo I estándar del 5% acepta la hipótesis nula H_0 , tanto para el análisis de intervalos críticos representado en la Tabla 75 como en la lectura del p-valor=0,090571 $> \alpha$.

Estableciéndose, por tanto, que los grupos A+C, M22 y M2B son muestras iguales a efectos de la prueba ANOVA y por tanto pueden considerarse un único conjunto experimental.

Tabla 74. Resultados del test ANOVA entre el grupo A+C, M2B y M21.

Grupos		Media	Varianza
A+C		-0,1	0,05
M2B		-0,13	0,1
M21		-0,06	0,04
Origen de las variaciones	F	F crítica	p-valor
Entre grupos	0,35	3,17	0,090571
Dentro de los grupos			
Para alfa del 5%	F<Fcrit:		Acepto H0

Atendiendo al hecho de que las condiciones de contorno del experimento limitan su generalización a un área muy pequeña, se puede seguir corroborando que la hipótesis planteada se cumple (respetando dichas limitaciones).

5. CONCLUSIONES

5 CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del presente capítulo se irán atendiendo la hipótesis de partida y cada uno de los objetivos planteados de forma individualizada para concluir en qué grado se han cumplido. Sin embargo, la conclusión que general que se puede extraer de la implementación de *Flipped Learning* en la enseñanza de la Estadística para la Ingeniería en educación superior privada española es que ha sido bien recibido por parte de los estudiantes tanto a nivel motivacional como a nivel académico.

Las encuestas apuntan a una satisfacción alta por parte de los estudiantes en todos los aspectos de la implementación. El cuerpo docente lo consideró una experiencia positiva pero expresó una serie de premisas que se deberían tomar en cuenta en el futuro.

La hipótesis original que se planteó fue la siguiente:

Se considera que el uso de la metodología activa *Flipped Learning* puede tener una influencia positiva sobre la retención a largo plazo de los estudiantes de ingeniería en una materia de corte matemático como es la estadística y en el contexto de la universidad privada española.

Tras lo escrito en estas páginas, particularmente lo expuesto en los capítulos 3 y 4, se puede afirmar que la hipótesis era correcta al menos en el área particular de la Estadística aplicada a la Ingeniería, aunque no resulta aventurado que en otras materias de desarrollo similar como lo son las otras de corte matemático los resultados serían análogos.

La metodología *Flipped Learning* supone un seguimiento mucho más continuado de la asignatura que lo que supondrían las clases magistrales. Esta adquisición y asentamiento de conocimientos paulatino, favorece que lo aprendido arraigue en la memoria de los estudiantes y que se produzca un efecto positivo sobre su retención de conocimientos a largo plazo.

5.1 CONCLUSIONES A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Objetivo nº 1. Establecer un contexto y una evolución de la metodología *Flipped Learning* para entender si se adecuaba a las necesidades de la hipótesis planteada.

Se han analizado sus antecedentes en las últimas tres décadas del siglo XX y su aparición y crecimiento en los comienzos del siglo XXI. Como se señaló en el capítulo de estado de la cuestión, *Flipped Learning* ya tiene un largo y consistente desarrollo en educación secundaria y su uso en educación superior gana fuerza día tras día. Si bien la correlación entre retención a largo plazo de conocimientos y la metodología no se había estudiado de forma explícita, su impacto sobre rendimientos académicos si ha sido bien estudiada. Podría suponerse que a la mejora de la calidad del aprendizaje, seguiría una mejora de la retención a largo plazo. En el contexto de este experimento, así ha sido.

Objetivo nº 2. Diseñar un experimento que permita estudiar la hipótesis planteada de forma científica, secuencial y controlada. Pudiendo contrastar la influencia de la implantación de la metodología con la no implantación de la misma.

El experimento se diseñó y realizó sin contratiempos, dando lugar a datos comparables y una guía comprensiva para reproducirlo en el futuro en ésta y otras áreas de conocimiento. El grupo de control utilizado en la primera fase se utilizó también en la segunda, dónde continuaba siendo válido. Si bien lo ideal hubiese sido poder contar con un grupo de control propio en la repetición del experimento en el curso 2014/2015, esto hubiese supuesto privar a uno de los grupos del uso de la metodología. En esta fase todos los grupos pertenecían a la misma titulación (Grado en Ingeniería Mecánica) y podría ser un agravio comparativo, debido a que en el ciclo anterior se había comprobado su efecto positivo sobre las calificaciones globales.

Objetivo nº 3. Estudiar los datos recogidos del experimento y analizarlos de forma objetiva mediante herramientas estadísticas de probada validez.

De cara a realizar el análisis de los datos recogidos se utilizaron herramientas descriptivas y test de hipótesis habituales, como el test-t y el ANOVA. Se consideró el uso de herramientas más sofisticadas, pero la cantidad de datos y la configuración de los mismos las desestimó en favor de las ya mencionadas por su mayor robustez y lectura más clara.

Objetivo nº 4. Comprobar los resultados mediante la reiteración de las condiciones experimentales por parte de otros docentes.

La primera fase experimental tuvo lugar durante el curso 2013/2014, el segundo ciclo experimental que buscaba comprobar los resultados del primero se realizó durante el curso 2014/2015, en las mismas condiciones y utilizando

iguales tiempos, herramientas, tipologías de evaluación y contenidos a los del año anterior.

Los datos extraídos de la repetición del experimento fueron analizados mediante un ANOVA para comprobar su coherencia con los de los grupos experimentales del primer ciclo, obteniéndose un resultado estadísticamente positivo. Con lo que se puede considerar que los resultados de un grupo tendrán más en común atendiendo a la metodología utilizada que a la titulación u otros aspectos formales.

En la repetición del experimento durante el curso 2014/2015, un grupo, el M23, se apartó de las comparativas porque debido a su reducido tamaño y resultados muy dispares no podía considerarse en igualdad de condiciones experimentales con el resto y sus resultados hubiesen introducido atípicos al análisis.

Objetivo nº 5. Comprobar si efectivamente existe influencia del uso de una metodología *Flipped Learning* en el aprendizaje a largo plazo de asignaturas de corte matemático de estudiantes del ámbito de la educación superior privada en enseñanza bilingüe en Madrid

Como se ha señalado en el segundo epígrafe de este capítulo, la metodología *Flipped Learning*, a falta de aumentar el tamaño muestral e introducir variaciones para afinar las variables medidas, tiene una influencia palpable y positiva sobre el aprendizaje a largo plazo de asignaturas de corte matemático de estudiantes del ámbito de la educación superior privada en enseñanza bilingüe en Madrid.

Objetivo nº 6. Recoger las conclusiones del proceso, análisis y resultados.

Este documento es prueba del cumplimiento de este objetivo y se pretende que sirva no solo de testimonio de la realización del experimento o de análisis de sus resultados, sino como guía para futuras implementaciones en ésta y otras áreas de conocimiento.

5.2 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Si bien es cada vez más frecuente encontrar casos de experimentación con *Flipped Learning* en educación superior, en 2013, cuando se comenzó el primer ciclo experimental de esta tesis, aún se trataba de una *rara avis*. La cuidada descripción de las fases del experimento, de los datos recogidos y de su análisis tienen por objeto futuros trabajos que permitan continuar estudiando esta metodología de forma sistemática:

1. Ampliar el estudio a otras asignaturas de matemáticas.
2. Ampliar a otras áreas no matemáticas, o a otras universidades, a otros países, a otros campos de estudio que no sean ingeniería.
3. Repetir el estudio varios años, para detectar tendencias y obtener datos de panel.
4. Modificar los materiales utilizados en las sesiones *Flipped Learning* para ver el grado de correlación de los mismos con los resultados.

Con todo, *Flipped Learning* ha demostrado ser un campo de estudio muy adecuado para la experimentación y sólo resta continuar alentando y

participando en el desarrollo de la misma para que cobre una mayor calidad, motivación y satisfacción entre la comunidad de estudiantes en el futuro.

5.3 RECOMENDACIONES PARA FUTURAS IMPLEMENTACIONES DE FLIPPED LEARNING

1. *Flipped Learning* es una metodología compleja de implementar. Requiere planificación previa para el acopio y creación de contenidos y después una implementación pautada y flexible que se adecúe a las necesidades del aula. Conviene que aquellos docentes que quieran probar a poner en práctica una implementación similar lo hagan con una fracción de su asignatura en su primera iteración para luego ampliar de forma eficiente a secciones de curso más extensas.
2. Si bien *Flipped Learning* ha demostrado ser bien recibido por los estudiantes como herramienta motivacional y académica, ha habido casos de manifestaciones en contra de la metodología por parte de algunos alumnos. Es llamativo señalar que estos estudiantes habitualmente han sido aquellos con una calificación media alta en sus expedientes. Tras consultárseles al respecto, se remitieron al hecho de que *Flipped Learning* cambia la estructura y jerarquía del aula de un método en el que se desenvuelven muy bien: la clase magistral, a un aprendizaje activo y cooperativo que les obliga a una interacción a la que no están habituados. Conviene por lo tanto prestar particular atención a estos estudiantes, que suelen ser referencias académicas dentro de su entorno, ya que su apoyo a la metodología puede ser una parte importante del éxito de la misma. Este aspecto en particular requiere una investigación propia, y objetiva, ya que lo que se recoge

aquí son meramente resúmenes de los comentarios hechos a los docentes durante el transcurso de los experimentos y no responden a análisis cualitativo ni cuantitativo.

3. Los estudiantes se mostraron mucho más proclives al uso de material audiovisual que apuntes y documentos tradicionales. Dentro del material audiovisual, se recibió de forma más abiertamente positiva aquellos materiales producidos por el propio docente, en sus propias palabras: *“estaban mucho más cerca de lo que luego se pide en clase”*. Con lo que se recomienda derivar algunos recursos a generar materiales propios antes de una implementación, ya que influirá en que la percepción global de la experiencia por parte de los estudiantes mejore.
4. *Flipped Learning* supone una gran cantidad de correcciones y retroalimentación para que los estudiantes puedan seguir el curso sin problemas. Más que en una clase magistral habitual y al mismo nivel que en una clase puramente práctica como un laboratorio o un estudio de caso. Sabiendo esto de antemano conviene considerar el automatizar parte de la retroalimentación y corrección dónde no sea necesario un análisis humano. Esto permitirá al docente dedicar mayor tiempo y recursos a enfrentar otros aspectos de la evaluación que requieran atención individualizada.

6. BIBLIOGRAFÍA

6 BIBLIOGRAFÍA

- Area Moreira, M., Alonso Cano, C., Correa Gorospe, J. M., Moral Pérez, M. E. D., Pablos Pons, J. D., Paredes Labra, J., y Valverde Berrocoso, J. (2014). Las políticas educativas TIC en España después del Programa Escuela 2.0: las tendencias que emergen. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 13(2), 11-33.
- Albert, M., & Beatty, B. (2014). Flipping the classroom applications to curriculum redesign for an introduction to management course: Impact on grades. *Journal of Education for Business*, 89, 419-424.
- Alexander, S. (1995). Teaching and learning on the World Wide Web. *The AusWeb95 Conference*. URL: <http://elmo.scu.edu.au/sponsored/ausweb/ausweb95/papers/education2/alexander>.
- Area Moreira, M., Mesa, A. L. S., & Navarro, A. M. V. (2013). Las políticas educativas TIC (Escuela 2.0) en las Comunidades Autónomas de España desde la visión del profesorado. *Campus virtuales*, 2(1), 74-88.
- Averell, L., y Heathcote, A. (2011). The form of the forgetting curve and the fate of memories. *Journal of Mathematical Psychology*, 55 (1), 25-35.
- Azpeleta Noriega, C., Gal Iglesias, B., Suárez Castro, F., y Sánchez Camacho, C. (2015). Flipped classroom as a methodology to acquire knowledge and skills in an integrated manner in basic subjects in Medicine. In *1st International Conference on Higher Education Advances: HEAD' 15*, 267-271. València: Universitat Politècnica de València. ISBN: 9788490483404. URL: <http://hdl.handle.net/11268/4566>.
- Badiru, A. B. (2015). Quality Insights: Learning, forgetting, and relearning quality: a half-life learning curve modelling approach. *International Journal of Quality Engineering and Technology*, 5 (1), 79-100.
- Baena, V., y Mattera, M. (2015). Flipped Classroom 2.0: Aprendizaje Experiencial para la Generación Y. XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 20 y 21 July, 2015. ISBN: 9788495433701. URL: <http://hdl.handle.net/11268/4296>.
- Baker, J., The "classroom flip": Using web course management tools to become the guide on the side. In *11th International Conference on College Teaching and Learning*, 2000.
- Becker, W. E., y Watts, M. (1995). Teaching tools: Teaching methods in undergraduate economics. *Economic Inquiry*, 33(4), 692-700.

- Bergmann, J. y Sams, A., (2012). *Flip Your Classroom: Talk to Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education. ISBN: 9781564843159. URL: <http://books.google.com/books?id=nBi2pwAACAAJ>.
- Bergmann, J., y Sams, A. (2009). Remixing chemistry class: Two Colorado teachers make vodcasts of their lectures to free up class time for hands-on activities. *Learning & Leading with Technology*, 36(4), 22–27.
- Blackburn, R. T., Pellino, G. R., Boberg, A., & O'Connell, C. (1980). Are Instructional Improvement Programs Off Target?. *Current Issues in Higher Education*, 2(1), 32-48.
- Blaikie, N. (2003). *Analyzing quantitative data: From description to explanation*. London Thousand Oaks, CA: Sage Publications
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. 1991 ASHE-ERIC Higher Education Reports. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington, DC 20036-1183.
- Brando Garrido, C. and Fernández Narváez, P. (2013). Evaluation of the incorporation of new teaching strategies (Flipped Classroom and video feed-back) to enhance meaningful learning. *ICERI2013 Proceedings*, 3633-3638. ISBN: 978-84-616-3847-5. ISSN: 2340-1095
- Butts, A. (2014). Student views on the use of a flipped classroom approach: Evidence from Australia. *Business Education & Accreditation*, 6(1), 33–43.
- Calvillo Castro, A. J. (2014). *El modelo Flipped Learning aplicado a la materia de música en el cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria: una investigación-acción para la mejora de la práctica docente y del rendimiento académico del alumnado*. (Tesis Doctoral). Universidad de Valladolid, Valladolid.
- Calvo Centeno, M. E., Galván Vallina, J., Gutiérrez Duarte, M. V. (2015). Actividades transversales en el entorno Flipped Classroom: la consultoría en el aula. *XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 20 y 21 July, 2015*. ISBN: 9788495433701. URL: <http://hdl.handle.net/11268/4477>.
- Camacho Ortega, P.J. (2014). Flipped Classroom: Programación en Bases de Datos. *XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 7-8 July, 2014*. ISBN: 9788495433664. URL: <http://hdl.handle.net/11268/3464>
- Campo Cabal, J.M. (2015). Flipped classroom en las asignaturas de Derecho Administrativo general y especial. *XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 20 y 21 July, 2015*. ISBN: 9788495433701. URL: <http://hdl.handle.net/11268/4298>.
- Castilla, G., Alriols, J. A., Romana, M. G., Escribano, J. J. (2015). Resultados del estudio experimental de *Flipped Learning* en el ámbito de la enseñanza de matemáticas en ingeniería. *XII Jornadas Internacionales de Innovación*

- Universitaria, Villaviciosa de Odón, 20 y 21 July, 2015. ISBN: 9788495433701. URL: <http://hdl.handle.net/11268/4491>.
- Cerdán Gómez, F., Vilar Rodríguez, C., Méndez Zunino, M., y Bruna del Cojo, M. (2014). Flipped classroom: vídeos como metodologías activas en Odontopediatría II y IV. *XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 7-8 July, 2014*. ISBN: 9788495433664. URL: <http://hdl.handle.net/11268/3595>.
- Cohen, P.A., Ebeling, B.J., y Kulik, J.A. (1981). A meta-analysis of outcome studies of visual-based instruction. *Educational Technology Research and Development*, 9(1), 26–36, 1981.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). Action research. *Research methods in education*, 5, 226–244.
- Coro Montanet, G., Suárez García, A., Gómez Polo, F., y García Moneo, N. (2014). Flipped classroom en la asignatura Odontología Restauradora II. *XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 7-8 July, 2014*. ISBN: 9788495433664. URL: <http://hdl.handle.net/11268/3600>.
- Critz, C., y Wright, D. (2013). Using the flipped classroom in graduate nursing education. *Nurse Educator*, 38(5), 210–213.
- Davies, R., Dean, D., y Ball, N. (2013). Flipping the classroom and instructional technology integration in a college-level information systems spreadsheet course. *Education Technical Research Development*, 61, 563–580.
- Davis, R. H., & Alexander, L. T. (1977). *The lecture method: Guides for the improvement of instruction in higher education (No. 5)*. East Lansing: Michigan State University, Instructional Media Center.
- Day, J.A., y Foley, J.D., (2006). Evaluating a web lecture intervention in a human–computer interaction course. *IEEE Transactions on Education*, 49(4), 420–431.
- De Grazia, J. L., Falconer, J. L., Nicodemus, G., y Medlin, W. (2012). Incorporating screencasts into chemical engineering courses. *Proceedings of the ASEE Annual Conference & Exposition*.
- Doral Fábregas, F. (2015). Spicynodes y flipped classroom: una simbiosis con excelentes resultados. *XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 20 y 21 July, 2015*. ISBN: 9788495433701. URL: <http://hdl.handle.net/11268/4294>.
- Durden, G., & Ellis, L. (2003). Is class attendance a proxy variable for student motivation in economics classes? An empirical analysis. *International Social Science Review*, 78(1/2), 42–46.
- Ebbinghaus, H. (1885). *Memory: A Contribution to Experimental Psychology*. Translated by Henry A. Ruger & Clara E. Bussenius (1913). Originally published in New York by Teachers College, Columbia University.

- Ferreri, S. P., y O'Connor, S.K. (2013). Redesign of a large lecture course into a small-group learning course. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 77(1), 1–9.
- Fisher, J. (1987). Guinness, Gosset, Fisher, and Small Sample. *Statistical Science*, 2 (1), 45–52.
- Forsey, M., Low, M., y Glance, D. (2013). Flipping the sociology class: Towards a practice of online pedagogy. *Journal of Sociology*, 49(4), 471–485.
- Fulton, K. (2012). Upside down and inside out: Flip your classroom to improve student learning. *Learning & Leading with Technology*, 22(8), 12–17.
- García-Barrera, A. (2013). El aula inversa: cambiando la respuesta a las necesidades de los estudiantes. *Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*, (1).
- Gannod, G. C., Burge, J. E., & Helmick, M. T. (2008, May). Using the inverted classroom to teach software engineering. *Proceedings of the 30th international conference on Software engineering*, 777–786. ACM.
- Gardiner, L. F. (1994). *Redesigning Higher Education: Producing Dramatic Gains in Student Learning*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 7. ERIC Clearinghouse on Higher Education, One Dupont Circle, NW, Suite 630, Washington, DC 20036-1183.
- Gilboy, M., Heinerichs, S., y Pazzaglia, G. (2015). Enhancing the student engagement using flipped class. *Journal of Nutrition Education and Behaviour*, 47(1), 109–114.
- Guo, P. (2013, 11, 13). Optimal Video Length for Student Engagement [Web log post] Retrieved from <https://www.edx.org/blog/optimal-video-length-student-engagement>
- Guo, P. J., Kim, J., y Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement: An empirical study of mooc videos. *Proceedings of the first ACM conference on Learning@ scale conference*. 41-50. ACM.
- Hinojosa Alcobet, C. M., y Arriaga Arrizabalaga, A. (2015). Los alumnos opinan sobre la metodología Flipped Classroom: una experiencia con estudiantes universitarios de Grado en Psicología. *XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 20 y 21 July, 2015*. ISBN: 9788495433701. URL: <http://hdl.handle.net/11268/4496>.
- Hoffmann, S. (2014). Beyond the flipped classroom: Redesigning a research methods course for e3 instruction. *Contemporary Issues in Education Research*, 7(1), 51–62.
- Hung, H. (2014). Flipping the classroom for English language learners to foster active learning. *ICCE 2012 Conference on Technology Enhanced Language Learning (TELL)*, 28. 81-96. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/09588221.2014.967701>

- Jamaludin, R., y Osman, S. (2014). The use of a flipped classroom to enhance engagement and promote active learning. *Journal of Education and Practice*, 5(2), 124–131.
- Jones, H. E. (1925). Experimental Studies of College Teaching. *Archives of Psychology*. New York, 68, 38-40.
- Jordan Lluch, C., Pérez Peñalver, M. J., y Sanabria Codesal, E. (2014). Investigación del impacto en un aula de matemáticas al utilizar flip education. In *Pensamiento Matemático*, 2 (4), 9-22. Universidad Politécnica de Madrid. ISSN: 2174-0410.
- Khan Academy (y). <https://www.khanacademy.org/about> (Accessed July 30, 2014).
- Kim, S., Khera, O., y Getman, J. (2014). The experience of three flipped classrooms in an urban university: An exploration of design principles. *Internet and Higher Education*, 22, 37–50.
- King, A. (1993). From sage on the stage to guide on the side. *College teaching*, 41(1), 30-35.
- Lage, M., & Platt, G. (2000). The internet and the inverted classroom. *Journal of Economic Education*, 31, 11.
- Lage, M., Platt, G., y Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment source. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30–43.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*, 140 (22), 5-55.
- Lyons, I. M., y Beilock, S. L. (2012). Mathematics anxiety: separating the math from the anxiety. *Cerebral Cortex*, 22(9), 2102-2110.
- Maehr, M. L., & Midgley, C. (1991). Enhancing student motivation: A schoolwide approach. *Educational psychologist*, 26(3-4), 399-427.
- Maloney, E. A., y Beilock, S. L. (2012). Math anxiety: Who has it, why it develops, and how to guard against it. *Trends in cognitive sciences*, 16(8), 404-406.
- Marqués-Arias, S. (2015). The 'flipped classroom', el modelo pedagógico que arrasa en Internet. *Escuela, Comunidad Educativa*. Wolters Kluwe.
URL: <http://www.periodicoescuela.es/content/Inicio.aspx>
- Martin, S., Farnan, J., y Arora, V. (2013). FUTURE: New strategies for hospitalists to overcome challenges in teaching and today's wards. *Journal of Hospital Medicine*, 8(7), 409–413.
- Martí-Parreño, J., Prado-Gascó, V., Queiro-Ameijeiras, C., Summerfield, L., y Conseil, L. (2014a). Principales barreras y facilitadores del uso de las flipped classrooms en el aula: una aproximación cualitativa. XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 7-8 July, 2014. ISBN: 9788495433664. URL: <http://hdl.handle.net/11268/3597>.
- Martí-Parreño, J., Summerfield, L., Prado-Gascó, V. J., Queiro-Ameijeiras, C., Romero-Reignier, V., y Giménez-Fita, E. (2014b). Main determinants of teachers'

- intention to use flipped classrooms: the role of attitude, perceived usefulness, and utilitarian value. In *EDULEARN 2014: 6th International Conference on Education and New Learning Technologies*, July 7-9 (pp. 3275-3280). Barcelona, Spain. ISBN: 9788461705573. ISSN: 23401117. URL: <http://hdl.handle.net/11268/3688>.
- Mazur, E., y Somers, M. D. (1999). Peer instruction: A user's manual. *American Journal of Physics*, 67(4), 359-360.
- Mason, G., Shuman, T., y Cook, K. (2013). Comparing the effectiveness of an inverted classroom to a traditional classroom in an upper-division engineering course. *IEEE Transactions on Education*, 56(4), 430-435.
- McDonald, K., y Smith, C. (2013). The flipped classroom for professional development: Part I. Benefits and strategies. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, 44(10), 437-438.
- McKeachie, W. J., *Teaching Tips: A Guidebook for the Beginning College Teacher*, 8th ed., D.C. Heath, Lexington, MA, 1986.
- McLaughlin, J., LaToya, G., Esserman, D., Davidson, C., Glatt, D., Roth, M., et al. (2013). Instructional design and assessment: Pharmacy student engagement, performance, and perception in a flipped satellite classroom. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 77(9), 1-8.
- McLaughlin, J., Roth, M., Glatt, D., Gharkholonarehe, N., Davidson, C., LaToya, G., et al. (2014). The flipped classroom: A course redesign to foster learning and engagement in a health professions school. *Academic Medicine*, 89(2), 236-243.
- McNeil, B. J. (1989). *A Meta-analysis of interactive video instruction: A 10 year review of achievement effects*. (Tesis doctoral). University of Idaho, Moscow.
- Milman, N. B. (2012). The flipped classroom strategy: What is it and how can it best be used?. *Distance Learning*, 9(3), 85.
- Missildine, K., Fountain, R., Summers, L., & Gosselin, K. (2013). Flipping the classroom to improve student performance and satisfaction. *Journal of Nursing Education*, 52(10), 597-599.
- Moravec, M., Williams, A., Aguilar-Roca, N., y O'Dowd, D.K. (2010). Learn before lecture: a strategy that improves learning outcomes in a large introductory biology class. *CBE-Life Sciences Education*, 9(4), 473-481.
- Norman, G. (2010). Likert scales, levels of measurement and the "laws" of statistics. *Advances in health sciences education*, 15(5), 625-632.
- Novillo, A., Blanco Fernández de Valderrama, M. J., Cid María, A., y Rodríguez, I. (2015). Una modalidad de Flipped Classroom combinada con cuestionarios on line en la asignatura de Bioquímica. *XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 20 y 21 July, 2015*. ISBN: 9788495433701. URL: <http://hdl.handle.net/11268/4479>.

- O'Flaherty, J., & Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The Internet and Higher Education*, 25, 85-95.
- Papadopoulos, C., Santiago-Román, A., y Portela, G. (2010a). Developing and implementing an inverted classroom for engineering statics. *Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2010 IEEE, pages F3F-1. IEEE.
- Papadopoulos, C., y Santiago-Román, A. (2010b). Implementing an inverted classroom model in engineering statics: Initial results. *Proceedings of the ASEE Annual Conference & Exposition*, Louisville, Kentucky, 2010.
- Peters, M. J., Calzas Hernández, M., Jara Maroto, C., Díaz Garrido, A. I., Fernández Chaves, I., López Lago, M. Á., Marcos Miguel, N., y Rivas Reyes, M. (2015). Teachers' perspectives on flipping the language class: More than creating materials. *XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 20 y 21 July, 2015*. ISBN: 9788495433701. URL: <http://hdl.handle.net/11268/4321>.
- Pierce, R., y Fox, J. (2012). Instructional design and assessment: Vodcasts and activelearning exercises in a "flipped classroom" model of a renal pharmacotherapy module. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 76(10), 1-5.
- Platero Jaime, M., Tejeiro Koller, M. R., y Reis Graeml, F. (2015). La aplicación de Flipped Classroom en el curso de Dirección Estratégica. *XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 20 y 21 July, 2015*. ISBN: 9788495433701. URL: <http://hdl.handle.net/11268/4317>.
- Prober, C., y Khan, S. (2013). Medical education reimaged: A call to action. *Academic Medicine*, 88, 1407-1410.
- Puig, P., (1969), *La Matemática y su enseñanza actual*. Madrid, Ministerio de Educación Nacional.
- Queiro-Ameijeiras, C., Moreno-Muñoz, P., Galeano-Revert, A., y Barrado-Jiménez, B. (2014). Aprendizaje autónomo y razonamiento crítico: propuesta docente en el marco de la metodología "flipped classroom". *XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 7-8 July, 2014*. ISBN: 9788495433664. URL: <http://hdl.handle.net/11268/3717>.
- Reeve, J. (2013). How students create motivationally supportive learning environments for themselves: The concept of agentic engagement. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 579-595. doi:<http://dx.doi.org/10.1037/a0032690>.
- Rodríguez, D. M., y Del Rio, M. C. N. (2015). Una experiencia flipped classroom en educación superior: la formación del profesorado de secundaria. *Investigar con y para la sociedad* (3), 1707-1720. ISBN: 978-84-686-6906-9.
- Rodríguez Learte, A. I., y Fernández Vaquero, A. (2014). Desarrollo de metodologías de flipped classroom para asignaturas de ciencias básicas. *XI Jornadas*

- Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 7-8 July, 2014.* ISBN: 9788495433664. URL: <http://hdl.handle.net/11268/3594>.
- Rodríguez Learte, A. I., Fernández Vaquero, A., y Vega Avelaira, D. (2015). Desarrollo de metodologías de “flipped classroom” para asignaturas de Ciencias Básicas: valoración de los alumnos. *XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 20 y 21 July, 2015.* ISBN: 9788495433701. URL: <http://hdl.handle.net/11268/4480>.
- Rosenberg, T. (2013, 10, 11). Turning Education Upside Down [Web log post]. Retrieved from: <http://opinionator.blogs.nytimes.com/2013/10/09/turning-education-upside-down>
- Ruddick, K. W. (2012) Improving chemical education from high school to college using a more hands-on approach, unpublished doctoral dissertation, University of Memphis, Memphis, TN.
- Sáez Pizarro, B., y Ros Viñegla, M. P. (2014). Una experiencia de flipped class. *XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 7-8 July, 2014.* ISBN: 9788495433664. URL: <http://hdl.handle.net/11268/3618>.
- Sánchez Moral, A. M., Romero Lorca, A., y Rodríguez-Martín, I. (2014). Flipped classroom en el laboratorio: aprendiendo a hacer ciencia. *XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 7-8 July, 2014.* ISBN: 9788495433664. URL: <http://hdl.handle.net/11268/3721>.
- Sánchez-Camacho, C., Azpeleta Noriega, C., Gal Iglesias, B., y Suárez, F. (2014). Flipped classroom como herramienta para la integración de contenidos en asignaturas básicas de la titulación de Medicina. *XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 7-8 July, 2014.* ISBN: 9788495433664. URL: <http://hdl.handle.net/11268/3587>.
- Sappington, J., Kinsey, K., y Munsayac, K. (2002). Two studies of reading compliance among college students. *Teaching of Psychology*, 29(4), 272-274.
- Schlairet, M., Green, R., y Benton, J. (2014). The flipped classroom strategies for an undergraduate nursing course. *Nurse Educator*, 39(6), 321-325.
- Smith, C., y McDonald, K. (2013). The flipped classroom for professional development: Part II. Making podcasts and videos. *Continuing Education in Nursing*, 44(11), 486-487.
- Sousa, S., Roperio, E., y López, P. (2014). Metodología del puzle aplicada a flipped classroom. *XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 7-8 July, 2014.* ISBN: 9788495433664. URL: <http://hdl.handle.net/11268/3583>.
- Stetz, T. A., y Bauman, A. A. (2013). Reasons to rethink the use of audio and video lectures in online courses. *HLRC. Higher Learning Research Communications*, 3(4), 49-58. ISBN: 21576254. URL: <http://hdl.handle.net/11268/4606>.

- Strayer, J. F. (2012). How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation. *Learning Environments Research*, 15, 171–193.
- Thalheimer, W. (2010, April). How Much Do People Forget? Tomado el 21/08/2014, de <http://www.work-learning.com/catalog.html>
- Thoilliez, B., Martínez-Requejo, S. y Expósito-Casas, E. (2014). Diseño y primeros resultados de un modelo de aprendizaje por competencias para futuros docentes de educación secundaria. *XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 7-8 July, 2014*. ISBN: 9788495433664.
- Thomas, J.S. y Philpot, T.A., (2012). An inverted teaching model for a mechanics of materials course. *Proceedings of the ASEE Annual Conference & Exposition*.
- Tomkins, C. C., y Hall, C. (2006). An introduction to non-parametric statistics for health scientists. *University of Alberta Health Sciences Journal*, 3(1), 20-26.
- Torres, R. M. (1997). ¿Mejorar la calidad de la educación básica? Las estrategias del Banco Mundial. *La educación según el Banco Mundial. Un análisis de sus propuestas y métodos*. Miño y Dávila Editores/CEM, Buenos Aires, 75-172.
- Toto, R., y Nguyen, H. (2009). Flipping the work design in an industrial engineering course. *Proceedings 2009 39th IEEE Frontiers in Education Conference*, 1-4. IEEE. DOI: 10.1109/FIE.2009.5350529.
- Tucker, B. (2012). The flipped classroom. *Education Next*, 12(1), 82–83.
- VVAA (2013). *Ángela Ruiz Robles y la invención del libro mecánico*. Madrid: Ministerio de Economía y Competitividad/Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. ISBN: 978-84-92546-02-2
- Velasco, P.J., y Castilla, G. (2013). Aula UE: un canal abierto al aprendizaje. X Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 11-12 July, 2013. Villaviciosa de Odón. ISBN: 9788495433619. URL: <http://hdl.handle.net/11268/2007>.
- Velasco, P.J., Learreta, B., Kober, C., y Tan, I. (2014). Faculty perspective on competency development in higher education: An international study. *HLRC. Higher Learning Research Communications*, 4(4), 85-100. ISBN: 21576254. URL: <http://hdl.handle.net/11268/4643>.
- Wilson, S. (2014). The flipped class: A method to address the challenges of an undergraduate statistics course. *Teaching of Psychology*, 40(3), 193–199.
- Winer, B. J., Brown, D. R., y Michels, K. M. (1971). *Statistical principles in experimental design*, 2, 596. New York: McGraw-Hill.
- Yeung, K., y O'Malley, P. (2014). Making “The Flip” work: Barriers to and implementation strategies for introducing flipped teaching methods into traditional higher education courses. *New Directions for Institutional Research*, 10 (1). URL: <http://dx.doi.org/10.11120/ndir.2014.00024>.

- Young, T., Bailey, C., Guptil, M., Thorp, A., y Thomas, T. (2014). The flipped classroom: A modality for mixed asynchronous and synchronous learning in a residency program. *Western Journal of Emergency Medicine*, 15(7), 939–944.
- Zapata, J. (2014,11). Clase invertida como metodología para mejorar las capacidades de resolver problemas en el ámbito de la formación profesional de los estudiantes de pregrado del ciclo regular en el curso de Matemáticas Básica Cero [Web log post]. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/256445638>
- Zappe, S., Leicht, R., Messner, J., Litzinger, T., y Lee, H. W. (2009). "Flipping" the classroom to explore active learning in a large undergraduate course. *Proceedings American Society for Engineering Education*, 2009.
- Zhang, D., Zhou, L., Briggs, R. O., y Nunamaker, J. F. (2006). Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness. *Information & management*, 43(1), 15-27.
- Zhu, X., & Simon, H. A. (1987). Learning mathematics from examples and by doing. *Cognition and instruction*, 4(3), 137-166.

7. ANEXOS

7 ANEXOS

7.1 ANEXO 1. ENUNCIADO PRUEBA PARCIAL CURSO 13/14

Name:	
Studies:	Group:

Part 1. Quiz. (10 pts.)

Each correct answer will give you +0,5 pts., each blank answer will give you 0 pts. And each error -0,5 pts.

- In symmetrical distributions of probability...
 - ☐ ...dispersions tend to be low.
 - ☐ ...mean and median tend to be alike.
 - ☐ ...the interquartilic range decreases.
 - ☐ All of the above are true.
 - ☐ None of the above is true.
- Consider the following data: 1, 7, 3, 3, 6, 4. The mean and median for this data are:
 - ☐ 4'8 and 3'5
 - ☐ 4 and 3'33
 - ☐ 4 and 3
 - ☐ 4 and 3'5
- A distribution of 6 scores has a median of 21. If the highest score increases 3 points, the median will become ...
 - ☐ 21
 - ☐ 21.5

- ☐ 24
 - ☐ Cannot be determined without additional information.
 - ☐ None of these.
4. If you are told a population has a mean of 25 and a variance of 0, what must you conclude?
- ☐ Someone has made a mistake.
 - ☐ There are no elements in the population.
 - ☐ All the elements in the population are 25.
 - ☐ All of the above.
 - ☐ None of the above.
5. In a group of 12 scores, the largest score is increased by 36 points. What effect will this have on the mode of the scores?
- ☐ it will be increased by 12 points
 - ☐ it will remain unchanged
 - ☐ it will be increased by 3 points
 - ☐ it will increase by 36 points
 - ☐ there is no way of knowing exactly how the mode will be affected without knowing the values of the whole set of data.
6. The kurtosis of a distribution marks:
- ☐ The strength of its peak (or peaks).
 - ☐ The symmetry of the distribution.
 - ☐ The degree of dispersion of the distribution.
 - ☐ An amount of probability.
 - ☐ None of these
7. A correlation coefficient (R) of 0.5 suggests that

- ☐ each y-coordinate is about half of the x-coordinate
 - ☐ as x increases, y also increases
 - ☐ as x increases, y decreases
 - ☐ x and y are independent (probabilisticly)
8. The possible values for the correlation coefficient are
- ☐ $-1 \leq R \leq 1$
 - ☐ $0 \leq R \leq 1$
 - ☐ $0 \leq R \leq 10$
 - ☐ Always below 100%
9. The coefficients of the least squares regression line are determined by minimizing the sum of the squares of the
- ☐ x-coordinates.
 - ☐ y-coordinates.
 - ☐ Residuals (errors).
 - ☐ Real variables.
10. A regression line depends on:
- ☐ Both means, both standard deviations and the x and y coordinates.
 - ☐ Both means and both variances.
 - ☐ Both x and y coordinates.
 - ☐ Both means and both variances and the covariance.
11. Why are there two regression lines:
- ☐ Because there are two variables involved.
 - ☐ Because residuals can be both vertical and horizontal
 - ☐ Because there are two predictions being made.

☐ Because the method used is bivariant.

12. Which of the following is a valid probability value for a discrete random variable?

☐ 0.2

☐ 1.5

☐ -0.7

☐ All of the above.

13. Suppose that X is a random variable that can assume the values 1, 2, and 3. If $P(X = 1) = 0.1$ and $P(X = 2) = 0.2$, what is $P(X = 3)$?

☐ 0.3

☐ 0.5

☐ 0.7

☐ 0.9

14. The acronym for the process used to obtain regression lines is:

☐ OLS and it stands for:

☐ LSD and it stands for:

☐ ORL and it stands for:

☐ RLO and it stands for:

15. The variance is the:

☐ Mean of variables minus the square of the mean.

☐ Mean of squares minus the square of the mean.

☐ The mean of one variable minus the mean of the other, squared.

☐ None of these

☐ All of these

16. A large mass of data can best be summarized pictorially by means of...

- ☐ the range.
- ☐ a histogram.
- ☐ the frequency table.
- ☐ the distribution table.

17. For a completely symmetrical distribution, the mean and median are...

- ☐ the same
- ☐ always different
- ☐ possibly the same, possibly different
- ☐ Insufficient information.

18. The whiskers of a box blot range from:

- ☐ The max to the min
- ☐ About 1.2 times the Interquartilic range.
- ☐ It depends.
- ☐ Twice the Standard deviation (95%).

19. The horizontal lines in a boxplot mark:

- ☐ Q1, P50 and Q2
- ☐ Q1, Q2 and P75
- ☐ P0, P50, P100
- ☐ Q1, P5, Q2

20. The points that fall outside of the whiskers are called:

- ☐ Irregular.
- ☐ Outlier.
- ☐ Outskirtter



Squatter

Part 2. Probability. (10 pts.)

Problem 1.

We have a garage with 4 old, and really unsafe, cars: two of them are old Cougars from the 70's, one of them is a US Billy and the last is a Frinker. The Cougars are the easiest to ready (gas + paintjob + extras) so picking them for a trip is two times more probable than the Frinker. Picking the Frinker is four times more probable than the Billy.

The historic breakdown statistics for each model are summarized in the following table:

Number of accidents per trip		
Cougar	Billy	Frinker
10^{-3}	$2.5 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$

- If we have to make a sudden journey what is the probability of NOT having a sudden breakdown? (5 pts.)
- What is the probability of having picked a Frinker knowing the car is going to break down? (5 pts.)

Problem 2

From a Spanish deck of 40 cards two are drawn simultaneously (4 suits: clubs, golds, swords and goblets. Each have ten cards: Ace, 2, 3, 4, 5, 6, 7, Steward, knight and king).

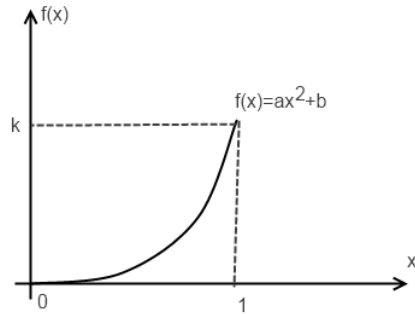
- Calculate the probability that both are consecutive cards. (1pt.)
- Calculate the probability that one is a goblet and the other is a club. (0,5 pts.)
- Calculate the probability of getting handed three of a kind (trio) in a single draw of five cards. (2pts.)
- Calculate the probability that one is a goblet and the other is a club. (0,5 pts.)
- Calculate the probability of getting at least one goblet. (1pt.)

Part 3. Random Variable. (10 pts.)

Problem 3.

We have a continuous random variable with a dominion that goes from 0 to 1. Its density function is the one represented in the following figure:

- [1] How much is k worth? (1 pt.)
- [2] What is the equation for $f(x)$? (1 pt.)
- [3] $P(x=0.5)$ (1 pt.)
- [4] $P(x<0.5)$ (1 pt.)



Problem 4.

In a 2D random variable with the following distribution function:

$$F(x, y) = \frac{(x^2 y^2 - 2)(x-1)(y-1)}{14} \quad \begin{array}{l} x \in [1, 2] \\ y \in [1, 2] \end{array}$$

- [1] Make sure $F(x,y)$ is well defined. (2 pts.)
- [2] Calculate $f(x,y)$? (2 pts.)
- [3] Calculate the covariance. (2 pts.)

7.2 ANEXO 2. ENUNCIADO PRUEBA PARCIAL CURSO 14/15

Name:	
Studies:	Group:

Part 1.1 Descriptive statistics Quiz.

Each correct answer will get +0,5pts. Each incorrect answer will get -0,5pts. Each unanswered question will not receive any points.

1. When in a distribution of 10 numerical values, the last is increased by ten units, the mean is modified by:

- ☐ Ten units.
- ☐ One unit.
- ☐ There is insufficient information
- ☐ The value is not modified.

2. The variance is a value of dispersion calculated by:

- ☐ Obtaining the mean of squares minus the mean.
- ☐ Obtaining the mean of squares minus the square of the mean.
- ☐ Obtaining the sum of squares minus the square of the mean.
- ☐ Obtaining the sum of squares minus the mean.

3. When in a distribution of 10 numerical values, the last is increased by ten units, the mode is modified by:

- ☐ The value is not modified.
- ☐ One unit.
- ☐ Ten units.
- ☐ There is insufficient information

4. The units of the standard deviation have the peculiarity of:

- ☐ Being the squares of those of the variable.
- ☐ The standard deviation has its own units.

- ☐ Being those of the variable.
- ☐ The standard deviation has no units.

5. When in a distribution of 10 numerical values, the last is increased by ten units, the median is modified by:

- ☐ The value is not modified.
- ☐ One unit.
- ☐ Ten units.
- ☐ There is insufficient information

6. On distributions that have very high values on their ends, the best measure of centrality would be:

- ☐ The mean.
- ☐ The mode.
- ☐ The P50.
- ☐ The standard deviation.

7. When in a distribution of 10 numerical values, the last is increased by ten units, the range is modified by:

- ☐ The value is not modified.
- ☐ One unit.
- ☐ Ten units.
- ☐ There is insufficient information

8. The horizontal lines in a box plot represent:

- ☐ Q1, Q2 & Q3
- ☐ P25, Q1 & P75
- ☐ P25, P50 & Q2
- ☐ P1, P2 & P3

9. A boxplot gives a quick glance of the

- ☐ Position of clusters of values throughout the quartils of the distribution.

- ☐ The dispersion of a set of values in a quartilic distribution.
- ☐ The variability of a set of quartilic values.
- ☐ None of the above.

10. When the central line of the boxplot is centered between the other two it means the distribution:

- ☐ Has similar values of mean and median.
- ☐ Has a strong outlier.
- ☐ Has a short interquartilic range.
- ☐ None of the above.

Part 1.2 Regression Quiz.

Each correct answer will get +0,3pts. Each incorrect answer will get -0,3pts. Each unanswered question will not receive any points.

1. There are two regression lines because:

- ☐ There are two variables.
- ☐ There are two ways of calculating the residuals.
- ☐ There are too many errors for only one.
- ☐ There is only one regression line, the statement is false.

2. In the regression line H/W , where H is height and W is weight:

- ☐ Values of height can be estimated with values of weight.
- ☐ Values of weight can be estimated with values of height.
- ☐ The slope is strictly positive.
- ☐ The slope is strictly negative.

3. In the regression line W/H , where H is height and W is weight:

- ☐ The slope depends on the covariance and the variance of W .
- ☐ The slope depends on the covariance and the variance of H .
- ☐ Values of height can be estimated with values of weight.
- ☐ The slope is strictly negative.

4. The linear correlation coefficient of a regression, R , is always:

- ☐ Between 0 and 1.
- ☐ Between -1 and 1.
- ☐ Between -10 and 10.
- ☐ Between 0 and 10.

5. The common point for both regression lines is:

- ☐ (S_x^2, S_y^2)
- ☐ (S_x, S_y)
- ☐ (S_{xy}, S_{xy})
- ☐ $(\alpha_{10}, \alpha_{01})$

6. The multiplication of both slopes β_1 and β_2 is:

- ☐ R^2
- ☐ R
- ☐ S_x^2/S_y^2
- ☐ S_y^2/S_x^2

7. Which of the following pairs are truly regression lines?

- ☐ $-Y+X=1; -Y+2X=3$
- ☐ $-Y+X=1; Y+2X=3$
- ☐ $Y+X=1; -Y+2X=3$
- ☐ $Y-X=1; Y+2X=3$

8. A regression line depends on:

- ☐ Both means, both variances and the covariance.
- ☐ One of the means, both variances and the covariance.
- ☐ Both means, one of the variances and the covariance.
- ☐ Both means and both variances.

9. The slopes of both regression lines must have:

- ☐ The same sign as the variance.
- ☐ The same sign but the opposite than the variance.

- ☐ Different signs.
- ☐ The same sign as the covariance.

10. A correlation coefficient (R) of 0.5 suggests that

- ☐ each y-coordinate is about half of the x-coordinate.
- ☐ as x increases, y also increases.
- ☐ as x increases, y decreases.
- ☐ None of the above.

Part 2. Probability. (10 pts.)

Part 2.1.

A game of cards is played in the following way: each player is dealt 3 cards from a regular **50 card** poker deck (A, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, J, Q & K with 4 suits – Clubs, Diamonds, Spades & Hearts). Whoever gets more equally valued cards wins: so 3 J's will win 2 K's. If two players have an equal number of equally valued cards, the player with the highest numbers wins (A is the lowest and K is the highest).

- a) What is the probability of being dealt the best hand in the game on a single hand? (2pts.)
- b) What is the probability of being dealt a pair of 8's in two consecutive games? (1.5pts.)
- c) What is the probability of being dealt the worse hand in the game?(1.5pts.)

Part 2.2.

From a Spanish deck of **40** cards, **one card is discarded** after shuffling (burnt), **then two are drawn** simultaneously (4 suits: clubs, golds, swords and goblets. Each have ten cards: Ace, 2, 3, 4, 5, 6, 7, Steward, knight and king).

The order of the cards is regarded unimportant for this problem.

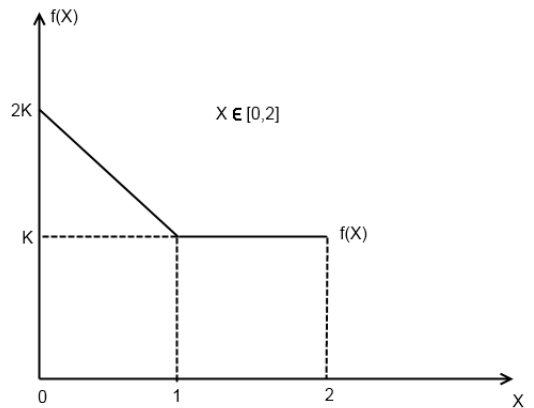
- f) Calculate the probability that both are clubs. (1.5 pts.)
- g) Calculate the probability that one is a goblet and the other is a club. (1.5 pts.)
- h) Calculate the probability of getting at least one goblet. (2 pts.)

Part 3. Random Variable. (10 pts.)

Part 3.1.

We have a continuous random variable with a dominion that goes from 0 to 2. Its density function is the one represented in the following figure:

- [5] How much is k worth? (0.5 pt.)
- [6] What is the equation for $f(x)$? (1 pt.)
- [7] $P(x=0.5)$ (0.5 pt.)
- [8] $P(x < 0.5)$ (1 pt.)
- [9] Obtain the mean of x and its standard deviation (1pt.)
- [10] Calculate $F(x)$ (1 pt.)



Part 3.2.

In a 2D random variable with the following distribution function:

$$F(x, y) = xy - 2x - 2y + 4 \quad \begin{array}{l} x \in [2, 3] \\ y \in [2, 3] \end{array}$$

- [4] Make sure $F(x, y)$ is well defined. (1 pt.)
- [5] Calculate $f(x, y)$? (1 pts.)
- [6] Calculate the mean of x and the mean of y (1 pt.)
- [7] Calculate $f_1(x)$ and $f_2(y)$ (1 pt.)
- [8] Calculate the covariance. (1 pts.)

7.3 ANEXO 3. ENUNCIADO PRUEBA FINAL CURSO 13/14.

Name:	
Studies:	Group:

Part 1.1 Quiz.

Each correct answer will get +0,5pts. Each incorrect answer will get -0,1pts. Each unanswered question will not receive any points.

1. Which of the following is not a measure of central tendency?

- ☐ the standard deviation
- ☐ the mean
- ☐ the mode
- ☐ the median
- ☐ all of the above are measures of central tendency

2. What is an outlier?

- ☐ A point that disrupts the general reading of the data.
- ☐ A measure of dispersion.
- ☐ A point that falls beyond the threshold of the whisker in a boxplot.
- ☐ The first and last point of a distribution.
- ☐ All of the above.

3. The measure most likely affected by extreme values or outliers is the:

- ☐ median
- ☐ mean
- ☐ mode
- ☐ inter-quartile range
- ☐ none of the above

4. Which of the following statements is correct?

- ☐ the range is found by taking the difference between the largest and smallest values and dividing by 2
- ☐ the inter-quartile range is found by taking the difference between the first and third quartiles and dividing that value by 2
- ☐ the standard deviation is expressed in terms of the original units of measurement but the variance is not
- ☐ the value of the standard deviation may be positive or negative but the value of the variance will always be positive
- ☐ none of the above

5. Relative frequency is measured...

- ☐ ...by dividing each point of absolute frequency by the total number of points of data.
- ☐ ...by multiplying each point of absolute frequency by the total number of points of data.
- ☐ ...by dividing each point of cumulative absolute frequency by the total number of points of data.
- ☐ ...by dividing each point of cumulative relative frequency by the total number of points of data.
- ☐ none of the above

6. The range is:

- ☐ $x_{\max} - x_{\min}$
- ☐ $Q_3 - Q_1$
- ☐ $P_{75} - Q_1$
- ☐ $Q_3 - P_{25}$
- ☐ none of the above

7. The standard deviation is...

- ☐ A point in a distribution.
- ☐ A spread of values.
- ☐ The width of an interval.
- ☐ The square root of the variability.
- ☐ none of the above

8. Tchevichev's rule states that 2 standard deviations to each side of the mean contain:

- ☐ The entire distribution.
- ☐ Approximately 95% of all possible values.
- ☐ The mean, the mode and, depending on *alpha*, the median.
- ☐ Exactly 99% of all possible values.
- ☐ None of the above

9. A restaurant conducts a survey to determine the quality of their service. Customers were asked to rate their service as either very poor, poor, average, good or excellent. The most appropriate measure of central location for this data set is:

- ☐ Mean
- ☐ Coefficient of Variation
- ☐ Standard deviation
- ☐ Variance
- ☐ Median

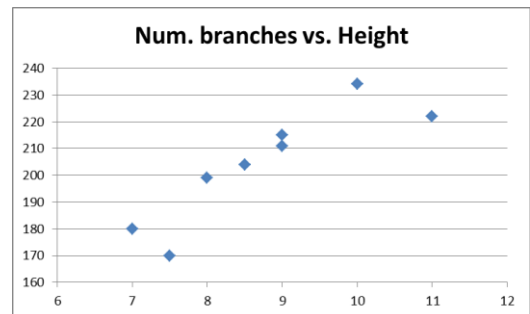
10. The horizontal lines in a box plot represent:

- ☐ Q1, Q2 & Q3
- ☐ P25, Q1 & P75
- ☐ P25, P50 & Q2
- ☐ P1, P2 & P3

Part 1.2 Regression.

A field study is carried out on the growth of apple trees in an orchard. The results were the following:

	Number of branches	Height
Var	B	H
1	8	199
2	11	222
3	9	211
4	7	180
5	8,5	204
6	7,5	170
7	10	234
8	9	215



- Obtain the means, variances and covariance for both variables. (1 pt.)
- Calculate both regression lines. (0'5 pts.)
- Which is the common point to both lines? (0'5 pts.)
- Obtain an estimation of the height of a tree with 6 branches. (1'5 pts.)
- Is the regression any good? Can you back your answer numerically? (1'5 pts.)

Part 2.1 Probability.

We have a garage with 4 old, and really unsafe, cars:

Two of them are old Cougars from the 70's, one of them is a US Billy and the last is a Frinker. The Cougars are the easiest to ready (gas + paintjob + extras) so picking them for a trip is two times more probable than the Frinker. Picking the Frinker is four times more probable than the Billy. The historic breakdown statistics for each model are summarized in the following table:

Number of accidents per trip		
Cougar	Billy	Frinker
10^{-3}	$2'5 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$

- c. If we have to make a sudden journey what is the probability of NOT having a sudden breakdown? (2'5 pts.)
- d. What is the probability of having picked a Frinker knowing the car is going to break down? (2'5 pts.)

Part 2.2 Random Variable.

A 2DRV has $f(x,y)=k(x \cdot y)$ In a domain $D=\{(x,y)/x \in [0,1]; y \in [0,1]\}$.

- a) Obtain the value of k. (1pt.)
- b) Calculate $F(x,y)$. (1pt.)
- c) Obtain the mean of x. (1pt.)
- d) Obtain $Cov(x,y)$. (2pts.)

Part 3.1 Models.

- a) Winning a game of dice depends on getting an even sum after rolling a single die 3 times. If you were to play 50 times (3 rolls per turn, of course). What's the probability of winning more than 20 times? (1'5 pts.)
- b) A certain bus company has an occupation rate that follows a normal $N(30,10)$ for each of their buses. If each bus has 53 seats, what is the probability of an expedition made of three buses to get overbooked? (2 pts.)
- c) A tap leaks 3 drops per minute. What is the probability of exactly 5 drops falling in 2 minutes? (1'5 pts.)

Part 3.2 Inference.

Studying the (daily total) flow of a stream for 20 days, a group of researchers have obtained the following data: the mean of the caudal of the stream is of $25.2 \cdot 10^4$ l/day, its variance is $104 \cdot 10^8$ l²/day².

- a) Can they assume the average flow to be $23 \cdot 10^4$ l/day, using only the given sample data? (1pt.)
- b) If they were aware of the stream flow's variance to be globally $81 \cdot 10^8$ l²/day², can they still assume the average flow to be $23 \cdot 10^4$ l/day? (1pt.)

- c) Why are the intervals in a) and b) different? (1pt.)
- d) Is the $81 \cdot 10^8 \text{ l}^2/\text{day}^2$ variance acceptable knowing what we know about the sample? (2pts.)

7.4 ANEXO 4. ENUNCIADO PRUEBA FINAL CURSO 14/15

Name:	
Studies:	Group:

Part 1.1 Quiz.

Each correct answer will get +0,5pts. Each incorrect answer will get -0,1pts. Each unanswered question will not receive any points.

- When in a distribution of 10 numerical values, the last is increased by ten units, the mean is modified by:
 - ☐ Ten units.
 - ☐ One unit.
 - ☐ There is insufficient information
 - ☐ The value is not modified.
- The variance is a value of dispersion calculated by:
 - ☐ Obtaining the mean of squares minus the mean.
 - ☐ Obtaining the mean of squares minus the square of the mean.
 - ☐ Obtaining the sum of squares minus the square of the mean.
 - ☐ Obtaining the sum of squares minus the mean.
- When in a distribution of 10 numerical values, the last is increased by ten units, the mode is modified by:
 - ☐ The value is not modified.
 - ☐ One unit.
 - ☐ Ten units.
 - ☐ There is insufficient information
- The units of the standard deviation have the peculiarity of:
 - ☐ Being the squares of those of the variable.
 - ☐ The standard deviation has its own units.
 - ☐ Being those of the variable.

- ☐ The standard deviation has no units.
5. When in a distribution of 10 numerical values, the last is increased by ten units, the range is modified by:
- ☐ The value is not modified.
- ☐ One unit.
- ☐ Ten units.
- ☐ There is insufficient information
6. Which of the following is not a measure of variability in a data set?
- ☐ The range
- ☐ The variance
- ☐ The median
- ☐ None of the above
7. The linear correlation coefficient of a regression, R , is always:
- ☐ Between 0 and 1.
- ☐ Between -1 and 1.
- ☐ Between -10 and 10.
- ☐ Between 0 and 10.
8. The common point for both regression lines is:
- ☐ (S_x^2, S_y^2)
- ☐ (S_x, S_y)
- ☐ (S_{xy}, S_{xy})
- ☐ $(\alpha_{10}, \alpha_{01})$
9. The ratio of both slopes β_1 and β_2 is:
- ☐ R^2
- ☐ R
- ☐ S_x^2/S_y^2
- ☐ S_y^2/S_x^2
10. Which of the following pairs are truly regression lines?
- ☐ $Y+X=1$; $-Y+2X=3$

☐ $Y-X=1; Y+2X=3$

☐ $-Y+X=1; -Y+2X=3$

☐ $-Y+X=1; Y+2X=3$

Part 1.2. Probability (5 pts.)

From a Spanish deck of 40 cards two are drawn simultaneously (4 suits: clubs, golds, swords and goblets. Each have ten cards: Ace, 2, 3, 4, 5, 6, 7, Steward, knight and king). **Before each draw you discard a card from the deck at random.** The order of the cards is regarded unimportant for this problem.

- Calculate the probability that both are clubs. (1.5 pts.)
- Calculate the probability that one is a goblet and the other is a club. (1.5 pts.)
- Calculate the probability of getting at least one goblet. (2 pts.)

Part 2.1. R.V. (5 pts.)

We have a continuous random variable with a dominion that goes from 0 to 1. It's density function is $f(x)=kx$.

- How much is k worth? (0.5 pt.)
- What is the equation for $f(x)$? (0.5 pt.)
- $P(x=0.5)$ (0.5 pt.)
- $P(x<0.5)$ (0.5 pt.)
- Obtain the mean of x and its standard deviation (0.5 pt.)
- Calculate $F(x)$ (0.5 pt.)

In a 2D random variable with the following distribution function:

$$F(x, y) = xy - 2x - 2y + 4 \quad \begin{matrix} x \in [2, 3] \\ y \in [2, 3] \end{matrix}$$

- Make sure $F(x,y)$ is well defined. (0.5 pt.)
- Calculate $f(x,y)$? (1 pt.)
- Calculate the covariance. (0.5 pt.)

Part 2.2. Disc. Models (5 pts.)

A game is won when you draw two equally colored balls out of a box containing 5 blue balls and 4 red ones twice in a row. Each draw you take only two balls from the box.

If you play 40 times:

- a) what is the probability of never winning? (1.5 pts.)
- b) What is the probability of winning at least twice? (1.5 pts.)
- c) what is the probability of winning between 20 and 30 times? (2 pts.)

Part 3.1. Cont. Models (5 pts.)

A freight train has a number of boxes distributed following a normal distribution $N(100,10)$. The train has an average of 2 wagons.

- a) What is the probability of a given train transporting over 200 boxes? (4 pts.)
- b) What is the most probable amount of wagons the train can have? (1 pt.)

Part 3.2. Inference (5 pts.)

Studying the (daily total) flow of a stream for 20 days, a group of researchers have obtained the following data: the mean of the caudal of the stream is of $25.2 \cdot 10^4$ l/day, its variance is $104 \cdot 10^8$ l²/day².

Can they assume the average flow to be $21 \cdot 10^4$ l/day, using only the given sample data? (1pt.)

If they were aware of the stream flow's variance to be globally $81 \cdot 10^8$ l²/day², can they still assume the average flow to be $21 \cdot 10^4$ l/day? (1pt.)

Why are the intervals in a) and b) different. (1pt.)

Is the $81 \cdot 10^8$ l²/day² variance acceptable knowing what we know about the sample? (2pts.)

7.5 ANEXO 5. ENUNCIADO PRUEBA A LARGO PLAZO CURSO 13/14

1. Out of these regression lines which has $R^2=0.8$?
 - ☐ $y/x: y=10x-2$; $x/y: y-8x=3$
 - ☐ $y/x: y-10x-2=0$; $x/y: y+8x=0$
 - ☐ $y/x: y-8x=2$; $x/y: y=10x-5$
 - ☐ $y/x: y-8x-5=0$; $x/y: y=-10x-7$
2. Two suppliers offer a machine part with the required 1" diameter. Samples indicate that supplier A's product has a standard deviation of 0.12 in. and supplier B's product has a standard deviation of 0.15 in. Which of the following statements is true?
 - ☐ A offers a more homogeneous product.
 - ☐ B offers a more homogeneous product.
 - ☐ The standard deviation has no relationship to the quality of the product.
 - ☐ Only the mean is important in buying the machine part.
3. True or False? If False, correct it. The standard deviation is a point in a distribution.
 - ☐ True
 - ☐ False. Correction:
4. True or false? If false, explain why. If the standard deviation of a set of scores is zero, all the scores have the same value.
 - ☐ True
 - ☐ False. Why?:
5. In a regression between two variables X and Y there are two regression lines that share a single point:
 - ☐ $(\bar{x}, \bar{y})$
 - ☐ (S_x, S_y)
 - ☐ This is untrue, they share two points: $(\bar{x}, \bar{y})$ and (S_x, S_y) .
 - ☐ This untrue, they share no points.

6. Parting form a one dimensional continuous random variable defined between 2 and 4, what is the probability of $x=3$?
- ☐ $P(x=3)=0$
 - ☐ $P(x=3)>0$
 - ☐ $P(x=3)<0$
 - ☐ $P(x=3)\neq 0$
7. R^2 the correlation coefficient that gives us the goodness of fit for a regression is always:
- ☐ between -1 & 1.
 - ☐ greater than 1.
 - ☐ the ratio of the covariance squared and the multiplication of both variances.
 - ☐ none of the above.
8. The regression line X/Y :
- ☐ allows the estimation of x given values of y .
 - ☐ allows the estimation of y given values of x .
 - ☐ has a positive slope.
 - ☐ cannot be calculated without an R^2 of at least 0.7.
9. A regression line must not be used when:
- ☐ the value of x is very low.
 - ☐ the value of R is close to 0.
 - ☐ The value of y/x is between 0 and 0.3.
 - ☐ The value of x/y is between 0 and 0.3.
10. (Choose the most correct) The slopes:
- ☐ are always the same sign in both lines.
 - ☐ are always the same sign as the covariance.
 - ☐ are never opposite.
 - ☐ All of the above are true.

7.6 ANEXO 6. ENUNCIADO PRUEBA A LARGO PLAZO CURSO 14/15

1. Which of the following is a valid probability value for a discrete random variable?
 - ☐ 0.2
 - ☐ 1.5
 - ☐ -0.7
 - ☐ All of the above.
2. Suppose that X is a random variable that can assume the values 1, 2, and 3. If $P(X = 1) = 0.1$ and $P(X = 2) = 0.2$, what is $P(X = 3)$?
 - ☐ 0.3
 - ☐ 0.5
 - ☐ 0.7
 - ☐ 0.9
3. With a distribution of 5 points of data, when I add 3 to the value of the last point, the **mode** is modified by:
 - ☐ +0.6
 - ☐ There is insufficient information
 - ☐ +3
 - ☐ It is not modified.
4. Which of these is NOT a measure of centrality
 - ☐ Mean
 - ☐ Range
 - ☐ Median
 - ☐ Mode
5. Which of these is NOT a measure of dispersion
 - ☐ Standard deviation
 - ☐ Asymmetry coefficient
 - ☐ Kurtosis
 - ☐ Percentile
6. The possible values for the correlation coefficient, R , are:
 - ☐ $R \leq 1$
 - ☐ $-1 \leq R \leq 1$

- ☐ $0 \leq R \leq 1$
 - ☐ $0 \leq R \leq 10$
7. R^2 the correlation coefficient that gives us the goodness of fit for a regression is always:
- ☐ between -1 & 1.
 - ☐ greater than 1.
 - ☐ the ratio of the covariance squared and the multiplication of both variances.
 - ☐ none of the above.
8. The regression line X/Y:
- ☐ allows the estimation of x given values of y.
 - ☐ allows the estimation of y given values of x.
 - ☐ has a positive slope.
 - ☐ cannot be calculated without an R^2 of at least 0.7.
9. A regression line must not be used when:
- ☐ the value of x is very low.
 - ☐ the value of R is close to 0.
 - ☐ The value of y/x is between 0 and 0.3.
 - ☐ The value of x/y is between 0 and 0.3.
10. (Choose the most correct) The slopes:
- ☐ are always the same sign in both lines.
 - ☐ are always the same sign as the covariance.
 - ☐ are never opposite.
 - ☐ All of the above are true.

7.7 ANEXO 7. HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADO PARA LA CONFECCIÓN DE LOS VIDEO-TUTORIALES DE AULA UE

Ordenador portátil:

- LG R410, Speed 2Ghz, RAM 4GB

Sistema operativo:

- Windows 7 Home Basic

Software de edición de sonido:

- Audacity 2.1.0
- Software libre, de código abierto, multiplataforma para grabación y edición de sonido
- <http://audacity.sourceforge.net/>

Software de edición de video:

- Camtasia Studio
- Versión 8.1.1 (Build 1313) Jun 25 2013. Multi-User Licence.
- <https://www.techsmith.com/camtasia.html>

Hardware de edición gráfica:

- Pizarra digital Interwrite (eInstruction)

Software de edición gráfica:

- Interwrite Workspace.

NOTA: Aunque el software viene incluido en CD junto con la pizarra, existe también un enlace de descarga en la página web oficial del importador para España (Artigraf). En la página web siempre estarán las actualizaciones más recientes del software.

La descarga e instalación requiere de un código o número de serie. También existe una versión de prueba de 45 días. Una vez instalado el software en el ordenador, funcionan todas las opciones aun sin tener la pizarra conectada. Enlace de descarga: <http://www.artigraf.com/servicios/drivers.htm>

Sistemas operativos en los que funciona: Windows, Linux y Mac

Disponibilidad en las lenguas oficiales de España: castellano, catalán, euskera y gallego.

7.8 ANEXO 8. ENUNCIADO DEL TRABAJO EN GRUPO

Project description

Go to the page <http://data.worldbank.org/country/spain>, there you will find a download link for a data sheet in the section World Development Indicators.

Download in Excel format and perform a descriptive analysis throughout time on two of the variables listed below (you can pick any two at random). Then compare them through regression and make a reasoned analysis of the results, including the correlation (or lack of correlation) of both variables.

The analysis of each variable must take up half a page approximately and the further regression analysis another half page. This must be uploaded in PDF format to this activity link.

- CO2 emissions from solid fuel consumption (% of total)
- CO2 intensity (kg per kg of oil equivalent energy use)
- CO2 emissions (kg per 2005 US\$ of GDP)
- CO2 emissions (kt)
- CO2 emissions from liquid fuel consumption (kt)
- CO2 emissions from liquid fuel consumption (% of total)
- CO2 emissions (metric tons per capita)
- CO2 emissions from solid fuel consumption (kt)
- CO2 emissions from solid fuel consumption (% of total)
- CO2 emissions from residential buildings and commercial and public services (million metric tons)
- CO2 emissions from residential buildings and commercial and public services (% of total fuel combustion)

7.9 ANEXO 9. GUÍA DE ESTILO DE AULA UE

Cartela inicial y final:

