

Desde la adaptación a la innovación educativa en tiempo de pandemia

Lucía Díaz Vilariño (Coord.)



**Desde la adaptación a la innovación
educativa en tiempo de pandemia**



VIA DOCENDI
Colección de Innovación Educativa · 3

Desde la adaptación a la innovación educativa en tiempo de pandemia

Lucía Díaz Vilariño
(Coord.)



ULPGC
Universidad de
Las Palmas de
Gran Canaria

Servicio de
Publicaciones y
Difusión Científica

2022

DESDE la adaptación a la innovación educativa en tiempo de pandemia / Lucía Díaz Vilariño (coord.) -- Las Palmas de Gran Canaria : Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Servicio de Publicaciones y Difusión Científica, 2022

1 archivo PDF (208 p). – (Vía docendi, Colección de innovación educativa ; 3)

ISBN 978-84-9042-445-2

1. Enseñanza - Innovaciones 2. Tecnología educativa 3. Educación Superior

4. COVID-19 I. Díaz Vilariño, Lucía, coord. II. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, ed III. Serie

371.3

Thema: JNF, JNK, JNM

Colección *Via Docendi*

Director: David de la Cruz Sánchez Rodríguez

Grupo de Innovación Educativa en Aplicaciones Tecnológicas para la enseñanza de las TIC (ATETIC) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

© de los textos: los autores

© de la ilustración de la portada y logotipos de la colección: Smara Alonso Martín

© de la edición: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Servicio de Publicaciones y Difusión Científica
<https://spdc.ulpgc.es/> • serpubli@ulpgc.es

Primera edición electrónica [archivo PDF],
Las Palmas de Gran Canaria, 2022

ISBN: 978-84-9042-445-2

DOI: <https://doi.org/10.20420/1690.2022.650>

Producción:
Servicio de Publicaciones y Difusión Científica


UNIÓN DE EDITORIALES
UNIVERSITARIAS ESPAÑOLAS
www.une.es

Esta editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional


Distribuidor de información del libro español en venta

Producido en España. *Produced in Spain*

Reservados todos los derechos por la legislación española en materia de Propiedad Intelectual.

Ni la totalidad ni parte de esta obra puede reproducirse, almacenarse o transmitirse en manera alguna por medio ya sea electrónico, químico, óptico, informático, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo, por escrito de la editorial.

Índice

Presentación.....	15
1. Gamificación y COVID: métrica de motivación en tiempos de pandemia.....	17
Lidia Aguiar-Castillo, Edgar Arce-Santana, José Martín Luna-Rivera, Víctor Guerra-Yáñez, Rafael Pérez-Jiménez	
1. Introducción.....	18
2. Marco teórico.....	20
2.1. Educación y gamificación.....	20
2.2. Cadenas de Markov aplicadas a la educación.....	21
2.3. Motivación: estrategias de gamificación.....	24
3. Propuesta metodológica.....	25
3.1. Desarrollo de la app gamificada.....	25
3.2. Un modelo matemático para la estimación de la motivación.....	27
3.2.1. Función de utilidad (FU).....	28
3.2.2. Modelo de Markov (MM).....	29
4. Resultados.....	33
5. Discusión.....	35
6. Conclusiones y líneas futuras.....	36
7. Referencias.....	38
2. Ingeniería online: una propuesta docente para Hidrología Forestal.....	43
Xana Álvarez, Carolina Acuña-Alonso, Juan Luis Rodríguez, Ángeles Cancela	

1. Introducción	44
2. Marco teórico	45
2.1. Plataforma Campus Remoto Uvigo para la docencia online	45
2.2. Plataforma Moovi/Moodle	46
2.3. HEC-HMS: Modelización hidrológica	46
2.4. Aprendizaje Basado en Proyectos	47
3. Descripción general de la asignatura	48
4. Propuesta metodológica	49
4.1. Descripción de la experiencia global.....	50
4.2. Descripción de la propuesta: Marco teórico	50
4.2.1. Creación de un banco de preguntas.....	50
4.3. Evaluación del marco teórico	51
4.4. Descripción de la propuesta: Marco práctico	51
4.4.1. Proyecto 1. Definición de componentes de una cuenca. Polígonos de Thiessen.....	53
4.4.2. Proyecto 2. Modelo de perdidas NC y Green-Amp.....	54
4.4.3. Proyecto 3. Modelo de transformación Snyder y Modelo de circulación Muskingum	54
4.4.4. Proyecto 4. Calibración del modelo y cálculo a la salida total de la cuenca.....	54
4.4.5. Proyecto 5. Introducción de embalses. Simulación del régimen natural de la cuenca y simulación del régimen alterado.....	55
4.4.6. Proyecto 6. Estudio hidrológico para el proyecto de construcción de un puente	55
4.5. Evaluación del marco práctico	56
5. Resultados y discusión	57
5.1. Objetivos alcanzados.....	57
5.2. Incidencias en el desarrollo.....	58
5.3. Percepciones de los estudiantes.....	58
5.4. Análisis estadístico de las calificaciones finales.....	60
6. Conclusiones y líneas de investigación futuras	61
7. Referencias	62

3. Transformación post-pandemia COVID-19 en la educación superior. Una fantástica oportunidad de evolucionar hacia otras formas de aprender, enseñar y evaluar	65
Juan-Francisco Álvarez-Herrero	
1. Introducción	66
2. Marco teórico	67
2.1. Enseñanza-aprendizaje durante el confinamiento por la COVID-19	68
2.2. Enseñanza-aprendizaje tras el confinamiento.....	72
2.3. Buenas prácticas y recursos en la enseñanza online y en la educación superior	74
3. Propuesta Metodológica	75
4. Discusión.....	79
5. Conclusiones y Líneas Futuras	80
6. Bibliografía	81
4. Educación universitaria en la Facultad de Arquitectura y Entorno Construido de la TU Delft durante la pandemia de COVID-19.....	87
Jesús Balado Frías	
1. Introducción	87
2. Marco temporal	89
3. El año académico y la pandemia de COVID-19.....	93
3.1. Estructuración del año académico.....	93
3.2. Niveles de restricciones	94
4. Docencia y evaluación.....	95
4.1. Docencia online	95
4.2. Presencialidad	98
4.3. Evaluación online	104
4.4. Graduaciones y defensas.....	109
5. Vida académica	110
5.1. Vida universitaria	110
5.2. Vida docente.....	111
6. Conclusiones	112

Agradecimientos	113
Bibliografía.....	113
5. El Foro virtual como herramienta de debate e indagación durante la pandemia del Covid-19: un estudio de caso.....	117
Aránzazu Berbey-Alvarez, Félix R. Henríquez-Espinosa	
1. Introducción	118
2. Marco teórico.....	118
2.1. Diseño, marco conceptual y administración de contenidos.....	120
2.2. Conexión entre foros virtuales y pensamiento crítico.....	121
2.3. Estudios metodológicos (cuantitativos, cualitativos y mixtos)	122
2.4. Estudios cuantitativos.....	122
2.5. Estudios cualitativos.....	123
2.6. Estudios mixtos.....	123
2.7. El impacto positivo de los foros virtuales.....	124
2.8. Estudios comparativos de foros con herramientas sociales de comunicación	125
3. Propuesta metodológica	125
3.1. Descripción de las asignaturas y grupo de estudiantes.....	125
3.2. Descripción de las plataformas de educación virtual institucionales.....	126
3.3. Descripción de las reglas generales de los foros	127
3.4. Resumen de preguntas y su relación temática por asignatura.....	127
4. Resultados.....	130
5. Discusión.....	133
5.1. Evaluación del desempeño de las comunicaciones del curso	134
6. Conclusión y líneas futuras	134
7. Agradecimientos	135
8. Referencias.....	135

6. Medidas de evaluación telepresencial en la realización de un examen de prácticas	145
Daniel Bondyale-Juez, Vanesa Romero-Kutzner, M ^a Ascensión Viera-Rodríguez, May Gómez	
1. Introducción	146
2. Marco teórico.....	147
3. Propuesta metodológica.....	149
3.1. Examen de Prácticas Presencial.....	149
3.2. Examen de Prácticas Online	150
3.3. Encuesta de satisfacción y opinión	152
3.4. Análisis estadísticos	152
4. Resultados	152
5. Discusión	154
5.1. Análisis de la dedicación y otros aspectos de la prueba online	154
5.2. Valoración de la encuesta de opinión de los examinandos.....	156
5.3. Análisis de ventajas, limitaciones y oportunidades de ambas modalidades.....	158
6. Conclusiones.....	160
Agradecimientos.....	161
Bibliografía	162
7. Tecnología Inmersiva para la educación en Ciencias de la Salud en situación de COVID-19. Experiencia práctica en docencia en Anatomía para el Grado de Medicina	165
Pedro L. Castro, M. Maynar, M. A. Rodríguez-Florida	
1. Introducción	166
1.1. Realidad Virtual	167
1.2. Realidad Aumentada	167
1.3. Vídeos 360.....	168
1.4. Hápticos.....	168
1.5. Sonido envolvente.....	168
1.6. Visualización Estereoscópica.....	168

1.7. Hologramas.....	169
2. Marco metodológico.....	170
2.1. Aportación de la Tecnología Inmersiva a los métodos educativos en sanidad.....	171
2.2. Contexto metodológico.....	171
2.3. Nuestra propuesta en el contexto de COVID-19.....	172
3. Propuesta metodológica.....	173
3.1. Muestra.....	173
3.2. Recursos y organización de sesiones.....	174
3.3. Encuesta de satisfacción.....	175
3.4. Análisis estadístico.....	176
4. Resultados.....	176
5. Discusión.....	178
6. Conclusiones y líneas futuras.....	183
7. Referencias.....	184
8. Software libre para aprendizaje autónomo: Topografía, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica en el ámbito Forestal.....	187
Juan Luis Rodríguez, Xana Álvarez, Carolina Acuña-Alonso, Ana Novo	
1. Introducción.....	188
2. Marco teórico.....	191
2.1. Plataforma Campus Remoto Uvigo para la docencia online.....	191
2.2. Plataforma Moovi/Moodle.....	192
2.3. Aprendizaje cooperativo asociado a Aprendizaje Basado en Proyectos.....	193
2.4. Descripción general de la asignatura.....	193
3. Propuesta metodológica.....	196
3.1. Descripción de la experiencia global.....	197
3.2. Descripción de la propuesta: Marco teórico.....	197
3.3. Descripción de la propuesta: Marco práctico.....	199
4. Resultados y discusión.....	202
4.1. Objetivos alcanzados.....	203

4.2. Incidencias en el desarrollo	203
4.3. Percepciones de los estudiantes.....	203
4.4. Análisis estadístico de las calificaciones finales.....	203
4.5. Discusión.....	204
5. Conclusiones y líneas de investigación futuras.....	205
6. Referencias.....	206

Presentación

La educación superior se enfrenta a un nuevo paradigma a raíz de la crisis causada por el COVID-19, y que ha puesto en evidencia las carencias y fortalezas de nuestro sistema educativo ante eventos extremos. La incidencia de la pandemia en el tiempo ha supuesto un antes y un después en los planes educativos de todo el mundo, haciendo necesario replantear el enfoque de la educación en general y obligando a adaptar de forma inmediata la educación presencial a una educación online de emergencia.

El amplio desarrollo tecnológico que se ha sucedido en los últimos años ha venido conduciendo a un paulatino progreso digital en educación. El aumento de capacidades de dispositivos móviles y su bajo precio han permitido democratizar la adquisición y el uso de aplicaciones informáticas en el entorno educativo. Sin embargo, este marco, catalizado por la pandemia global del COVID-19, ha ocasionado el aumento y necesidad del uso repentino de este tipo de aplicaciones en los procesos educativos, poniendo de relevancia la aún existente brecha tecnológica de la sociedad. Aunque actualmente se desconoce el alcance completo de la crisis causada por la COVID-19, es esencial considerar posibles escenarios de distanciamiento social para comenzar el proceso de preparación post-COVID, en el que se contemple que el proceso de aprendizaje pueda realizarse y adaptarse para ser accesible, inmediato, interactivo e independiente del contexto físico en el que se produzca. Tecnología y educación evolucionan en paralelo, y las necesidades educativas conducen a un progreso digital al que es necesario adaptarse.

A lo largo de estos ocho capítulos, este Volumen 3 *'Desde la adaptación a la innovación educativa en tiempos de pandemia'* de la colección de Innovación Educativa VIA DOCENDI, muestra un compendio de experiencias y reflexiones que analizan los efectos que la pandemia ha causado en el sector de la educación superior. En sus páginas se analiza el rol de la tecnología y el cambio

de paradigma que atraviesa la educación superior, acelerado a raíz de la crisis causada por el COVID-19, así como valiosas lecciones que debemos extraer para afrontar con garantías esta época post-pandemia.

Lucía Díaz-Vilariño

Gamificación y COVID: métrica de motivación en tiempos de pandemia

1

Lidia Aguiar-Castillo^a, Edgar Arce-Santana^b, José Martín Luna-Rivera^b,
Víctor Guerra-Yáñez^a, Rafael Pérez-Jiménez^a

^aIDeTIC, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

^bUniversidad Autónoma de San Luis Potosí

lidia.aguiar@ulpgc.es; arce@fciencias.uaslp.mx; victor.guerra@pi-lighting.com;
mlr@fciencias.uaslp.mx; rafael.perez@ulpgc.es

Resumen:

Dada la coyuntura en el mundo actual con la pandemia de COVID-19, y el creciente uso de herramientas de gamificación en la educación con objeto de motivar al estudiante, se propone un estudio fundamentado en un modelo de Markov para valorar la motivación durante el proceso de formación en educación superior. Se mide la evolución de los egresados de una Facultad de Administración de Empresas al utilizar una aplicación de smartphone gamificada. La conducta de los egresados se valora mediante la colaboración en foros planteados por HEgameApp, y el reconocimiento dado por sus condiscípulos. Se define una función de utilidad para obtener un estimador estadístico utilizado en la asignación de estados de motivación de los integrantes del estudio. Por añadidura se asigna una función de decrecimiento al valor de los componentes de la función de utilidad para estimar la variación en el tiempo de la motivación durante el proceso de asimilación de conocimientos. La solución encontrada demuestra que, cuando los egresados se involucran en la utilización de la app, obtienen un incremento significativo en sus resultados académicos y en su satisfacción durante el transcurso de la enseñanza de la asignatura. Además, la realimentación positiva que reciben tiene un efecto cuantificable en su motivación.

Palabras clave:

Gamificación, Técnicas de motivación, Modelo de Markov, Smartphones, WebApp.

1. Introducción

La gamificación está considerada de forma general como una estrategia valiosa para incrementar el rendimiento y la satisfacción del alumnado, aumentando su tendencia a colaborar en el proceso de aprendizaje e intensificando su motivación; además, contribuye a la obtención de información relevante y susceptible de ser explotada en otros escenarios con el fin de enriquecer las experiencias en el proceso educativo, sea este presencial, remoto o en formato híbrido, asegurando la atención de todos los estudiantes (Salvador-García, 2021).

La búsqueda de estrategias de motivación para el aula, que incentiven la participación y satisfacción de los universitarios ha sido una labor continua desde que la enseñanza dejó de ser individual. Actualmente, inmersos en el proceso de implantación de tecnologías digitales, sigue siendo una cuestión generalizada, ya que es un hecho habitual encontrar estudiantes que utilizan el smartphone de forma sistemática con objetivos diferentes a los del estudio durante las clases. A eso se le suman las circunstancias derivadas de la pandemia que vivimos, que ha obligado a usar la enseñanza online incluso en aquellos ámbitos previstos como presenciales. Tampoco parece que la prohibición de los teléfonos móviles en la educación ni la aplicación de algún tipo de medidas punitivas haya demostrado ser eficaz. Es más, la influencia de la tecnología en todos los aspectos de nuestra vida cotidiana hace difícil prescindir de su uso. Sin embargo, esa misma tecnología proporciona una serie de instrumentos que pueden ser empleados para incrementar el grado de motivación de los alumnos cuando desempeñan sus deberes de estudio.

La gamificación es una estrategia de motivación que utiliza componentes de las estructuras de los juegos en un ámbito no lúdico. Se ha empleado exhaustivamente en los últimos tiempos para incrementar la integración de los estudiantes en los procedimientos de su formación (especialmente en la educación superior), haciéndolos agradables, más atractivos y productivos (Deterding et al. 2011). Se puede declarar que la motivación, establecida como la aspiración o la inclinación a implicarse y perseverar en una tarea, es el eje principal de la gamificación (Barber 2018; Barber y Smutzer 2017). Los estudios de los investigadores de procesos educativos han analizado habitualmente la motivación desde una óptica estática, asumiéndola como una foto en un instante de muestreo determinado. Sin embargo otras investigaciones, más adaptadas a la realidad advierten de que los modelos de contribución de los alumnos muestran una importante componente variable, es decir, la motivación evoluciona a lo largo del tiempo. Si no se tienen en cuenta estas oscilaciones, las diversas investigaciones con respecto a la motivación pueden con-

cluir de forma errónea (Sauermann y Franzoni 2015). Por lo tanto, una perspectiva dinámica posibilita estudiar incentivos o variables dependientes del tiempo, que pueden ser intrínsecas o extrínsecas y afectar a los cambios en los estados de motivación. Desde esta perspectiva, el objetivo de este análisis es estudiar la variabilidad de la motivación de los usuarios, continuando con los supuestos de Chen, Wei, y Zhu, (2017) donde se examinan, partiendo de un caso experimental, la conexión entre el proceso de motivación y las aportaciones voluntarias de los participantes de comunidades online.

Para ellos, este estudio pretende generar un instrumento de medida preparado para pronosticar las situaciones de motivación de los usuarios en un marco de educación superior fundamentado en los incentivos provenientes de herramientas de gamificación. Este pronóstico se realiza analizando un aula universitaria online para la que se diseña una herramienta basada en una aplicación gamificada denominada HEgameApp, construida como un programa cuyo objetivo es el intercambio de información que les sirva a sus estrategias de aprendizaje. Esto posibilita la identificación del estado de motivación de un estudiante o un conjunto de estudiantes durante la duración de un curso académico utilizando un Modelo de Markov Bayesiano (en adelante MM). HEgameApp intenta conseguir que los alumnos adquieran hábitos útiles para el estudio procedentes de las conductas provocadas por la gamificación. Para ello, es necesario conocer la dinámica de motivación de los alumnos. De este modo, se pueden identificar en tiempo real los cambios de estado en este proceso. Por lo tanto, en el mismo momento en que se observa que la motivación de los alumnos decae, es posible incorporar motivadores para recuperar los estados altos de motivación, lo que, como hemos comprobado, coincide con el aumento de las puntuaciones de los alumnos en las materias.

La herramienta propuesta, basada en la gestión de la movilidad, clasifica la comunidad online creada en función del estado de motivación. Esta segmentación capacita al docente para encontrar la ocasión idónea, en un período determinado, en el que se precisa tomar alguna decisión que incremente la motivación y cambie la conducta de los estudiantes. Para ello se han propuesto MM, alimentados por los datos generados por la comunidad online, y a través de una función de utilidad conformada por los atributos provenientes de las aportaciones o valoraciones de los estudiantes. Además, se ha aplicado una función de decaimiento, habida cuenta que la motivación del estudiante tiende a decaer con el tiempo.

A continuación, este trabajo se organiza como sigue. En el epígrafe 2 se presentan los fundamentos teóricos del vínculo entre motivación y educación.

El epígrafe 3 muestra cómo se desarrolló la experimentación de gamificación propuesta y describe detalladamente el modelado matemático del enfoque bayesiano de gestión de la movilidad planteado y la base de su desempeño para la valoración de la motivación. A continuación, en la sección 4 se presentan los resultados de la herramienta de medición de la motivación recomendada empleando la base de datos con las conductas de gamificación derivada de la prueba. En la siguiente sección se hace una discusión y reflexión sobre los resultados. Por último, en la sección 6 se exponen las conclusiones y los trabajos futuros.

2. Marco teórico

2.1. Educación y gamificación

Los avances tecnológicos y su continuo progreso han transformado la forma en que se realizan las actividades educativas, especialmente aquellas que se relacionan con el aprendizaje, los educadores tienen la oportunidad de introducir e integrar actividades de aprendizaje basadas en el juego a través de la tecnología en los procesos de aprendizaje. La incorporación de herramientas lúdicas en este proceso ha visto surgir un concepto muy singular de aprendizaje basado en el juego. Según Zarzycka-Piskorz (2016), se trata básicamente del uso de elementos de juego y técnicas de diseño de juegos en contextos no lúdicos. El aprendizaje basado en el juego o la gamificación educativa se basa en la naturaleza experimental de estas herramientas lúdicas que permiten a los alumnos la oportunidad de participar plenamente en el ciclo de aprendizaje. Las plataformas orientadas al juego e impregnadas de elementos de aprendizaje suelen estar diseñadas a partir de resultados definidos relacionados con los objetivos de enseñanza y aprendizaje en temáticas concretas. A pesar de su orientación lúdica, los principios de diseño que los sustentan se basan en objetivos relativamente específicos del contexto de enseñanza y aprendizaje. Estos principios permiten un mayor compromiso y diversión durante el proceso de aprendizaje. Se ha comprobado que los factores de compromiso y diversión del aprendizaje basado en juegos aumentan la motivación del alumno y mantienen la retención. Zarzycka-Piskorz (2016) destacó que existen pruebas sólidas que demuestran una relación entre el juego y el aumento de la motivación, así como la persistencia de los comportamientos de aprendizaje.

Las herramientas de aprendizaje basadas en juegos complementan las prácticas pedagógicas con nuevas soluciones tecnológicas. Wang, Zhu y Sætre

(2016) señalaron que estas herramientas representan una nueva generación de sistemas de respuesta de los estudiantes que se centra en la motivación y el compromiso. Herramientas como HEgameApp son capaces de aumentar la motivación y el compromiso (lo que promueve el aprendizaje), y, además son útiles para evaluar la comprensión de los estudiantes de una temática. Y lo que es más significativo, la gamificación desarrolla las capacidades meta-cognitivas de los alumnos, promueve la empatía y fomenta las habilidades de trabajo en equipo. Por otra parte, los investigadores Wang y Lieberoth (2016) encontraron que las herramientas de gamificación pueden afectar a la concentración, el compromiso, el disfrute y la motivación, además de a la dinámica del aula de forma significativa y positiva.

En resumen, la gamificación supuestamente ofrece una gran cantidad de beneficios y permite a los educadores ser creativos y a los estudiantes estar motivados, intrínseca y extrínsecamente. El aprendizaje basado en juegos proporciona una emoción de lo ordinario, una emoción que está ausente de la educación tradicional. Estas aplicaciones pueden hacer que los estudiantes disfruten y persistan haciendo tareas que normalmente no harían. En su comentario sobre la gamificación, McGonigal (2011, p. 124) afirmó con bastante acierto lo siguiente: “El mundo real simplemente no ofrece con tanta facilidad los placeres cuidadosamente diseñados, los retos emocionantes y el poderoso vínculo social que ofrecen los entornos virtuales. La realidad no nos motiva tan eficazmente. La realidad no está diseñada para maximizar nuestro potencial. La realidad no está diseñada... para hacernos felices. La realidad, comparada con los juegos, está rota.”.

Por lo tanto, el estudio de clasificadores de motivación y compromiso de los alumnos, como las cadenas de Markov (en adelante CM), parece ser relevante para conocer la influencia de la motivación en el aprendizaje. Este estudio, en el contexto de la educación superior tiene como objeto valorar si estas herramientas resultarían útiles para los alumnos universitarios. (Tan Ai Lin, Ganapathy y Kaur 2018).

2.2. Cadenas de Markov aplicadas a la educación

Atendiendo a los estudios de los últimos años, se puede encontrar un incremento de uso de las CM en el análisis de los procesos educativos aplicados a diferentes elementos del ámbito de la educación. Una de estas aplicaciones es el uso de las CM para analizar el rendimiento y progreso académico. La progresión de los estudiantes hacia la finalización de sus títulos de educación superior posee características estocásticas y, por lo tanto, puede modelarse como

CM. Dicha aplicación tendría un alto valor práctico para la estimación y el seguimiento continuo de diversos indicadores de calidad y eficacia de un programa de estudios de educación superior determinado. El modelo se aplicaría para investigar el patrón de matrícula de los estudiantes y su rendimiento académico en una institución de educación superior. Utilizando los registros de admisión de los estudiantes se calcularía la progresión de los estudiantes hacia la siguiente etapa del programa de estudios. Se determinaría el tiempo esperado que pasa un estudiante en una etapa particular, así como la duración esperada del estudio. Así se obtendrían las probabilidades de graduación y baja, prediciendo la matrícula de estudiantes para los siguientes años académicos. Este análisis sería especialmente útil para los gerentes de una institución de educación superior puesto que brinda información útil para planificar las mejoras en la calidad y en la efectividad de los programas de estudio así como para obtener una mejor posición en el mercado educativo (Brezavšček, Pejić Bachy y Baggia 2017).

Por otra parte, investigaciones recientes han incidido en el estudio de las estrategias de tutores para modelar no solo sus intervenciones donde presentan información y definen actividades, sino también el uso de estrategias que fomentan la voluntad y la motivación de los alumnos. Siguiendo la tendencia de investigación de descubrir nuevas formas de evaluación de las estrategias de los docentes, basadas en el desempeño de los alumnos (finalización de las tareas con éxito), se utilizan de sensores fisiológicos. Y, en consecuencia, se estudian las estrategias de motivación que se implementan a través de juegos serios para apoyar ese desempeño y la motivación de los estudiantes. Para ello se han utilizado modelos ocultos de Markov basados en el modelo ARCS de motivación de Keller (Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción) y junto a datos electrofisiológicos (frecuencia cardíaca FC, conductancia cutánea SC y electrocardiogramas EEG). Estos análisis han sido capaces de identificar patrones fisiológicos correlacionados con diferentes estrategias motivacionales (Derbali, Ghali y Frasson 2013).

De la misma forma se ha procedido a estudiar con los modelos de Markov las categorizaciones de que etiquetan a los estudiantes universitarios como estudiantes a tiempo completo o parcial. Puesto que en muchas universidades los patrones de inscripción de los estudiantes pueden ser muy complicados, ya que no es raro que los estudiantes alternen entre la inscripción a tiempo completo y a tiempo parcial cada semestre en función de las finanzas, la programación o las necesidades familiares, este esfuerzo de categorizar es útil para correlacionarlo con variables como la del rendimiento académico. En este sentido existen investigaciones que han establecido que los estudiantes a

tiempo completo mantienen mejores resultados que sus contrapartes a tiempo parcial, sin embargo hay escasos estudios que hayan examinado el impacto de los patrones de matrícula mixtos en los resultados académicos. La aplicación de un modelo oculto de Markov identifica las estrategias de matrícula de los estudiantes de acuerdo con tres categorías diferentes: matrícula a tiempo parcial, a tiempo completo y mixta. De acuerdo con esa clasificación de matrícula se han comparado los resultados del desempeño académico en cada estado concluyendo que los estudiantes de matrícula mixta tienen un rendimiento más cercano al de los estudiantes de tiempo completo que al de los estudiantes que se demoran más en el tiempo para terminar sus estudios. Tal hallazgo sugiere que una mayor inscripción de materias a tiempo completo conduce a mejores resultados generales (Boumi y Vela 2019).

Asimismo, la educación de calidad es un elemento fundamental en el desarrollo económico, político y social de cualquier país. Por lo tanto, la previsión de matrículas es necesaria en la educación superior para ayudar a las universidades en la preparación de sus marcos educativos además de la preparación del presupuesto, proporcionando todas las instalaciones necesarias y planificando los objetivos generales a corto y largo plazo. El patrón de evaluación de los estudiantes y su desempeño académico se puede definir partiendo de un modelo de cadena de Markov(en adelante MCM) donde se analizan las tasas de absorción, retención y repetición de los estudiantes en los distintos programas académicos. De esta manera, se determina la duración esperada de la escolaridad antes de graduarse además de estimar la probabilidad de los desempeños de los estudiantes a largo plazo. En resumen, algunos investigadores usan el MCM para describir el patrón estocástico de la matrícula y la evaluación de los estudiantes (Yahaya y Hasan 2021).

Otras investigaciones se centran en modelar el flujo de estudiantes en el sistema educativo con un proceso estocástico que depende principalmente de las cadenas de Markov para predecir el número de estudiantes graduados para los siguientes años. El modelo se ha aplicado para estimar el número de total de estudiantes en los diferentes niveles de posgrado además de la proporción de estudiantes cuya graduación se completó y de aquellos que tuvieron retraso en la conclusión de sus estudios, además de el número y el ratio de alumnos que abandonaron los estudios, de forma imperativa o voluntaria (Adam, 2015).

De manera análoga se ha investigado si es posible clasificar los datos de las series temporales procedentes de un sistema de gestión del aprendizaje gamificado de forma que se pudiera distribuir la supervisión del profesor de manera más eficiente entre los estudiantes que tienen más probabilidades de

fracasar, lo que motiva la posibilidad de aumentar la tasa de retención y finalización de los estudiantes (Elmäng 2020).

En otro orden de cosas, y partiendo de la idea de que la mayoría de los sistemas de aprendizaje gamificados fueron diseñados sin considerar las personalidades de los diferentes estudiantes, otros investigadores combinan técnicas de gamificación, clasificación y adaptación para incrementar la efectividad del e-learning clasificando a los estudiantes en diferentes tipos de jugadores en función de su interacción con el sistema gamificado (Daghestani et al. 2020).

Finalmente, en cuanto a la medición de la motivación derivada de la gamificación, en el entorno de la educación universitaria no parecen existir muchas investigaciones, más allá de la del propio equipo investigador que propone este capítulo (Aguiar-Castillo et al. 2020). Sin embargo existe investigaciones que aplican los modelos basados en cadenas de Markov para medir la motivación en cursos MOOC. Para estudiar el cambio en la capacidad de aprendizaje de los alumnos, se utiliza un modelo oculto de Markov que analiza el proceso de aprendizaje continuo de los alumnos de los MOOC donde caracteriza la capacidad de aprendizaje alta y baja de los estudiantes y la correlaciona con la motivación. De forma que se puede analizar las diferencias entre los comportamiento de aprendizaje de los participantes en las actividades propias de aprendizaje y el aprendizaje continuo (Chen, Han y Xia 2020).

2.3. Motivación: estrategias de gamificación

Gamificación y motivación van de la mano, están íntimamente ligados. Partiendo de una base teórica, los fundamentos de los instrumentos de gamificación tienen su origen en las motivaciones individuales, puesto que requiere de los recursos propios del juego para fomentar un cambio de conducta (Ma y Agarwal 2007; Porter y Donthu 2008). Se hace uso en este estudio de la teoría de la autodeterminación (SDT) que basa sus proposiciones en la división de la motivación en dos categorías: (i) la motivación extrínseca que se compone de agentes externos al sujeto que provocan la conducta mediante recompensas tangibles, y (ii) la motivación intrínseca que se forma a partir de agentes internos como los propios anhelos, valores, autodeterminación o el sentido de formar parte de un grupo (Deci y Ryan 2012). Además, a estas dos subdivisiones, se le suma la motivación extrínseca internalizada (Van Krogh et al. 2004) que, aunque surge de influencias externas, como el prestigio, consigue de los sujetos una conducta autorregulada. Se produce un fenómeno de internalización de esas influencias externas.

Se puede observar que el desempeño a lo largo de la formación del estudiante y los logros del mismo, están influidos por factores procedentes del conocimiento, pero también de las emociones (Pintrich y De Groot 1990; Tous y Amorós 2007). La motivación, por tanto, afecta al desempeño a lo largo de la formación pero también a las consecuencias de esa formación. Los investigadores de este campo se han ocupado de la motivación contemplando diferentes puntos de vista, pero parece haber un acuerdo en el sentido de considerar los factores intrínsecos como aquellos que repercuten en mayor medida sobre la motivación. Algunos de ellos creen que son las particularidades de cada estudiante los elementos que más influyen en la motivación (Tapia 1998; Lepper 1998), y otros deducen de sus investigaciones que los estudiantes intrínsecamente motivados no sólo progresan en sus estudios sino que obtienen resultados superiores que aquellos que están extrínsecamente motivados (Reeve 2002). No obstante, muy a menudo los universitarios deben estudiar materias que no encuentran sugerentes ni atrayentes pero que son esenciales para su instrucción. Cuando se produce esta coyuntura, la utilización de una estructura de castigos o premios es la única herramienta que les resta a los educadores para fomentar aquellos comportamientos que facilitan el desempeño educativo de los universitarios. En este sentido, la utilización de estrategias basadas en el juego, además de la táctica basada en premios y castigos, ofrece un estímulo añadido a la enseñanza que convierte las tareas formativas en pasatiempos divertidos y amenos (McGonigal 2011). De este modo, el uso de elementos de juego en las actividades de aprendizaje favorece la creación de un ambiente estimulante en un medio de enseñanza, algo que estrategias de gamificación como las usadas por HEgameApp en este estudio permite cumplir y, por tanto, facilita la creación de entornos motivadores.

3. Propuesta metodológica

3.1. Desarrollo de la app gamificada

Continuando el trabajo de Chen, Wei y Zhu (2017), esta investigación trata el análisis de la evolución de la motivación del estudiante de una forma temporal. Se desarrolla una estrategia basado en un MM para identificar el impacto de los procesos de la motivación en un escenario de participación postestativa. Este arquetipo principal establece la mecánica de las aportaciones de los estudiantes y los saltos entre las distintas categorías de motivación. En este estudio, se ha implementado un MM con la información generada durante la utilización de HEgameApp. Se refiere a una aplicación web de gami-

ficación que fue desarrollada con tres propósitos (i) hacer conscientes a los estudiantes de la utilización adecuada de los smartphones en las enseñanzas presenciales, (ii) intercambiar información, y (iii) proporcionar referencias al docente sobre la evolución del estudiante en la materia. El fin último de la integración de HEgameApp en las clases es ofrecer a cada uno de los individuos la oportunidad de implicarse plenamente en sus procesos de aprendizaje. El compromiso de los usuarios se consigue utilizando los beneficios de la gamificación mediante una combinación de gratificaciones basada en puntos. Las investigaciones de Robson et al. (2017) definen una práctica gamificada como aquella que emplea los fundamentos MDE (la mecánica, la dinámica y las emociones) basándose en las peculiaridades de los estudiantes que participan en la práctica del juego. De este modo, la estructura de la HEgameApp persigue una orientación del juego hacia un conjunto uniforme de universitarios con un grado de educación y una edad similares. A pesar de esta orientación, la experiencia gamificada de esta app favorece más a aquellos universitarios socializadores que están inclinados a intercambiar la información que tienen en su poder. Este desarrollo está adaptada a cualquier sitio Web (WebApp), lo que admite su utilización tanto en ordenadores, como tabletas o smartphones sin que importe el sistema operativo en el que corre la aplicación ni la capacidad de almacenamiento, ofreciendo suficiente flexibilidad como para que el usuario tenga a su disposición una amplia gama de dispositivos en los que utilizar la app.

El desarrollo de HEgameApp sigue el marco del MDE (Bartle 1996; Hunicke, LeBlanc y Zubeck 2004) con el siguiente diseño por estratos: el primer estrato (la mecánica) implica la representación de datos y la programación; el segundo estrato (la dinámica) alude a las conductas que se manifiestan a causa de la acción de los estudiantes sobre las mecánicas seleccionadas para el desarrollo de la aplicación; el tercer estrato (las emociones) está claramente vinculado al propósito fundamental del juego que es inducir una réplica emocional del estudiante. En la experimentación desarrollada, se usaron tres estrategias esenciales: la autosatisfacción que hace a los estudiantes conscientes de la importancia de intercambiar información, el premio tangible medido en puntos y, finalmente, el logro del prestigio ante el docente que se materializa como un plus en la calificación al final del estudio de la materia.

HEgameApp incluye cinco cauces con temáticas paralelas (lugares de intercambio de conocimiento) en los que los estudiantes pueden insertar ordenadamente sus aportaciones: Preguntas, Recursos, Presentaciones, Noticias y Otros. Destacamos que las contribuciones con la temática de “Otros” no se consideran para el conteo de puntos, ya que dentro de este cauce se admiten

aportaciones que no estén relacionados con los contenidos del curso. Para la inscripción, se requiere un nombre de usuario y una clave de acceso a la aplicación, lo que asegura la privacidad del estudiante. El estructura de recompensas fundada en la obtención de puntos contempla los siguientes inputs:

1. La cantidad de aportaciones por cauce temático.
2. La cantidad de valoraciones de los condiscípulos: cada estudiante valora las aportaciones de otros colegas.
3. La calidad de las aportaciones según las valoraciones de los condiscípulos (otros universitarios), en un rango de evaluación que va desde el 1 al 5, siendo cinco el grado más elevado y uno el menor.

La ecuación para estimar el valor total mediante la estructura de recompensas por valoraciones, fundamentada en la experiencia de los docentes, es la siguiente:

$$\text{Valor total} = \text{aportaciones} * 0,3 + \text{valoraciones realizadas} * 0,2 + \text{valoraciones recibidas} * 0,1 \quad (1)$$

Adicionalmente, HEgameApp premia la evolución de los alumnos a través de enseñas, que se otorgan por cada cauce temático, escalable en tres categorías posibles según el valor conseguido: bronce, plata y oro. La recompensa de la categoría de bronce se consigue en el momento en que el estudiante haya hecho cinco aportaciones, la de plata, cuando haya efectuado diez aportaciones, y la de oro cuando lo haya llevado a cabo 20 veces. Asimismo, cuando un alumno haya alcanzado los galardones de todos los cauces temáticos, obtendrá un galardón de diamante. Seguidamente se explica la experimentación de gamificación ejecutada a lo largo del curso 2018-2019 cuando se impartían las disciplinas de “Comportamiento organizacional” y “Habilidades de liderazgo” en la facultad de Economía y Administración de Empresas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.

3.2. Un modelo matemático para la estimación de la motivación

El modelo matemático que se ha desarrollado valorar y clasifica la motivación, analizada como un valor que cambia a lo largo del tiempo del proceso de aprendizaje de los alumnos.

3.2.1. Función de utilidad (FU)

Se ha planteado una FU multivaluada para cuantificar la variación de la motivación de los estudiantes a lo largo del proceso formativo. El propósito fue conformar los atributos de esta cuestión empleando los datos originados cuando la comunidad de estudiantes hacen uso de la aplicación.

Sea $IAk_c(x)$ una función indicadora tal que si x pertenece al conjunto $Ak(c)$, el conjunto que comprende todas las aportaciones del alumno k en el cauce temático de interacción c , entonces $IAk_c(x)=1$ de lo contrario $IAk_c(x)=0$. Empleando la relación anterior, se puede establecer el primer atributo de la FU planteada como se muestra a continuación

$$A(t)=x \cdot I \cdot Ak_c(x) \cdot \exp(-\lambda t), \quad (2)$$

donde x se establece como la aportación efectuada en el aula online. Durante los procedimientos de aprendizaje en la realidad, la motivación del estudiante tiene cierta tendencia a disminuir cuando transcurre un cierto periodo de tiempo, los incentivos de la gamificación necesitan ser reactivados. Es por esta razón que se hace necesario modelar el cambio de la motivación originado por una aportación o valoración cuando se desplaza en la línea de tiempo. En esta modelización matemática en (2), se seleccionó una función general bien conocida con un factor de decaimiento exponencial λ , una constante positiva que establece el índice de decaimiento, que es capaz de ser estimado basándose en la duración media de una aportación. Si la variable independiente (el tiempo) se cuantifica en días, la duración media sería por tanto

$$t=14=-\ln 0,5 \cdot \lambda; \lambda=0,05. \quad (3)$$

Del mismo modo, el segundo atributo de la FU cuantifica las opiniones que reciben de los demás alumnos las aportaciones del alumno k en el cauce temático c , es decir:

$$B(t)=x \cdot I \cdot Bk_c(x) \cdot \exp(-\lambda t), \quad (4)$$

donde $Bk(c)$ indica el grupo de valoraciones recibidas por el k -ésimo estudiante en el cauce temático de interacción c . Por último, se añade un atributo de calidad para cuantificar el efecto de las aportaciones del estudiante k , que se representa como:

$$C(t)=xl \cdot I \cdot Ckc(xl) \cdot l \cdot \exp(-\lambda t), \quad (5)$$

donde xl es la valoración efectuada sobre la aportación x con una calificación de $l \in 1, 2, 3, 4, 5$. Se hace notar que la puntuación de la calidad de las aportaciones, según las calificaciones de los compañeros, van desde $l=1$ a 5 .

Así, la FU multivaluada para el k -ésimo alumno en uno de los cauces temáticos de interacción se concreta como

$$Uct=\alpha \cdot A(t)+\beta \cdot B(t)+\gamma \cdot C(t). \quad (6)$$

Por tanto, la FU global sobre los cuatro cauces temáticos de interacción para el alumno k -ésimo puede ser cuantificado como sigue

$$U(t)=c=14 \cdot Uct. \quad (7)$$

3.2.2. Modelo de Markov (MM)

El modelo evolutivo empleado dimensiona y estudia la combinación de gratificaciones basada en puntos desarrollada para fomentar las contribuciones de los alumnos en su propio proceso de formación. Su particularidad fundamental es su dinamismo. Esta característica conlleva constituir un modelo que admita la cuantificación de las aportaciones de los alumnos y su evaluación en el tiempo. Para ello, se propone una estrategia basada en un MM que establece una matriz de transición de niveles de motivación para cada estudiante y, derivada de ella, se conforma un vector estados de probabilidad estacionaria que sirve para clasificar a los estudiantes en tres grados de motivación distintos.

La estrategia planteada se fundamenta en un modelo evolutivo homogéneo de Markov, que emplea las aportaciones y valoraciones de cada uno de los estudiantes para alimentar el sistema de recompensas basado en puntos. Esta información es medible mediante la FU de (7). Para precisar la conducta evolutiva del MM, se debe determinar no solo su configuración sino las probabilidades de transición. El diseño del MM planteado se representa en la Figura 1. Ahí, se contemplan los estados del árbol $S1, S2, S3$ que corresponden a los grados de motivación (desde el inferior al superior) y que son alcanzables con una probabilidad de cambio $P_{i,j}$ para $i, j=1, 2, 3$, asignada a todo arco. Dichos valores se refieren a la probabilidad condicional $P(Sj|Si)$ de pasar al estado Sj dado que el actual está en el estado Si .

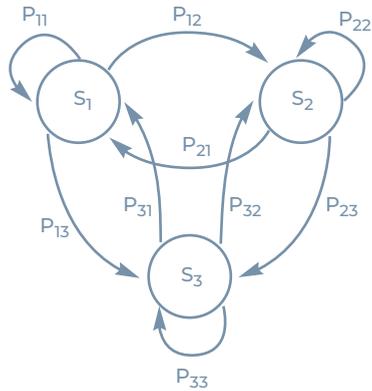


Figura 1. Diagrama de la CM

Para determinar las probabilidades de transición se debe que disponer, diariamente y durante un período de tiempo específico, el grado de motivación de todos los universitarios utilizando la FU $U(t)$ (véase ecuación 7). La Figura 2 muestra un ejemplo de dicha función, en la que se representan los valores de U para un estudiante concreto durante un intervalo de tiempo de un cuatrimestre (120 días). En ella es posible apreciar algunos espacios de tiempo de decaimiento, esta conducta se produce debido a que los valores de la FU vienen dados por el periodo de tiempo cuantificado en días desde la fecha en la que se produjo la aportación. Para caracterizar este modelo se propuso el siguiente procedimiento 1) se compuso un histograma normalizado con cada una de las FU de los universitarios que intervinieron en la experimentación; 2) a continuación, se realizó una clasificación soft utilizando un modelo de mezcla gaussiana (GMM) compuesto por un trío de distribuciones; 3) finalmente, se determinó el nivel de motivación de un estudiante evaluando la función de utilidad Ut cada día y estimando después la máxima verosimilitud de las tres cantidades de probabilidades proporcionadas por el GMM. Una muestra de estos histogramas y mezcla gaussiana para un cuatrimestre se observa en la Figura 3, donde cada distribución figura con una coloración distinta.

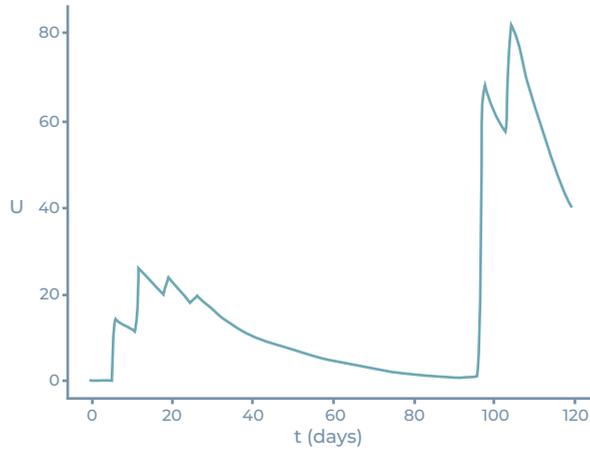


Figura 2. Muestra de los cambios en una FU para un único alumno

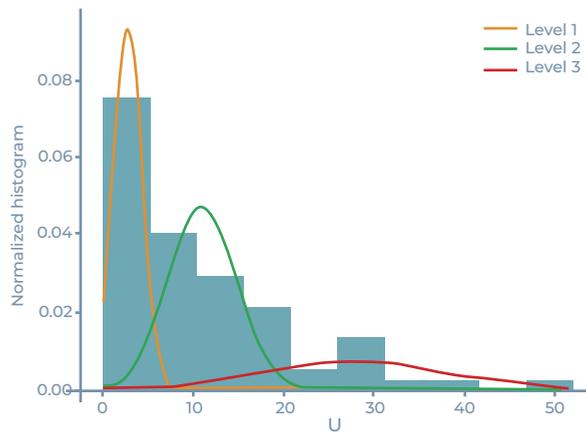


Figura 3. Histograma y modelo de mezcla gaussiana de la FU planteada para el conjunto total de alumnos estudiado

Con objeto de definir las probabilidades, se establece una matriz de cambio de 3×3 para todos los individuos como sigue: para cada día, se fija un estado empleando la máxima verosimilitud del GMM como se ha mencionado previamente y se analiza si existe o no una variación en el estado comparado con el día precedente (proceso markoviano) y se suma uno al marcador que corresponda (permaneciendo o cambiando) para considerarlo en la matriz de

cambio. La matriz derivada se normaliza de forma que el total sumado de cada fila valga 1, así se consigue una matriz de 3×3 en la que el elemento (i,j) es una cuantificación de la probabilidad de cambio $P_{i,j}$. Entonces, empleando la matriz de cambio, se puede determinar la probabilidad de encontrarse en un estado determinado de motivación S_i después de muchos días. Es decir, si una persona empieza en el estado S_1 , como consecuencia se puede establecer su vector-estado como $pT=100$ y calcular la probabilidad de encontrarse en alguno de los estados en el segundo día con la función

$$p(2)=pTM, \quad (8)$$

en la que M es la matriz de cambio, y pT es el vector transpuesto en el primer día ($p(1)$). Entonces, a continuación de n días, se obtiene

$$\pi=p(n)=pTMMMM \cdots M=pTMn-1. \quad (9)$$

La ecuación (9) es conveniente ya que podríamos cuantificar la probabilidad de encontrarse en alguno de los estados después de un espacio de tiempo de n días. Así, en el límite (cuando $n \rightarrow \infty$), es posible calcular una matriz estacionaria de rango uno, y escoger alguna fila como π , independientemente del estado inicial $p(1)$. Prácticamente, existen formas muy efectivas para evitar el levantamiento de matrices de potencia con estas características como la descomposición eigenvector-eigenvalue utilizada en este trabajo (Gagniuc 2017).

Un elemento complicado de la metodología presentada fue el uso del vector π en R^3 de todos los estudiantes para concentrarlos en tres clusters globales que representen los grados de motivación y, así, ser capaz de valorar y examinar el sistema de premios basado en puntos. Para ello, implementamos un esquema de clustering duro utilizando k-means con $k=3$ (Duda, Hart y Stork 2001). Debe tenerse en cuenta que cada vector de π está en el plano $x+y+z=1$, en el que el eje xyz se refiere a la probabilidad de formar parte de los estados S_1 , S_2 , y S_3 , respectivamente; además los centroides las tres agrupaciones tienen que encontrarse en este plano. La Figura 4 muestra un ejemplo de esta representación en la que las esferas azules y los marcadores piramidales próximos a la coordenada $1,0,0$ se refieren a los individuos que forman parte del estado S_1 (clase de motivación baja), los marcados en color rojo, próximos a $0,1,0$, al estado S_2 (clase de motivación media), y los verdes próximos a $0,0,1$ al estado S_3 (clase de motivación alta). Esta representación es adecuada ya que

presenta la predisposición desde un óptica probabilístico para los tres grados de motivación planteados en vez de una taxonomía estricta.

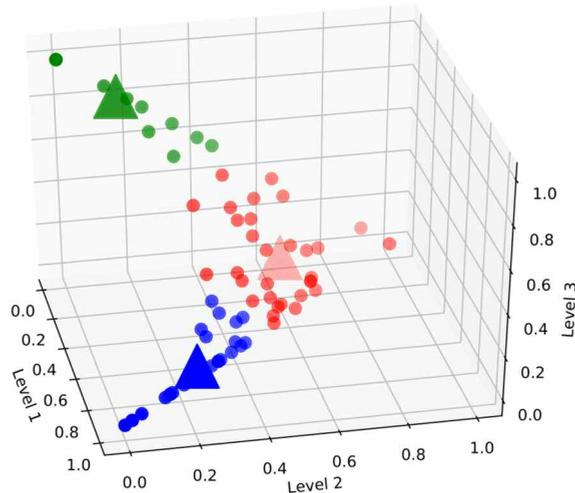


Figura 4. Clusterización y centroides del conjunto de alumnos para los tres grados de motivación: (1) Baja, marcadores azules; (2) Media, marcadores rojos; (3) Alta, marcadores verdes

4. Resultados

El patrón de estructura de premios basado en puntos planteado fue probado en un conjunto de 69 estudiantes de la Facultad de Administración de Empresas, Economía y Turismo de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España, en las disciplinas de Comportamiento Organizacional y Habilidades de Liderazgo, cuando usaban HGameApp, una WebApp gamificada, a lo largo de un cuatrimestre (durante los meses de febrero a mayo de 2019). A continuación, se aplicó el método especificado en el epígrafe sobre metodología, donde el procedimiento de clustering de k-means pudo determinar tres centroides que se han empleado con el fin de etiquetar a todos los estudiantes en las tres clases de motivación: Baja (conjunto 1), Media (conjunto 2) y Alta (conjunto 3); equivale al politopo 3D (plano $x+y+z=1$) en la Figura 4. Es posible advertir que los centroides también están colocados en el politopo, lo que indica que aparecen funciones de densidad de probabilidad agrupadas de igual manera que las distribuciones que se clasifican. Por último, se obtuvieron las evaluaciones finales de los alumnos de cada aula; la Figura 5 pre-

senta el box-plot de estas calificaciones clusterizadas por la clases del grado de motivación. Es posible apreciar que la mediana del conjunto 1 es inferior a seis, mientras que la mediana del conjunto 2 es 6,62 y, finalmente, la del conjunto 3 es 7,62. Del mismo modo, resulta aún más interesante destacar que la dispersión del conjunto 1 es muy superior a la de los demás conjuntos, lo que muestra que la taxonomía derivada de la metodología planteada divide apropiadamente las agrupaciones con un elevado grado de motivación, lo que se refleja en las calificaciones finales. Con objeto de corroborar este resultado, la Tabla 1 presenta la cuantificación de la mediana mostrada en los gráficos, pero además se exponen algunas medidas estadísticas como la media, la desviación estándar y el valor máximo de las notas finales.

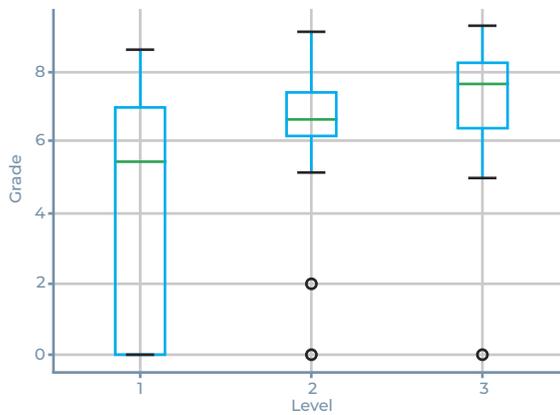


Figura 5. BoxPlots de las calificaciones finales clusterizadas por los tres grados de motivación

Tabla 1. Media y desviación de cada uno de los conjuntos

Conjunto	Media	Desviación estándar	Valor máximo
1	4,54	3,15	8,58
2	6,57	1,82	9,09
3	6,88	2,28	9,26

5. Discusión

En este trabajo se presupone que, aparte de la oleada inicial del lanzamiento de la comunidad, la cantidad de nuevas aportaciones será relativamente estables a lo largo del tiempo. Similarmente, las tendencias deben ser estables en relación a la cantidad de insignias y los votos positivos. Esta estabilidad sugiere que aquellos que aporten a la comunidad deben considerar la calidad de las contestaciones y su consistencia. Asimismo la calidad de las contestaciones debe ser estable, excepto por una disminución en el período inicial.

Sin embargo, la contribución a nivel individual debería mostrar un patrón diferente, decreciente, aunque parece que algunos individuos permanecen activos durante todo el período de estudio. Si se estudia a lo largo del tiempo se debería observar una heterogeneidad significativa en las contribuciones de los usuarios. Entender los comportamientos y las motivaciones de aquellos individuos que contribuyen más a lo largo del período de vida de la experimentación puede ayudar no solo a crear comunidades sostenibles, sino a dilucidar que tipo de herramientas de gamificación serán más eficientes para el éxito académico del alumno.

Además se podría profundizar a nivel individual y trazar la contribución de varios usuarios representativos en la muestra. Según los investigadores Chen, Wei y Zhu (2017), incluso usuarios relativamente activos deberían mostrar una fluctuación sustancial de sus contribuciones durante su permanencia en la comunidad online. Estos contribuirían activamente durante unos períodos de tiempo mientras en otros períodos estarían inactivos. Nuestro objetivo era modelar la fluctuación de las contribuciones de los usuarios (dinámicas) y, en un futuro, estudiar las influencias de los diferentes mecanismos de motivación que conducen a tales dinámicas de contribución activa o a la falta de ellas.

En las comunidades online, las contribuciones del usuario son bienes públicos por naturaleza, puesto que son voluntarios, libres y abiertos. El tema clave en los bienes públicos es el oportunismo, que significa que todos pueden compartir los beneficios, pero solo el contribuyente incurre en el coste. Los estudiantes que formaron parte de este experimento están en esas mismas circunstancias. En este sentido, la falta de provisión es un problema común en muchos modelos de altruismo puro (Andreoni 1988). En consecuencia, las comunidades online pueden finalmente terminar agotadas, sufriendo “la tragedia de los bienes públicos”. Pero estos modelos no son adecuados para explicar por qué algunos grupos son capaces de atraer sustanciales contribuciones por parte de los usuarios. Tales discrepancias entre modelos teóricos y fenómenos empíricos pueden ser reconciliados por modelos de altruismo impuro (Andreoni 1990; Bénébou y Tirole

2006), donde los individuos contribuyen porque obtienen utilidades, no solo del altruismo puro, sino que también consiguen beneficios privados propios, tales como remarcar sus habilidades personales o la satisfacción de ayudar a otros.

Usamos el marco de los bienes públicos y particularmente modelos de altruismo impuro para modelar las contribuciones de los usuarios en una comunidad online. Cada usuario elige cuanto contribuir. La utilidad de una red de usuarios está conformada por tres partes:

- a. Su valoración de la contribución acumulada en la comunidad.
- b. Su valoración de su propia contribución.
- c. Su coste de contribución.

La primera parte captura el beneficio que el usuario pudiera obtener de la comunidad como sugiere la literatura del altruismo puro. La segunda parte captura el altruismo impuro correspondiente a la motivación extrínseca interiorizada que hemos revisado en la revisión de la literatura. La tercera parte sugiere que hacer contribuciones es costoso en términos de tiempo y esfuerzo. Sin embargo esta utilización de la teoría de los bienes públicos es una convención utilizada por este trabajo y está abierta a nuevas contribuciones por parte de otros investigadores.

6. Conclusiones y líneas futuras

En este trabajo se utilizan estrategias de gamificación para fomentar la transición de las destrezas de pensamiento crítico y aprendizaje profundo en hábitos exitosos, además de acentuar las conductas que reflejan capacidades de autonomía en los estudiantes. La doctrina implícita en estos análisis matemáticos es el ciclo del hábito. Esta teoría expone la formación de un hábito basado en comportamientos derivados de las estrategias de gamificación, que convierten las motivaciones extrínsecas en extrínsecas interiorizadas, y el nuevo concepto de gamificación, definido como una herramienta que transforma un comportamiento repetitivo en un hábito a través de la interiorización de motivadores extrínsecos, es decir, utilizando estímulos externos derivados de la gamificación como la visibilidad de los comportamientos individuales, el proceso de estudio o el feedback de los compañeros, (Aguiar-Castillo 2020). Se pretende que los estudiantes puedan asimilar dichas conductas, de forma que, cuando los alicientes exteriores desaparezcan, la atracción por la gamificación también pueda desaparecer, pero manteniendo los hábitos de pensamiento crítico y aprendizaje profundo.

La investigación que aquí se expone se ha fundamentado en las aportaciones de los estudiantes de un colectivo online y en las evaluaciones de sus compañeros. Se infiere que las categorías de motivación se corresponden con los conjuntos de estudiantes agrupados por su calificación, como lo prueba la agrupación de universitarios en las categorías de motivación media y alta con una desviación estándar mínima, incrementándose esta desviación estándar para la categoría de motivación baja y no mostrando correspondencia con la calificación del estudiante.

Debido a la pandemia de COVID-19, muchas instituciones de educación superior tuvieron que cerrar sus campus y pasar a la educación en línea. Los estudios que se han presentado (Meeter et al. 2020) han encontrado que quedarse en casa afectó a los estudiantes y especialmente a su motivación. Los estudiantes, en general, calificaron la educación en línea como menos satisfactoria que la educación en el campus y definieron su propia motivación como negativa. Esto se reflejó en una menor inversión de tiempo: se asistió con menos frecuencia a conferencias y reuniones de grupos pequeños, y las estimaciones de los estudiantes sobre las horas estudiadas disminuyeron. Una menor motivación predijo esta caída en el esfuerzo. En general a los estudiantes no les satisfizo la educación online, hubo un descenso de motivación que podría deberse a la falta de medios de la mayoría de las universidades para ese tipo de educación y a que estaban acostumbrados a una interacción social que no se producía (Meeter et al. 2020). El uso de técnicas de gamificación para incrementar la motivación conlleva además un punto de socialización online, a través del intercambio de conocimiento y de valoraciones a otros estudiantes que puede solventar esa desmotivación.

El uso de la herramienta que clasifica a los estudiantes por su motivación en cualquier momento del proceso de aprendizaje, durante el tiempo en que transcurre el curso en el que se evalúa su motivación puede utilizarse para prevenir de forma prematura los decrementos de motivación, es más, si este descenso es generalizado se puede indagar en las causas del mismo. En períodos como los pasados en la pandemia de COVID-19, esta herramienta puede indicar tanto problemas generalizados como individuales. De esta manera el docente puede reaccionar lo más rápidamente posible antes de que el problema origen se enquisté, o incluso dar pautas individuales o generalizadas ante la causa de la bajada de motivación. Sin embargo, hay que hacer notar que la herramienta ha de ser ejecutada con cierta frecuencia, y analizados sus resultados. Esta frecuencia depende del criterio del docente, pero se recomienda que se analicen los datos semanalmente (López 2002). Esta solución prueba la eficacia de la aplicación, puesto que el MM planteado ha mostrado su ca-

pacidad de uso futuro en situaciones decisivas durante el proceso de aprendizaje. Se ha comprobado que, basándose en esta clasificación, la introducción de estímulos provenientes de la gamificación corrige las conductas y optimiza el rendimiento del aula online, en un periodo determinado de tiempo. Además, se obtiene un progreso en el estudio más eficiente con una consecuencia inmediata en las puntuaciones definitivas de los alumnos del curso.

Esta herramienta debería validarse en otros entornos, en diferentes estudios y en entornos donde las características de los estudiantes pudieran ser diferentes. Una idea es extrapolar el experimento a facultades de otras áreas de conocimiento y en centros de educación superior de diversos países que pudieran aportar resultados que confirmen las conclusiones expuestas en este trabajo, o rebatirlas. Otra propuesta de trabajos futuros es utilizar esta herramienta con otras aplicaciones comerciales de gamificación que pudieran aportar otros puntos de vista.

A partir de la experimentación diseñada y de los modelos HMM planteados, se podría verificar cuales son las herramientas de gamificación más adecuadas para incentivar a los alumnos, así como identificar factores que hagan que cambie los estados de motivación del alumnado a lo largo de la duración de período docente. La correlación entre estos mecanismos de gamificación y el aprovechamiento académico puede dar pautas a los docentes para identificar sistemas de incentivación que consigan un aprovechamiento más eficiente del tiempo en el que transcurre el curso.

7. Referencias

- ADAM, R. Y. (2015). «An Application of Markov Modeling to the Student Flow in Higher Education in Sudan». *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4(2), 49-54.
- AGUIAR-CASTILLO, L. 2020. «Contribución al estudio del impacto de la gamificación en el sector turístico: promoción de comportamientos proambientales». PhD. Tesis ULPGC
- AGUIAR-CASTILLO, GUERRA-YANEZ, ARCE-SANTANA B, LUNA-RIVERA, PEREZ-JIMENEZ. 2020. «Cómo estimar la motivación en el proceso de aprendizaje? Una herramienta basada en modelos de Markov». VII Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el Ámbito de las TIC y las TAC.
- ANDREONI, J. 1990. «IMPURE ALTRUISM AND DONATIONS TO PUBLIC GOODS: A THEORY OF WARM-GLOW GIVING» *THE ECONOMIC JOURNAL*, (100:401), pp. 464-477.

- ANDREONI, J. 1988. «Privately Provided Public Goods in A Large Economy: The Limits of Altruism» *Journal of Public Economics*, (35:1), pp. 57-73.
- BARBER, C. S., 2018. Book Review: 3D Game Lab: Rezzly Heroic Learning. *Academy of Management Learning & Education*, 17(1), pp. 114-117.
- BARBER, C.S., y SMUTZER, K. 2017. «Leveling for Success: Gamification in IS Education». *IS in Education, IS Curriculum, Education and Teaching Cases (SIGED)*. Disponible en: <https://aisel.aisnet.org/amcis2017/ISEducation/Presentations/9/2017>
- Bartle, R. 1996. «Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs». *Journal of MUD research*, 1(1), 19.
- Bénabou, R., y Tirole, J. 2006. «Incentives and Prosocial Behavior» *American Economic Review*, (96:5), pp. 1652-1678.
- BOUMI, S., y VELA, A. 2019. «Application of Hidden Markov Models to Quantify the Impact of Enrollment Patterns on Student Performance». *International Educational Data Mining SOCIETY*
- BREZAVŠČEK, A., PEJIĆ BACH, M., & BAGGIA, A. 2017. «Markov analysis of students' performance and academic progress in higher education». *ORGANIZACIJA*, 50(2).
- CHEN, Y., HAN, D., & XIA, L. (2020). «A hidden Markov model to characterise motivation level in MOOCs learning». *International Journal of Computational Science and Engineering*, 23(1), 42-49.
- Chen W., Wei, X. y Zhu, K., 2017, «Engaging Voluntary Contributions in Online Communities: A Hidden Markov Model» *MIS Quarterly*, 42(1), 83-100. Disponible en: <https://ssrn.com/abstract=3027723>
- DAGHESTANI, L. F., IBRAHIM, L. F., AL-TOWIRGI, R. S., y SALMAN, H. A. 2020. «Adapting gamified learning systems using educational data mining techniques». *Computer Applications in Engineering EDUCATION*, 28(3), 568-589.
- Deci, E. L., y Ryan, R. M. 2012. *Self-determination THEORY*.
- DERBALI, L., GHALI, R., & FRASSON, C. 2013. «Assessing motivational strategies in serious games using hidden Markov models». In *The Twenty-Sixth International FLAIRS CONFERENCE*.
- DERDING, S., DIXON, D., KHALED, R., y Nacke, L. 2011 «From game design elements to gamefulness: defining gamification». In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15). ACM.

- Duda, R. Hart. P. E., y Stork, D.G, 2001. «Pattern Classification». Nueva York: John Wiley AND Sons.
- Elmäng, N. 2020. «Sequence classification on gamified behavior data from a learning management system: Predicting student outcome using neural networks and Markov chain». Proyecto de Master University of Skövde, School of INFORMATICS.
- Gagniuç, P. A. 2017. Markov chains: from theory to implementation and experimentation. John Wiley & Sons.
- HUNICKE, R., LeBLANC, M., y Zubek, R. 2004. «MDA: A formal approach to game design and game research». In Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI (Vol. 4, No. 1, p. 1722).
- KELLER, J. M. 1987. «Development and use of the ARCS model of motivational design. » Journal of Instructional DEVELOPMENT 10(3):2-10.
- Lepper, M. R. 1998. «Motivational considerations in the study of instruction». Cognition and instruction, 5(4), 289-309.
- López, R. G. 2002. «Análisis de los métodos didácticos en la enseñanza». Publicaciones: Facultad de Educación y Humanidades del Campus de Melilla, (32), 261-334.
- MA, M., Y AGARWAL, R. 2007. «Through a glass darkly: Information technology design, identity verification, and knowledge contribution in online communities». Information systems RESEARCH, 18(1), 42-67.
- McGonigal, J. 2011. Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world. PENGUIN.
- MEETER, M., BELE, T., den HARTOGH, C., BakKER, T., de Vries, R. E., y Plak, S. 2020. «College students' motivation and study results after COVID-19 stay-at-home orders». Vrije Universiteit AMSTERDAM
- Pintrich, P. R., y De Groot, E. V. 1990. «Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance». Journal of educational psychology, 82(1), 33..
- Porter, C. E., y Donthu, N. 2008. «Cultivating trust and harvesting value in virtual communities». Management Science, 54(1), 113-128.
- Reeve, J. 2002. «Self-determination theory applied to educational settings». Handbook of self-determination research (p. 183–203). University of Rochester PRESS.

- ROBSON, K., PLANGGER, K., KietzmANN, J. H., McCarTHY, I., y Pitt, L. 2015. «Is it all a game? Understanding the principles of gamification». *Business Horizons*, 58(4), 411-420.
- SALVADOR-García, C. 2021. «Gamificando en tiempos de coronavirus: el estudio de un caso». *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(65).
- SauerMANN, H., y Franzoni, C., 2015.«Crowd science user contribution patterns and their implications». *Proceedings of the national academy of sciences*, 112(3), 679-684.
- TAN Ai LIN, D., GANAPATHY, M., & KAUR, M. 2018. «Kahoot! It: Gamification in Higher Education». *Pertanika Journal of Social Sciences & HUMANITIES*, 26(1).
- Tapia, J. A. 1998. *Motivación y aprendizaje en el aula: cómo enseñar a pensar*. SANTILLana.
- Tous, C. M., y Amorós, M. M. 2007. «Motivaciones para el estudio en universitarios». *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 23(1), 17-24. (in SPANISH).
- Van KROGH, G., HaeFLIGER, S., SpAETH, S., y Wallin, M. W. 2004.«Carrots and rainbows: Motivation and social practice in open source software development». *MIS quarterly*, 36(2), 649-676.
- WANG, A. I., & LIEBEROTH, A. 2016. «The effect of points and audio on concentration, engagement, enjoyment, learning, motivation, and classroom dynamics using Kahoot! ». *Reading: Academic Conferences International Limited (Oct 2016)*, 738-746.
- WANG, A. I., ZHU, M., & SÆTRE, R. 2016. «The effect of digitizing and gamifying quizzing in classrooms». In *Proceedings of the 10th European Conference on Games Based Learning*. University of the West of Scotland, Paisley, SCOTLAND.
- YAHAYA, K. H., & HASAN, H. 2021. «Application of Markov chain in students' assessment and performance: a case study of School of Mathematical Sciences, one of the public university in Malaysia». In *ITM Web of Conferences (Vol. 36)*. EDP SCIENCES.
- ZARZYCKA-PISKORZ, E. 2016. «Kahoot it or not? Can games be motivating in learning grammar? » *Teaching English with TECHNOLOGY*, 16(3), 17-36.

Ingeniería online: una propuesta docente para Hidrología Forestal

2

Xana Álvarez, Carolina Acuña-Alonso, Juan Luis Rodríguez, Ángeles Cancela

Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad de Vigo,
Campus A Xunqueira s/n 36005, Pontevedra, España

xaalvarez@uvigo.es; carolina.alonso@uvigo.es; jlsomoza@uvigo.es; chiqui@uvigo.es

Resumen:

La hidrología forestal se define como la ciencia dedicada al estudio del ciclo hidrológico y su comportamiento bajo el marco de los sistemas forestales. Los planes de estudios de los grados de Ingeniería Forestal, así como de Ingeniería Forestal y del Medio Natural han incorporado esta materia en sus guías docentes. El objetivo principal de esta materia es la de formar a expertos, que comprendan los diversos factores ambientales, fisiológicos y físicos que influyen en los procesos hidrológicos y biogeoquímicos de los bosques, que adquieran las competencias para la gobernanza ambiental desde una perspectiva integral. Para alcanzar este objetivo, la materia se ha desarrollado bajo la metodología conocida como Aprendizaje Basado en Proyectos. Esta metodología formativa está basada en que el propio estudiante es el protagonista de su aprendizaje, además donde este último tiene la misma relevancia que la adquisición de las habilidades y actitudes que abarca la materia. Para ello se han desarrollado diferentes proyectos que requieren la capacidad de interpretación de los diferentes fenómenos hidrológicos que ocurren, de modo que se incentiva al alumnado hacia la búsqueda y la propia producción de conocimientos a través de dichas experiencias de aprendizaje. Todo ello a través de involucrarlos con proyectos que son reales y a la vez muestran cierta complejidad. Además, el desarrollo de este aprendizaje se ha adaptado a la docencia online, a través de plataformas como Moodle o el Campus Remoto de la Universidad de Vigo. Como resultados de la experiencia, los alumnos han percibido que las herramientas empleadas han contribuido a profundizar en su aprendizaje, además de valorar

positivamente la flexibilidad y el trabajo del profesor. Por último, se evidenció una mejora en los resultados de aprendizaje de los estudiantes, con lo que se concluye el éxito de obtención de competencias de la materia por parte del alumnado a través de la metodología desarrollada.

Palabras clave:

Aprendizaje Basado en Proyectos, HEC-HMS, teledodencia, moodle.

1. Introducción

La Hidrología Forestal surge con la finalidad de estudiar los procesos hidrológicos en las cuencas forestales, y cómo se ven influidos por factores ambientales, fisiológicos y biométricos, como la precipitación, la radiación, temperatura, tipo de especie, superficie foliar y extensión y estructura de los ecosistemas forestales (Meng et al., 2019). En los últimos años, los ecosistemas forestales han sufrido importantes impactos; talas de bosques completos (Davari et al., 2020), conversión de paisajes naturales en plantaciones (Braun et al., 2017), incendios (Ling et al., 2020), destrucción de la vegetación de ribera (Acuña-Alonso et al., 2020), aumento de la presión agrícola (Dudley & Alexander, 2017) y ganadería intensivas (Kraham, 2017). Además, el cambio climático ha provocado un fuerte impacto en estos ecosistemas, aumentando los eventos meteorológicos extremos (Shekhar et al., 2020). Todos estos eventos, que se verán incrementados debido a las futuras condiciones climáticas, alterarán y dañarán los procesos hidrológicos forestales (Luo et al., 2018). Por lo tanto, es necesario facilitar e invertir en el desarrollo de expertos en esta materia, que comprendan los diversos factores ambientales, fisiológicos y físicos que influyen en los procesos hidrológicos y biogeoquímicos de los bosques.

La asignatura de Hidrología Forestal del Grado de Ingeniería Forestal del campus de Pontevedra de la Universidad de Vigo se imparte en el tercer año y forma parte de la especialidad de Explotaciones Forestales. El objetivo de este grado es el de formar ingenieras e ingenieros forestales que respondan a las necesidades del sector, así como a la sociedad en general, capacitando al alumnado a desarrollar tareas relacionadas con la gestión, conservación y explotación de los espacios naturales y forestales, hidrológicos, o la conservación de suelos. Los alumnos de este grado son personas formadas en un amplio abanico de materias, agua, suelo, fauna, biodiversidad, producciones forestales o recursos naturales. La materia de Hidrología Forestal se caracteriza por abordar numerosos conceptos y exposiciones, desde conocimientos sobre el ciclo

hidrológico y sus componentes, así como la estimación de caudales punta, conservación de suelos, degradación de riberas, etc. Sin embargo, es necesario el completo entendimiento y el desarrollo de estos conocimientos, lo que permitirá la correcta relación entre estos conceptos. Debido a esta necesidad, se ha empleado el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Mediante el desarrollo de esta metodología, el alumnado adquiere los conocimientos y competencias necesarios a través de la búsqueda de soluciones y evaluaciones para proyectos reales o con características muy similares a los mismos. Este tipo de enseñanza, parte de la premisa de adaptar el aprendizaje a la complejidad real de la materia. A su vez, el desarrollo de estos proyectos permite que el docente promueva el desarrollo competencial del alumnado y su propio desarrollo como profesional.

Por otra parte, debido a la pandemia ocasionada por la COVID-19, fue necesario adaptar el desarrollo de la materia de clases presenciales a clases online. El uso de plataformas educativas online y otras herramientas TIC (Tecnologías para la Información y Comunicación) se plantean desde el uso facilitador, permitiendo asistir a clases docentes desde distintas localizaciones, y mejorando la conciliación laboral y familiar.

Por todo ello, el objetivo general de esta experiencia ha sido diseñar una metodología docente para la materia Hidrología Forestal, que forma parte del grado en Ingeniería Forestal. Para facilitar este fin, se planteó el uso del ABP, mediante el desarrollo de diferentes proyectos con los puntos críticos de la materia y el desarrollo de un banco de preguntas para cada temario, que permita a los alumnos el trabajo con el temario y fortalecer así el aprendizaje de la materia.

2. Marco teórico

2.1. Plataforma Campus Remoto Uvigo para la docencia online

El Campus Remoto de la Universidad de Vigo es una réplica digital de cada aula, despacho o sala que forma la Universidad, centralizando todas las herramientas de teledocencia en un único punto. Dispone de un sistema denominado “aulas en directo” virtuales, que permite impartir la docencia mediante videoconferencia. Además, esta plataforma posee múltiples funcionalidades adicionales, como compartir pantalla, presentaciones, chat o la posibilidad de grabar la clase. La plataforma soporta hasta cien personas conectadas en la misma sala, no necesita realizar ninguna instalación en el ordenador, únicamente necesita un navegador web actualizado (Chrome, Firefox y Safari pre-

feriblemente). Puede emplearse desde móvil o tablet, facilitando el acceso al aula, y la velocidad de bajada es de 2 Mbps o incluso menos.

La integración de este conjunto de herramientas permite al usuario gestionar el desarrollo de una asignatura, fomentando la comunicación e interacción entre profesor y alumnos. El empleo de estas herramientas se llevó a cabo debido a la adaptación de la educación durante la pandemia causada por la COVID-19, esta plataforma incrementó la interacción entre el alumnado, así como la mejora general de la docencia online mediante el uso de sus múltiples funcionalidades.

2.2. Plataforma Moovi/Moodle

El desarrollo de la plataforma Moovi, basado en la plataforma estándar de software libre Moodle ha mejorado la comunicación entre profesor y alumnado. Moovi permite la integración con el Campus Remoto lo que mejora la experiencia y manejo. Además, esta plataforma incorpora el programa antiplagio Turnitin, habilitado para cada actividad de los diferentes cursos, y cuenta con una App que permite al usuario recibir las notificaciones en el teléfono móvil, permitiendo el acceso al contenido offline. El uso de esta plataforma fue necesario debido a la pandemia causada por la COVID-19, permitiendo al alumnado interactuar entre ellos en las diferentes actividades realizadas.

2.3. HEC-HMS: Modelización hidrológica

El implemento de la modelización hidrológica es clave para el estudio de la cuenca hidrográfica, y los procesos que ocurren en ella. Existen diferentes modelos hidrológicos, siendo el aquí seleccionado uno de los más empleados (Velásquez Chávez, 2015). Se trata del Sistema de Modelación Hidrológico del Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU. (HEC-HMS por sus siglas en inglés). Es un software computacional y gratuito, que proporciona múltiples opciones de simulación, como, por ejemplo, procesos de precipitación-escorrentía o tránsito de caudales. Además, este software, permite al usuario, en este caso al alumnado, la simulación de diferentes escenarios en función del método seleccionado para el cálculo de pérdidas, hidrogramas, flujo base y propagación en cauces. Proporciona la opción de realizar estas simulaciones de los procesos hidrológicos a nivel de eventos individuales, es decir, que ocurren únicamente en una ocasión y en un tiempo determinado, o también permite la simulación de eventos cuando se presentan de forma continua, en un periodo de tiempo normalmente más amplio.

De forma detallada, lo que nos permite la simulación del programa es la definición de procesos que se dan como únicos eventos, por lo tanto, se simulará el comportamiento de este sistema hídrico durante un evento concreto de precipitación, mientras que, con la simulación continua, podemos abarcar un período de tiempo formado por múltiples eventos, es decir, la combinación de varios eventos sucesivos. Estos modelos hidrológicos desempeñan un papel fundamental en el progreso de la hidrología, por ejemplo, su función común en la previsión de la posible alerta temprana ante los riesgos de avenidas e inundaciones. Asimismo, se emplean en la gestión y planificación de cuencas, pero también pueden ser de gran utilidad en la agricultura, o incluso en diseño de embalses, etc. Además, son instrumentos fundamentales en la investigación y la ampliación del conocimiento, fomentando la investigación y comprensión de los sistemas hidrológicos, ya sea a través de planteamientos de escenarios, interrelaciones entre sus componentes o mediante la proyección de situaciones hipotéticas de cambios, presentes y futuros (Pascual & Díaz-Martín, 2016).

2.4. Aprendizaje Basado en Proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos presenta numerosas ventajas sobre el aprendizaje tradicional:

- El profesor se posiciona en un rol de facilitar el conocimiento, guía o asesor, frente al rol tradicional de autoridad o más formal.
- El aprendizaje es más significativo. Los alumnos relacionan directamente, de forma práctica el uso de los conocimientos adquiridos.
- La tasa de retención de los conocimientos es mayor, al enfrentarse a ejemplos reales, los alumnos deben resolver por cuenta propia dichos problemas.
- Los alumnos presentan una mayor motivación, ya que deben involucrarse en el desarrollo de su proyecto, además el alumnado debe participar de forma activa, lo que provoca una mayor involucración.
- Desarrollo crítico del alumnado, en el transcurso de los proyectos, el alumnado mejora su capacidad crítica y de mejora continua.
- Desarrollo de la creatividad del alumnado. El desarrollo de los proyectos abiertos permite el desarrollo creativo para solucionar los problemas que surgen de la formación autodidacta.
- Integración del alumnado dentro del modelo de trabajo. La resolución de dichos proyectos mediante esta tipología de iteración permite al alumnado conocer de forma similar el trabajo laboral.

Mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos asistido por las TIC los alumnos desarrollan su potencialidad para resolver diferentes tareas, desarrollando a su vez herramientas que potencian su capacidad de aprendizaje, en este caso, el software HEC-HMS. Los elementos que estructuran los proyectos se encuentran bien definidos, aunque en este caso se han adaptado a la docencia online, por ejemplo, este tipo de aprendizaje suele realizarse en grupos colaborativos, sin embargo, al realizarse de forma online se optó por realizar dichos proyectos individualmente. En cualquier caso, se les habilitó salas de reunión en el Campus Remoto, así como foros donde pudieran plantear dudas e inquietudes que pudieran surgir en la elaboración de dichos proyectos. Los elementos que estructuran este aprendizaje son los siguientes (Martí et al., 2010):

1. Plantear un tema real. En este caso, se han empleado datos y cuencas reales.
2. Objetivos y actividades por realizar claros, y posibles de cumplir. Todos los objetivos han sido descritos para cada uno de los proyectos planteados, y se ha proporcionado al alumnado guías y datos para que cumplan dicho objetivo.
3. Etapas de desarrollo del proyecto. Se han considerado tres etapas; (1) etapa de inicio, donde se describe el proyecto; (2) etapa de desarrollo, donde se realiza la metodología mediante el uso del software HEC-HMS; (3) etapa de finalización, donde se realiza el informe del proyecto.
4. Cronograma con el fin de establecer el tiempo para cada una de las etapas.
5. Pautas o normas de acción, sugerencias. En este caso se han proporcionado al alumnado diversas guías, así como vídeos para cada proyecto.
6. Ayuda a través de los medios Campus Remoto, Moovi/Moodle.
7. Recursos técnicos, proporción del software de trabajo.

3. Descripción general de la asignatura

La asignatura Hidrología Forestal se ofrece en el segundo cuatrimestre del tercer año como optativa de la especialización de Explotaciones Forestales del Grado de Ingeniería Forestal de la Universidad de Vigo. Con una carga de 6 créditos académicos y una distribución de horas lectivas de 25 horas teóricas y 21 horas prácticas. Además, el alumnado deberá realizar 30 horas de trabajo autónomo para el desarrollo de los proyectos y 30 horas para la preparación de la teoría. Alrededor de 20-30 estudiantes se matriculan para cursar esta asignatura.

Esta asignatura se ha desarrollado en el aula virtual mediante la plataforma del Campus Remoto Uvigo. Esta aula se ha empleado para desarrollar las prácticas teóricas, fomentando la interactividad, comunicación y participación de los estudiantes, además de fomentar una mejor distribución del tiempo. Por otra parte, el desarrollo de las actividades prácticas se ha realizado mediante la distribución de material complementario, como videos multimedia o guías metodológicas. El objetivo general de dicha asignatura persigue que el alumnado sea capaz de describir aquellos elementos que influyen en el ciclo hidrológico, adquiera conocimientos de caracterización de cuencas hidrográficas y cuantificación de la erosión, y desarrolle técnicas de control y gestión de cuencas hidrográficas. A su vez, la guía docente recoge aquellas competencias transversales, propias del Grado en Ingeniería Forestal, que el alumnado debe obtener al cursar con éxito la asignatura:

- Capacidad de conocer los procesos que implican degradación de los sistemas y recursos forestales (contaminación, plagas y enfermedades, incendios, etc.) así como el desarrollo de la capacidad para el uso de las técnicas de protección del medio forestal, de restauración hidrológico forestal y de conservación de la biodiversidad.
- Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: hidráulica forestal; hidrología y restauración hidrológico-forestal.
- Capacidad para realizar planes de conservación de aguas y suelos, de restauración hidrológico-forestal y de ríos y riberas.
- Sostenibilidad y compromiso ambiental.
- Capacidad de transmitir información, datos, ideas, problemas y soluciones a todos los posibles interesados.

La evaluación de la asignatura consta de dos partes. En primer lugar, una prueba con preguntas tipo test y de respuesta corta a partir de las preguntas elaboradas por los alumnos, cuya calificación pondera un 70% de la calificación final. Por consiguiente, en segundo lugar, el desarrollo de los proyectos e informes que aquí se describen cuya ponderación se aplica sobre el 30% restante.

4. Propuesta metodológica

El objetivo de la presente metodología es proporcionar al alumnado las herramientas necesarias para adquirir las capacidades anteriormente descritas,

para ello se ha desarrollado una propuesta docente integradora. Basada en el desarrollo de los conceptos teóricos desde el análisis práctico, y fomentando la adecuada consolidación de la materia.

4.1. Descripción de la experiencia global

El diseño de las actividades propuestas exige al profesor la capacidad de coordinar y orientar al alumnado en cada una de los proyectos y actividades realizados. El alumnado, por su parte debe realizar el continuo seguimiento de la asignatura, lo que le permitirá el correcto desarrollo de cada una de las tareas y proyectos, permitiendo, de este modo, profundizar en cada concepto teórico.

La docencia de esta materia se ha dividido en dos partes, el Marco teórico, donde los alumnos deben realizar el continuo seguimiento de la materia mediante la asistencia a clases y el trabajo individual o autónomo. Dentro del Marco teórico, se realizó la actividad “Creación de un banco de preguntas”, la cual es evaluada. Además, a partir de las propuestas mediante el banco de preguntas elaborado, los alumnos serán evaluados a través de un examen teórico. El Marco práctico, por su parte, se evalúa a partir de los diferentes informes elaborados por cada alumno para cada proyecto propuesto. Mediante estos proyectos, el alumnado debe analizar un problema o suceso real con la finalidad de conocer, interpretar, resolver y generar hipótesis, mediante contraste de datos, reflexión, diagnóstico y mejora en sus conocimientos de procedimientos alternativos de solución.

4.2. Descripción de la propuesta: Marco teórico

4.2.1. Creación de un banco de preguntas

Como se ha comentado en los apartados anteriores, como parte del trabajo teórico los alumnos formularon un conjunto de preguntas con el objetivo de crear un banco de preguntas que cubran las lecciones desarrolladas en las clases. Para realizar esta actividad se formaron pequeños grupos de trabajo, que se reunían en salas individuales en la plataforma del Campus Remoto. El desenvolvimiento de esta actividad forma parte del trabajo cooperativo que los alumnos deben desarrollar como profesionales cualificados y adaptados al mercado laboral. Es necesario fomentar el aprendizaje colaborativo en el ámbito universitario, formando profesionales con capacidad de trabajar en equipo.

Este modelo de aprendizaje propone que el trabajo en grupo favorece la adquisición de competencias y mejora el rendimiento académico.

En primer lugar, el profesor ha sido el encargado de formar los grupos, de tres integrantes, fomentando la heterogeneidad de los mismos. En base a mejorar la coordinación y facilitar la integración de todos los estudiantes, y fomentar la participación y consenso entre los propios integrantes. En segundo lugar, se les explicó las reglas que debían regir la actividad; debían elaborar cuestiones de cada tema teórico, los tipos de preguntas que podrían realizar (respuesta múltiple y opción de verdadero y falso). Por último, cada grupo de alumnos presentó un informe con todas las propuestas de preguntas.

De entre todas las preguntas presentadas mediante esta actividad, el profesor seleccionó veinte de ellas para la evaluación teórica final de la materia.

4.3. Evaluación del marco teórico

La evaluación puede definirse como un proceso sistemático y constante, que se encuentra integrado en el proceso educativo, con el objetivo de que permita la mejora, ayuda y orientación del alumno (Cruz Ávila, 2007). Su objetivo principal consiste en la determinación de la medida en la que se han alcanzado las metas que previamente fueron diseñadas y establecidas (Tyler, 1982).

Para la evaluación de la actividad del banco de preguntas se diseñó una ficha de evaluación (Tabla 1).

Tabla 1. Ficha de evaluación de la actividad “Banco de preguntas”

Característica para evaluar	Nivel de referencia	Calificación (0-10 puntos)
Pregunta	Presenta una idea clara	3
Originalidad	Presenta una propuesta original	1
Redacción	Léxico variado, clara, sin errores	2
Completo	Desarrolló preguntas para cada lección teórica	4

4.4. Descripción de la propuesta: Marco práctico

Los proyectos por realizar se recogen en la siguiente tabla (Tabla 2), cada uno de ellos permite que el alumno profundice en diferentes cuestiones teóricas de la materia.

Tabla 2. Información de los proyectos desarrollados en la materia de Hidrología Forestal

N.º de proyecto	Nombre del proyecto	Objetivo
1	Polígonos de Thiessen con pluviómetros y pluviógrafo/modelo de pérdidas inicial and constant.	Separar precipitación neta (Loss Method), uso del modelo de pérdidas iniciales y constantes. Uso del modelo del hidrograma unitario sintético del SCS (SCS Unit Hydrograph). Desarrollo de conceptos de pérdidas iniciales, constantes, porcentaje de impermeabilización, tiempo de retardo o flujo base.
2	Modelo de pérdidas NC y Green-Amp	Estimación de descarga pico. Separar la precipitación neta, mediante modelo del número de Curva del SCS (SCS Curver Number) y modelo Green y Ampt (añadiendo conceptos de: Contenido inicial, saturado, succión del frente húmedo, conductividad hidráulica, área impermeable)
3	Modelo de transformación Snyder - Modelo de circulación Muskingum	Modelo Snyder - Modelo Muskingum
4	Calibración del modelo y cálculo a la salida total de la cuenca	Conceptos para desarrollar: Precipitación neta a escorrentía directa, tránsito de avenida (Método Muskingum)
5	Introducción de embalses. Simulación del régimen natural de la cuenca y simulación del régimen alterado	Conocer cómo afectan al régimen natural los embalses.
6	Estudio hidrológico para el proyecto de construcción de un puente	Aplicar todos los conceptos desarrollados.

El profesor es el encargado de proporcionar al alumnado el siguiente material con el objetivo de asegurar el completo entendimiento de cada proyecto; guion de cada proyecto, guías teóricas para cada uno de los proyectos a desarrollar, y vídeos que permiten visualizar la correcta interacción con el software, facilitando el seguimiento y desarrollo por parte del alumnado. Todo este material es elaborado por el profesor de la materia, incidiendo en aquellos puntos más problemáticos o relevantes.

Los proyectos presentan las siguientes fases de trabajo metodológico con HEC-HMS:

1. Crear un nuevo proyecto.
2. Introducir cada uno de los componentes de la cuenca.
3. Crear una simulación y computarla.
4. Observar los resultados obtenidos.

Los alumnos tienen acceso a un foro para cada proyecto alojado en Moodle, donde podrán mostrar los resultados obtenidos antes de la elaboración del informe. De este modo, podrán discutir los resultados obtenidos con sus compañeros antes de realizar el informe personal del proyecto.

A continuación, el alumnado debe elaborar un informe técnico de cada uno de los proyectos planteados en la materia. No pudiendo continuar con el proyecto siguiente sin presentar el proyecto anterior, ni recibir la evaluación de este último. El informe técnico debe presentar la siguiente estructura: (1) resumen, de no más de 150 palabras describiendo el contenido del trabajo; (2) introducción, detallando el ambiente, objetivos y alcance del proyecto; (3) metodología, presentando la metodología empleada; (4) resultados, presentando los resultados obtenidos; (5) conclusiones y futuras líneas de investigación.

4.4.1. Proyecto 1. Definición de componentes de una cuenca. Polígonos de Thiessen

Mediante la elaboración de este primer proyecto se proporciona información de una cuenca de pequeño tamaño, de la cual se propone la estimación del caudal pico que surge a partir de una tormenta en una fecha determinada y que tiene un hietograma que se les proporciona. Se debe separar la precipitación neta, mediante el modelo de pérdidas iniciales y constantes. La transformación de la precipitación neta a escorrentía directa se realiza mediante el modelo del hidrograma unitario sintético del SCS (SCS Unit Hydrograph).

Para el desarrollo de esta práctica se deben tener conocimientos teóricos de: pérdidas iniciales, pérdidas constantes, porcentaje de impermeabilización, tiempo de retardo. Este primer proyecto debe servir de base para la mejora del manejo del software, y resolver dudas básicas sobre los conceptos que se desarrollarán en cada una de las actividades.

4.4.2. Proyecto 2. Modelo de perdidas NC y Green-Amp

Se parte del ejemplo “Polígonos de Thiessen con pluviómetros y pluviógrafos” del cual se deben cambiar una serie de parámetros. Los alumnos deben calcular la estimación de la descarga pico en una cuenca problema. Se emplean dos modelos, Número de Curva (NC) y el modelo Green-Amp. Deben discutir en el informe posterior los resultados obtenidos, así como analizar su uso en casos reales.

Mediante este segundo problema basado en datos reales, se pretende que los alumnos se desenvuelvan con completa soltura con el software HEC-HMS.

4.4.3. Proyecto 3. Modelo de transformación Snyder y Modelo de circulación Muskingum

Mediante esta propuesta de proyecto, los alumnos deben dividir una cuenca problema en subcuencas. Para el desarrollo de este proyecto, el alumnado debe saber resolver el tránsito del hidrograma a partir del método Muskingum, teniendo en cuenta las derivaciones de la cuenca. Por definición el método de Muskingum-Cunge es un método que nos proporciona información específica sobre el tránsito de avenidas de tipo hidrológico que, a su vez añade los gastos laterales, es decir, los gastos de entrada y salida a los originales del método tradicional. Además, estima los hidrogramas en diferentes secciones transversales de un tramo concreto del río (Mariles et al., 2006). Por otro lado, también deben estimar el tiempo de retardo a través del modelo Snyder. Dicho tiempo se corresponde al tiempo existente entre el centroide del hidrograma de precipitación efectiva y el pico del hidrograma de escorrentía directa correspondiente. Los alumnos deben discutir los resultados obtenidos en el informe elaborado.

4.4.4. Proyecto 4. Calibración del modelo y cálculo a la salida total de la cuenca

En este proyecto, el alumnado debe realizar la calibración del modelo de una cuenca problema. Con este fin, debe realizar la medición de la precipitación incremental, así como de los caudales en la estación de aforo, es decir, aquella que se encuentra situada a la salida de la cuenca. Todo ello debe realizarse para un evento concreto conocido, con los datos proporcionados en el archivo para este fin. Por otro lado, se debe realizar la separación de la precipitación neta (*Loss Method*), a través del modelo propuesto, en este caso se trata del modelo del número de curvas del SCS (*SCS Curver Number*), como en pro-

yectos anteriores. Para transformar la precipitación neta a escorrentía directa (*Transform Method*), se propone el empleo del modelo del hidrograma unitario sintético del SCS (*SCS Unit Hydrograph*). En este caso será conocido y proporcionado el tiempo de retardo. Por último, el cálculo del tránsito de la avenida se llevará a cabo como en el proyecto anterior, conocimientos que el alumnado ya debe saber solucionar con soltura. En este proyecto solo cuentan con un pluviógrafo en la zona, con lo que deberán aplicar estos datos a las subcuencas que forman la cuenca.

4.4.5. Proyecto 5. Introducción de embalses. Simulación del régimen natural de la cuenca y simulación del régimen alterado

La cuenca proporcionada en el proyecto está dividida en tres subcuencas, se pide observar los resultados en A (salida de las subcuencas 1 y 2) y en B (salida total de la cuenca). Para realizar la separación de la precipitación neta (*Loss Method*), se propone el uso del modelo del número de curvas del SCS (*SCS Curve Number*). Para la transformación de la precipitación neta a escorrentía directa correspondiente (*Transform Method*), se especifica en el proyecto la utilización y análisis del modelo del hidrograma unitario sintético del SCS (*SCS Unit Hydrograph*), conociendo y siendo proporcionado el tiempo de retardo. Una vez calibrado el modelo en régimen natural se añadirán los elementos embalses y se calcularán los cuantiles de caudal en régimen alterado. Para calcular el tránsito de la avenida, se utiliza el método de Muskingum. El alumnado deberá discutir en el informe de este proyecto sobre cómo afectan los embalses y estructuras al régimen natural del río.

4.4.6. Proyecto 6. Estudio hidrológico para el proyecto de construcción de un puente

Se propone realizar un estudio hidrológico para el proyecto de construcción de un puente sobre el río Manzanares, a su paso por la localidad de Rivas-Vaciamadrid, en un tramo cercano a su desembocadura en el río Jarama. Debido a la superficie total de la cuenca (1380 km²) resulta inadecuado la utilización del método racional modificado. Por ello, se necesita construir un modelo hidrológico de la cuenca mediante la herramienta HEC-HMS.

El alumnado debe ser capaz de realizar el estudio hidrológico del proyecto planteado, empleando todos los conocimientos adquiridos a lo largo de los proyectos realizados durante el curso. Por último, el alumnado debe presentar un informe completo de dicho proyecto.

4.5. Evaluación del marco práctico

El objetivo de la evaluación es la valoración del conocimiento alcanzado mediante los proyectos elaborados. Los alumnos han sido evaluados de forma continua, como parte del marco de la educación por competencias.

Con el objetivo de la evaluación de las competencias adquiridas se empleó la metodología por rúbricas (Tabla 3). A través de esta metodología de evaluación, el alumno puede conocer una referencia específica del desempeño de cada actividad realizada. Permitiendo al alumno conocer y analizar detalladamente cada uno de los elementos que deben ser aprendidos en cada momento, así como facilitar la orientación del alumno en futuros aprendizajes. Por ello, se ha detallado cada uno de los criterios, así como los distintos niveles en relación a ellos.

Tabla 3. Rubrica de evaluación para los proyectos a desarrollar en la materia de Hidrología Forestal

Categoría	Insuficiente. Desempeño bajo (1)	Suficiente. Desempeño medio (2)	Bueno. Desempeño alto (3)	Muy bueno. Desempeño máximo (4)
El alumno conoce y delimita el alcance del proyecto	El alumno no muestra evidencias del alcance	El alumno presenta errores en la delimitación	El alumno conoce y delimita bien el proyecto con pequeñas excepciones	El alumno conoce y delimita el proyecto sin errores
Acredita que ha entendido los objetivos del proyecto	El alumno no desarrolla los objetivos	El alumno desarrolla, pero no entiende por completo los objetivos	El alumno desarrolla bien los objetivos, con alguna excepción	El alumno acredita a la perfección los objetivos del proyecto
Ha seguido la metodología proporcionada en las guías	No sigue la metodología proporcionada	Sigue la metodología con dificultad	Sigue la metodología de forma correcta, cometiendo algún error	Metodología correcta
El informe final es claro y bien redactado	Informe incompleto, con errores	Informe aceptable, con poca documentación	Buen informe con pequeñas excepciones	Informe excelente, bien documentado
Describe con rigor la funcionalidad básica de cada proyecto	No entiende la función del proyecto	Entiende la funcionalidad, pero presenta errores	Entiende la funcionalidad, pero con excepciones	Entiende la funcionalidad de forma excelente

Tabla 3 (continuación). Rubrica de evaluación para los proyectos a desarrollar en la materia de Hidrología Forestal

Categoría	Insuficiente. Desempeño bajo (1)	Suficiente. Desempeño medio (2)	Bueno. Desempeño alto (3)	Muy bueno. Desempeño máximo (4)
El material gráfico es el adecuado, planos, dibujos	Material gráfico no presentado	Material gráfico incompleto	Material gráfico completo con errores	Material gráfico completo y adecuado
Valora y entiende los resultados obtenidos, así como su empleo en un caso real	No entiende ni ejemplifica los resultados obtenidos	Entiende la empleabilidad, pero sin ejemplificar con casos reales	Valora y entiende, pero comete pequeños errores en los ejemplos	Valora y entiende la empleabilidad de los resultados
Muestra cuidado, y calidad en la realización y edición final del proyecto	Proyecto descuidado, inacabado	Proyectos con múltiples errores de presentación	Proyecto con pequeños errores	Acabado final perfecto

5. Resultados y discusión

5.1. Objetivos alcanzados

En primer lugar, el banco de preguntas se seguirá incrementando y utilizando como material para el alumnado de futuros cursos. Los alumnos elaboraron un banco de más de 350 preguntas de forma exitosa, que cubren todos los temas tratados a lo largo de la materia, y que cubren diferentes dificultades. Cada equipo se mostró responsable y comunicativo, mediante esta actividad se incentivó el procesamiento crítico por parte de los estudiantes, aumentando el desarrollo de dicha capacidad como resultado final.

La implementación del conjunto de proyectos ha permitido a los alumnos el empleo de uno de los softwares más empleados en la Hidrología. Por norma general, la calidad de los informes presentados mejoró a partir del segundo proyecto, ya que los alumnos aprendieron de los errores cometidos durante la realización de los primeros proyectos. Un pequeño porcentaje de los alumnos no presentó todos los proyectos, o los presentó fuera de plazo.

5.2. Incidencias en el desarrollo

En el desarrollo de los primeros proyectos, los alumnos mostraban dificultades con la metodología propuesta, argumentando dificultades con el software, o de comprensión de los conocimientos adquiridos. Además, apenas se animaban al uso del foro habilitado en Moodle para el primer proyecto, sin embargo, después de la primera práctica el uso de esta herramienta se vio incrementado.

Se observó que los estudiantes mostraron dificultades al elaborar el informe de cada proyecto. Algunos de los problemas encontrados son; baja calidad gramatical, baja calidad léxica, bajo conocimiento del correcto formato de informes de investigación o ingeniería o baja capacidad de resolución autodidacta.

5.3. Percepciones de los estudiantes

Se evaluó la percepción de los estudiantes mediante la actividad “Cuestionario en Moovi”, el contenido de la encuesta se muestra en la Tabla 4. La encuesta se valoraba de 1 (muy de acuerdo) a 5 (muy en desacuerdo).

Tabla 4. Encuesta de satisfacción del alumno en Moovi

Organización	P.1. ¿Consideras que la organización (información, comunicación, resolución de incidencias) llevada a cabo por el profesorado de esta materia, cuando la docencia era presencial, fue adecuada?
Herramientas y canales	P2. ¿Consideras que las herramientas e instrumentos empleados por el profesor en el desarrollo de la docencia no presencial son adecuados?
Actividad docente	P.3. ¿Consideras que es adecuada la atención, dedicación y preocupación del profesorado para desarrollar la docencia y atender las dudas, en el periodo de docencia on-line?
	P.4. ¿Consideras que la docencia presencial te permite tener un mejor aprovechamiento de la materia?
	P.5. ¿Consideras que la docencia no presencial te permite tener un aprovechamiento adecuado de la materia?
Equivalencia general	P.6. En las clases virtuales ofrecen más flexibilidad en cuanto a la elección de mi ubicación a lo largo del curso.
	P.7. En las clases virtuales son fáciles de adaptar a mi horario.

Tabla 4 (continuación). Encuesta de satisfacción del alumno en Moovi

Interacción	P.8. En las clases virtuales podría estar más involucrado.
	P.9. En las clases virtuales podría tener más oportunidades de expresar mis dudas y comentarios.
Conocimiento adquirido	P.10. Obtendría más conocimiento en una clase virtual.
Facilidad	P.11. Las clases virtuales son más fáciles en general.

Los resultados muestran que un 38% del alumnado que respondió la encuesta estaba muy de acuerdo con las herramientas empleadas durante el desarrollo de la docencia online (P1), mientras que el 62% estaba de acuerdo con dicha afirmación (P1) (Figura 1). Sin embargo, un 37% de los alumnos encuestados creen que aprenderían más de forma presencial (P10). Además, no hay un consenso claro sobre si están o no de acuerdo en que es más fácil involucrarse en las clases virtuales (P8), el 41% responden de forma neutra. Aunque valoran la flexibilidad en mayor o menor medida un 50% de los encuestados (P6), así como el 88% valoran muy positivamente la atención y dedicación del profesor (P3).

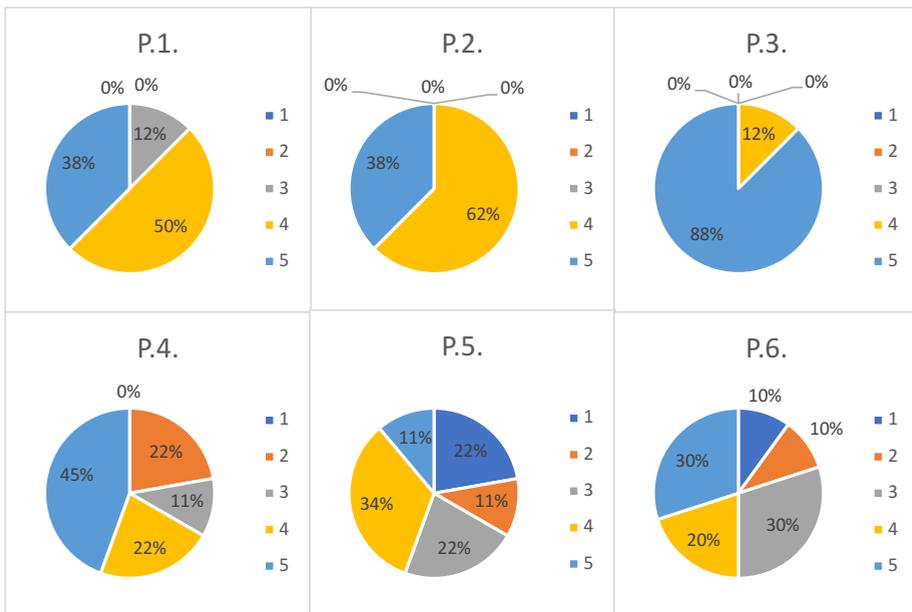


Figura 1. Resultados de la encuesta realizada en Moodle de la materia de Hidrología Forestal durante el curso 2019/2020.

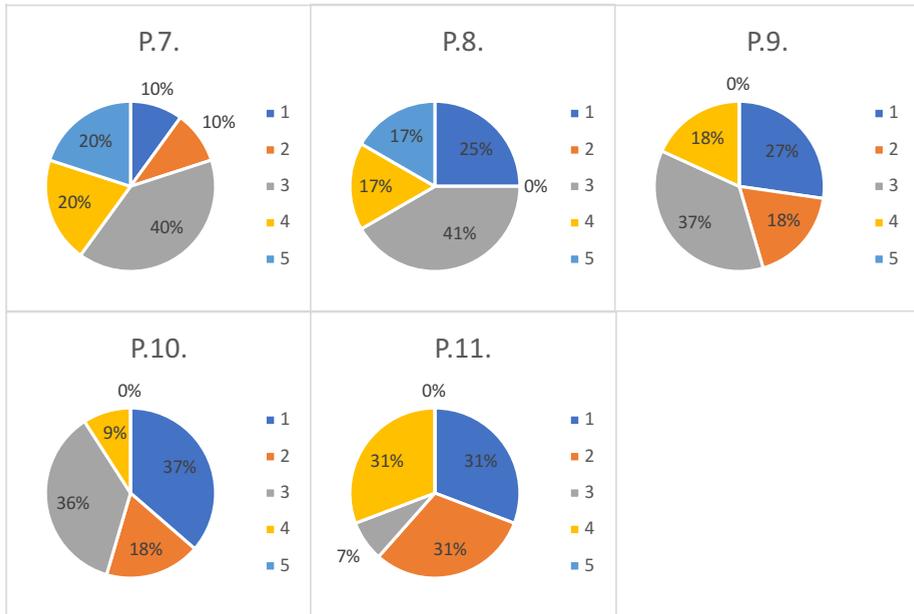


Figura 1 (continuación). Resultados de la encuesta realizada en Moodle de la materia de Hidrología Forestal durante el curso 2019/2020.

5.4. Análisis estadístico de las calificaciones finales

Se han evaluado las calificaciones obtenidas a lo largo de los cursos 2019/2020 y 2020/2021 (Figura 2). En el primer curso no se utilizó el mismo material que el aquí desarrollado, ni se realizaron los proyectos aquí descritos. El porcentaje de alumnos que superó en la materia sin el empleo del Aprendizaje Basado en Proyectos es de un 66.84%, frente al 85.7% del curso 2019/2020, curso en el que se utilizó el ABP. Por otra parte, durante el curso 2018/2019 la nota media obtenida por los alumnos que superaron la materia fue de 7.6 ± 1.2 , mientras que la nota media de los alumnos que superaron la materia para el curso 2019/2020 fue de 9.04 ± 0.76 . Los resultados muestran que el haber introducido nuevos métodos de aprendizaje ha tenido un efecto en las calificaciones finales de los estudiantes, incrementando la calificación final en 1.4 puntos.

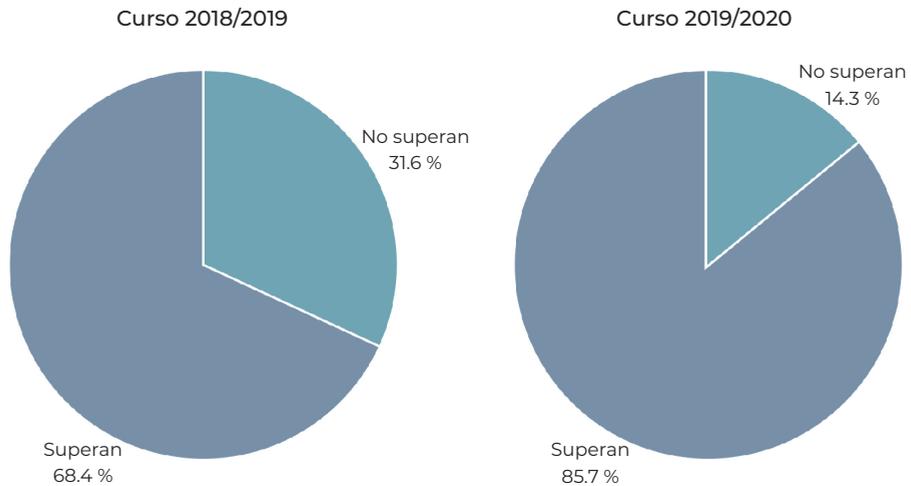


Figura 2. Resultados de las calificaciones de la materia de Hidrología Forestal durante los cursos 2018/2019 y 2019/2020.

6. Conclusiones y líneas de investigación futuras

Es necesario estimular la actitud y participación de los estudiantes en la vida académica. Las nuevas metodologías de enseñanza/aprendizaje tienen como objetivo primordial el desarrollo de profesionales altamente cualificadas, para ello, estas metodologías ponen el foco en fomentar la actitud del alumnado.

Los métodos aquí empleados, el Aprendizaje Basado en Proyectos, Campus Remoto, plataforma Moovi/Moodle, han presentado una mejora sustancial de las calificaciones de los alumnos, así como un mejor desarrollo del conocimiento obtenido mediante la realización continua de los proyectos aquí descritos. El empleo del ABP, fomenta el desarrollo integral del estudiante, potenciando las habilidades adquiridas mediante la retroalimentación constante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El alumnado valora positivamente las herramientas empleadas para alcanzar las competencias de la materia, sin embargo, a pesar de mejorar su flexibilidad del trabajo, valoran la presencialidad por encima de la docencia online.

Por otra parte, la actividad enmarcada dentro de la parte teórica, realización de un banco de preguntas para cada temario, obtuvo óptimos resultados. Y se empleará en posteriores cursos incrementando el banco de preguntas, pudiendo añadir otra tipología de preguntas, como respuestas cortas, respuestas de emparejamiento, etc.

Por lo siguiente, se plantean una serie de líneas de investigación futuras, que mejoren el trabajo online de la materia; como la introducción de más actividades cooperativas, o de juegos en las clases teóricas, como por ejemplo Kahoot. Este tipo de actividades fomentarán que el alumnado se sienta más involucrado en las lecciones magistrales, siendo este uno de los puntos críticos de la docencia online.

7. Referencias

- ACUÑA-ALONSO, C., FERNANDES, A. C. P., ÁLVAREZ, X., VALERO, E., PACHECO, F. A. L., VARRANDAS, S. D. G. P., TERÊNCIO, D. P. S., Y FERNANDES, L. F. S., 2020. «Water security and watershed management assessed through the modelling of hydrology and ecological integrity: a study in the Galicia-Costa (NW Spain)». *Science of The Total Environment*, 143905.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143905>
- BRAUN, A. C., TROEGER, D., GARCIA, R., AGUAYO, M., BARRA, R., y VOGT, J., 2017. «Assessing the impact of plantation forestry on plant biodiversity: A comparison of sites in Central Chile and Chilean Patagonia.» *Global Ecology and Conservation*, 10, pp. 159–172.
- CRUZ ÁVILA, M., 2007. «Una propuesta para la evaluación del profesorado universitario». *Universitat Autònoma de Barcelona*.
- DAVARI, M., GHOLAMI, L., NABIOLLAHI, K., HOMAEI, M., y JAFARI, H. J., 2020. «Deforestation and cultivation of sparse forest impacts on soil quality (case study: West Iran, Baneh).» *Soil and Tillage Research*, 198, 104504.
- DUDLEY, N., y ALEXANDER, S., 2017. «Agriculture and biodiversity: a review». *Biodiversity*, 18(2–3), pp. 45–49.
- KRAHAM, S. J., 2017. «Environmental impacts of industrial livestock production.» In *International Farm Animal, Wildlife and Food Safety Law*, pp. 3–40. Springer.
- LING, P., PRINCE, S., BAIOCCHI, G., DYMOND, C., XI, W., y HURTT, G., 2020. «Impact of fire and harvest on forest ecosystem services in a species-rich area in the southern Appalachians.» *Ecosphere*, 11(6), e03150.
- LUO, P., ZHOU, M., DENG, H., LYU, J., CAO, W., TAKARA, K., NOVER, D., y SCHLADOW, S. G., 2018. «Impact of forest maintenance on water shortages: Hydrologic modeling and effects of climate change.» *Science of the Total Environment*, 615, pp. 1355–1363.
- MARILES, O., RAVELO, A., y AVILA, A., 2006. «Método para determinar los parámetros k, x y los coeficientes de tránsito del método de muskingum-cunge.»

- MARTÍ, J. A., HEYDRICH, M., ROJAS, M., y HERNÁNDEZ, A., 2010. «Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente.» Revista Universidad EAFIT, 46(158), pp. 11–21.
- MENG, F.-R., ARAIN, A., LI, Q., y PISARIC, M., 2019. «Forest Hydrology and Watershed.» MDPI-Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- PASCUAL, J. A., y DÍAZ-MARTÍN, M., 2016. «Guía práctica sobre la modelización hidrológica y el modelo HEC-HMS.» IMDEA AGUA, Centro para el Conocimiento del Paisaje.
- SHEKHAR, A., BUCHMANN, N., y GHARUN, M., 2020. «Forest ecosystem response to weather extremes: case study of a montane mixed forest in Switzerland.» American Geophysical Union, Fall Meeting 2020.
- TYLER, W., 1982. «Complexity and control: The organisational background of credentialism.» British Journal of Sociology of Education, 3(2), pp. 161–172.
- VELÁSQUEZ CHÁVEZ, A. A., 2015. «Modelamiento hidrológico e hidráulico del río santa, tramo asentamiento humano las flores, distrito de Carhuaz, Ancash.» Biblioteca Agrícola Nacional, Disponible en:
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/18>

Transformación post-pandemia COVID-19 en la educación superior. Una fantástica oportunidad de evolucionar hacia otras formas de aprender, enseñar y evaluar 3

Juan-Francisco Álvarez-Herrero

Universidad de Alicante
juanfran.alvarez@ua.es

Resumen:

La educación superior al igual que el resto de etapas educativas, se ha visto envuelta en estos últimos tiempos en un proceso de transformación y adaptación a una modalidad de enseñanza online que ha venido impuesta por la pandemia de la COVID-19. Con todos los problemas derivados de esta situación, y especialmente atendiendo a los relacionados con el uso necesario de las tecnologías digitales, la deficiente competencia digital tanto de alumnado como del profesorado, así como el no saber evolucionar a las condiciones de estas otras modalidades de enseñanza (online y semipresencial); se hace necesario analizar lo ocurrido y proponer otras formas de aprender, enseñar y evaluar más acordes con estas modalidades y sus características. En este estudio, tras analizar todo esto y haber tenido en cuenta algunas de las buenas prácticas realizadas durante esta situación de crisis pandémica, se realiza la propuesta de presentar a modo de guía y orientación, una serie de prácticas, estrategias y recursos que pueden servir para modalidades de enseñanza online y semipresencial, con el propósito de que en un futuro, cuando la situación revierta, algo de todo ello quede, para de esta forma evolucionar en la educación superior hacia otras formas de enseñar, aprender y evaluar. Pero para asegurar el éxito de esta y otras propuestas que se pudieran realizar en el mismo sentido, se hace necesario contemplar un plan de acción de formación docente que vaya más allá del uso de las tecnologías digitales e incida más en la implementación de estas en la educación para así garantizar una mejora del aprendizaje del alumnado.

Palabras clave:

Educación superior, COVID-19, e-learning, procesos de enseñanza-aprendizaje.

1. Introducción

La pandemia de la COVID-19 ha venido a revolucionar nuestro mundo tal y como lo conocíamos. De un día para otro prácticamente al unísono, todo el mundo se paralizó y tuvo que reaccionar como mejor supo para dar respuesta a esta situación transgresora. El coronavirus provocó que en el ámbito educativo, instituciones, docentes y discentes, tuviesen que adaptarse a una modalidad de enseñanza-aprendizaje totalmente online durante el confinamiento domiciliario sufrido en España entre marzo y junio de 2020. En la educación superior, esta situación de docencia no presencial se alargó o incluso hay casos en los que aún perdura. Ello obligó a echar mano de las tecnologías digitales para poder transformar las clases presenciales en clases online, y eso mismo puso en tela de juicio la competencia digital tanto del profesorado como del alumnado. Una competencia digital que contaba con unas expectativas mucho más optimistas de lo que después se comprobó que se poseía, pero que a su vez y con la intención de atajar este problema, propició que tanto las administraciones, las instituciones como las personas afectadas (docentes y discentes), se involucrasen en la formación y un desarrollo de esta competencia, provocando así una mejora de la misma. Así, tras los primeros meses de pandemia, la situación en cuanto a medios, recursos, y al desarrollo de la competencia digital, se ha visto ampliamente mejorada. Como consecuencia de esto, también se ha visto mejorada la calidad de enseñanza ofrecida en esta modalidad online, y si bien al principio fue algo más caótica, con el paso del tiempo, se han ido consolidando buenas prácticas docentes en las que se ha ido más allá de una simple adaptación de los métodos y prácticas utilizadas en las clases presenciales, y se ha apostado por otras formas de enseñar y aprender.

Con todo ello, estamos ante una fantástica oportunidad de evolucionar en los procesos de enseñanza-aprendizaje en la educación superior, y conseguir que bien cuando volvamos a la enseñanza presencial o bien si algo de esta enseñanza online perdura entre nosotros, que aquellas buenas prácticas y aquellos recursos que tengan cabida en la nueva situación, perduren y sirvan para mejorar la calidad de la enseñanza en la educación superior.

En este capítulo analizaremos la situación vivida a raíz de la pandemia de la COVID-19, viendo los problemas surgidos y como se hizo frente a los mismos,

para pasar a ver aquellas buenas prácticas y aquellos recursos que han conseguido resultados positivos en esta modalidad no presencial de enseñanza. Esto nos permitirá realizar nuestra propia propuesta de intervención en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la educación superior con una modalidad de enseñanza online y/o mixta o semipresencial. Finalizaremos discutiendo cuales de estos logros pueden seguir siendo válidos tanto si se regresa a la formación presencial como si se mantiene una formación dual o híbrida. De esta manera, pretendemos ver, más allá de lo que sería una simple adaptación a la situación, si estas prácticas educativas nos permitirían hablar de una evolución en la formación de la educación superior.

2. Marco teórico

La capacidad de reacción ante la aparición de la pandemia de la COVID-19 fue bastante desigual y diferente en las diferentes partes del mundo y en las diferentes etapas educativas. Se han dado casos en los que la situación ha estado bastante normalizada y no se han presentado graves problemas, con lo que las clases y el desarrollo del curso educativo prácticamente no experimentó grandes cambios. Y por otro lado también se han dado casos en los que los diferentes y graves problemas surgidos, han impedido un seguimiento normal de las clases, por lo que ha sido totalmente imposible desarrollar el curso educativo con unas mínimas garantías (Hernández-Ortega y Álvarez-Herrero, 2021). Evidentemente, entre un extremo y otro, se han dado situaciones muy diversas y variopintas. Y en todo ello, también ha habido cabida para la presencia de buenas prácticas, buenas intervenciones que han posibilitado con su difusión y comunicación, que toda la comunidad educativa pueda aprender de ellas y sacar aquello que de provechoso se pueda trasladar a la situación real y concreta de cada caso particular. Por ello, queremos remarcar e incidir, que nuestra propuesta será algo general, no una receta válida para cualquier caso, pero sí unas indicaciones que permitirán obtener ideas y ejemplos de los que poder derivar en otras prácticas similares que den resultados positivos en cada situación y contexto. Así, son varios los estudios internacionales que han surgido con el mismo interés que el nuestro, aportar propuestas de éxito para llevar adelante los procesos de enseñanza-aprendizaje con garantías de mejora (Adedoyin y Soykan, 2020; Ali, 2020; Daniel, 2020; Dhawann, 2020; Mukhtar, Javed, Arooj y Sethi, 2020; Rapanta, Botturi, Goodyear, Guàrdia y Koole, 2020).

Aunque en algunos momentos tomaremos ejemplos y experiencias acaecidas en otras etapas educativas próximas a la educación superior pues sus

resultados y conclusiones son perfectamente trasladables a esta, focalizaremos nuestra investigación en esta etapa y profundizaremos en su análisis. Así mismo, abarcaremos esta etapa educativa en cualquier país o región del mundo, pero también pretendemos contextualizar a nuestro entorno más próximo, España, tanto el análisis como la propuesta de intervención que realizaremos, pues se trata de la realidad más cercana que conocemos y que podemos plantear como posible respuesta de intervención para cuando esta situación revierta en todo o en parte a la modalidad de enseñanza presencial.

2.1. Enseñanza-aprendizaje durante el confinamiento por la COVID-19

El 13 de marzo de 2020 se declaró en España el estado de alarma, obligando a todos los ciudadanos a permanecer confinados en sus casas. Ello llevó a que el curso académico 2019/2020 se viese abocado a ser finalizado de forma online, donde tanto docentes como discentes siguiesen las clases desde sus domicilios, haciendo uso de las tecnologías digitales para llevar a cabo esta modalidad online de enseñanza. Las universidades de todo el país se vieron de forma repentina inmersas en esta nueva situación, y ello trajo consigo una gran cantidad de problemas. Entre los principales, cabe destacar:

- Falta de medios y recursos tecnológicos tanto por parte del profesorado como del alumnado. Bien el no disponer de ordenadores suficientemente preparados para llevar a cabo clases online (con webcam y micrófono principalmente), así como de la necesaria conexión a Internet, con la suficiente banda ancha para poder soportar videollamadas con un amplio número de personas conectadas o trabajos colaborativos en páginas o portales web (Cabero-Almenara y Llorente-Cejudo, 2020; Ordorika, 2020). En otros muchos casos, aun teniendo dispositivos para poder realizar un seguimiento de las clases, el tener que compartir dicho equipo (pues más que dispositivos, hablamos de que en muchas casas se disponía de un solo equipo para todas las personas convivientes) entre todos o el ancho de banda de la conexión a Internet entre todos en una misma hora o momento en el que era necesario estar conectados todos a la vez.
- Situaciones de ansiedad, estrés y miedo, tanto de docentes como de discentes, ante esta situación dramática (Fawaz y Samaha, 2021; Moawad, 2020; Said-Hung, Marcano y Garzón-Clemente, 2021; Vivanco, Saroli, Caycho, Carbajal y Noé, 2020). En un momento dado, todos conocían a alguien o tenían entre sus familiares alguna persona afectada por la enfermedad. Además de los restantes agravantes, como por ejemplo: la

pérdida del empleo o la no entrada de ingresos por parte de las personas convivientes o cabezas de familia; el tener que convivir las 24 horas del día, los 7 días de la semana con niños, con adolescentes, con mayores dependientes, etc. y no estar habituado a ello, siendo además imposible salir a la calle y con ello impedir el ejercicio físico, el despejarse, o el relacionarse con la naturaleza y con otras personas diferentes a las convivientes; etc. La salud mental se ha visto muy perjudicada con toda esta situación del confinamiento domiciliario.

- Merma de la salud física. El permanecer tantas horas sentado delante de una pantalla origina no pocas situaciones de merma de la salud física (Gazca, 2020). Se agrava el sedentarismo, con la cantidad de problemas que derivan de ello. La vista sufre después de tantas horas delante de una pantalla iluminada, y se va perdiendo y debilitando la capacidad visual de las personas. Por no hablar de las posturas que adoptamos cuando nos sentamos delante de un ordenador, pues si ya de por sí es un problema, con este incremento de horas, mayor es el problema ergonómico que se presenta.
- Mala adecuación de tiempos y espacios. El no estar en una clase-aula, y siguiendo un horario concreto y estipulado, si bien presenta muchas ventajas como por ejemplo el poder conciliar la vida académica con la vida personal o familiar de las personas implicadas, o incluso en el caso de estudiantes que compaginan estudios y trabajo, el poder conciliar vida laboral y académica; también es cierto que supone una serie de graves problemas, pues ante determinados tiempos y el no estar en un mismo espacio, hace que cada persona que participa de dicho proceso, se pueda ver afectada por elementos distractores internos: niños pequeños en casa; mascotas a las que atender; llamadas al timbre o al teléfono; jugar con la videoconsola; ver una serie, película o programa de televisión; el encontrar cualquier momento como bueno para irse a desayunar o picotear algo; ir al servicio; continuar durmiendo; etc. Así como también los provocados por elementos distractores externos: procrastinar visitando otras webs en Internet, seguir las noticias sobre el desarrollo de la pandemia, etc. Ello conducía en muchas ocasiones a que el alumnado no conectase sus cámaras y/o micrófonos en las clases, para de esta forma hacer ver que se está, pero no se está, bien porqué se está haciendo otra cosa a la vez, o bien porqué directamente no se está y se quiere dar la impresión de que sí se está. Así, para el docente, muchas veces las sesiones de videoclases se convertían en estar hablando a una pantalla en negro con iconos con las letras de los estudiantes que pare-

cían estar allí presentes, pero que cuando se les preguntaba o inquiría, resultaban estar ausentes. También las percepciones del alumnado coinciden en que en sus casas existen muchos elementos distractores que les impiden realizar un seguimiento de la clase como se produciría en las aulas (Álvarez-Herrero y Fernández-Herrero, 2020; Pokhrel y Chhetri, 2021).

- Mala adecuación de las clases presenciales a esta modalidad no presencial de las mismas. Muchos docentes trasladaron, con sencillas adaptaciones, lo que venían haciendo en sus clases presenciales, a estas online. Así hubo quienes se dedicaron a mandar los contenidos de sus asignaturas en documentos en pdf o bien otros lo hicieron en forma de videos, bien propios o externos. Sin percatarse de que esta modalidad de enseñanza online, exige otro tipo de estrategias a realizar y que las que se utilizan en la modalidad presencial no todas valen para este caso (Ruiz, 2020). Por ello, esta mala adaptación, a su vez propició que tanto docentes como discentes, viesan que el tiempo de dedicación a las tareas de esta asignatura se incrementaban exageradamente respecto a los que necesitaban en las clases presenciales (Lassoued, Alhendawi y Bashi-tialshaer, 2020). Por parte de los docentes, el tener que preparar las clases en otros formatos, con otros medios, y por otras vías; o el tener que corregir actividades del alumnado, una a una, cuando en la clase presencial se presentan y corrigen de forma grupal; originaba el que se estuviese mucho más tiempo dedicado a estas tareas del que hubiese sido en la modalidad presencial. De ahí que se tuviese la sensación, real, de estar las 24 horas del día, los siete días de la semana, trabajando exclusivamente en sus tareas profesionales. En el caso de los estudiantes, un ejemplo de las muchas malas adecuaciones de esta nueva modalidad de enseñanza, pasan por el convertirse en sujetos más bien pasivos, y al ser mayoritariamente muy visual-dependientes, es decir, prefieren videos cortos, y en momentos concretos de máxima atención, a tener que estar atentos todo el tiempo o tener que leer textos. Ello hacía que toda aquella información que se diese bien de forma visual, pero en un momento en el que no se generaba la máxima atención, o bien escrita en forma de texto que no leen; provocaba que los docentes fuesen inquiridos de forma continua y repetitiva por parte de los discentes, no sólo en cuestiones importantes, sino también en aquellas intrascendentes, pero que como el alumnado no había leído o estado atento, temía perderse. Como hemos introducido anteriormente, la clase online requiere de otros métodos, otras prácticas y otras estrategias, distintas a las de la clase presencial. Manteniendo las mismas prácticas, métodos y

estrategias, el docente se ve expuesto al surgimiento de multitud de problemas e inconvenientes en el desarrollo normal de sus clases online.

- La evaluación, al igual que como acabamos de ver ocurría con la metodología, debe ser otra, con otros planteamientos y no tan dependiente de la réplica y la memorización por parte del alumnado. Hay muchas cuestiones de la evaluación del discente que ya de por sí no están muy claras en la docencia presencial, y que, de nuevo, en la docencia online quedan más empeoradas. Así, se ha hablado mucho sobre si este tipo de enseñanza, la modalidad online, permitía en gran medida que el alumnado pudiese “copiar” y engañar al sistema utilizando todo tipo de tretas para contestar correctamente en las pruebas de evaluación sin necesidad de haber estudiado y/o interiorizado los contenidos trabajados; y que eso ha llevado a una mejora de los resultados y rendimiento académico del alumnado. Aunque también se ha dado algún caso en el que los estudiantes han visto este sistema de evaluación online como más duro y estricto, que imposibilitaba la obtención de buenas notas (Cano, Collazos, Flórez-Aristizabal, Moreira y Ramírez, 2020). Como decíamos, hay cuestiones que deberían de estar claras con el tema de la evaluación sea cual sea la modalidad de enseñanza. Entre ellas, tener claro que la evaluación es un proceso, un continuo, y que por tanto no se puede reducir a un suceso, a una prueba puntual final en la que se valore aquello que se sabe y se castigue en aquello que no se sabe. Este proceso es sumativo y formativo, es decir, forma parte del proceso de aprendizaje, y más que castigar el error, deberíamos aprovecharlo como oportunidad de aprendizaje, para a partir de él, insistir y mejorar el aprendizaje. Por ello, ante una modalidad de aprendizaje online, donde por la mediación de las tecnologías digitales, el alumnado puede disponer en todo momento de los contenidos necesarios en cualquier momento y lugar gracias a Internet, a la hora de comprobar cómo va el alumnado progresando en su aprendizaje, debemos plantear pruebas no que tenga que reproducir o volcar los contenidos que ha podido memorizar o que puede encontrar con facilidad en Internet, sino más bien se le debe pedir que razone, argumente, relacione, compare y analice información y contenidos, que los ponga en práctica y que proponga otras utilidades, aplicaciones, o propuestas de interacción con dichos contenidos; cosas que no encontrará en Internet ni que podrá “copiarse” de nadie y que deben nacer del propio estudiante, quien a su vez estará poniendo en desarrollo su capacidad crítica, su capacidad de análisis, su creatividad y la competencia de aprender a aprender.

- Por último y no menos importante, sino tal vez uno de los más graves inconvenientes de los sucedidos, pues de él se deriva y acrecienta la gravedad de otros de los mencionados; estriba en la competencia digital tanto del docente como del discente. Las expectativas que se tenían sobre esta competencia tanto por unos como por otros eran muy elevadas. A la hora de la verdad, se ha comprobado que ni la competencia digital de los docentes ni la de los discentes ha resultado ser la que se creía tener (Paredes-Chacín, Inciarte y Walles-Peñaloza, 2020). Así, muchos docentes se han visto superados por la situación y o bien se quedaron sin dar sus clases durante todo el confinamiento, o bien buscaron otros mecanismos para hacer llegar a su alumnado materiales y recursos con los que poder seguir de alguna manera las clases (hubo quien pasaba a su alumnado, tras haberle notificado por teléfono la estrategia, apuntes en fotocopias que debían recoger a la puerta de un supermercado al ir a realizar la compra). Atrás quedan los años en los que la formación en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) estaba de moda y toda la comunidad educativa se formaba en ellas pensando y creyendo que iban a ser la salvación y las que iban a ser abanderadas de la innovación en la educación. Con los años, esa euforia e interés inicial fueron decayendo, y los intereses de profesorado y de forma directa de su alumnado, se fueron focalizando en otras necesidades formativas (como por ejemplo en metodologías activas, en la educación inclusiva, etc.). Por no decir que esta formación ha estado y sigue estando en muchos casos equivocada, pues se centra mucho en el conocimiento y uso de la herramienta, y muy poco o nada en las posibilidades pedagógicas que esta tiene para implementarse en el aula. Con todo ello, son muchas las instituciones y también a título personal docentes y discentes, que, al verse superados por la situación, han dedicado mucho esfuerzo y tiempo en formaciones y autoformaciones en tecnologías digitales para poder estar a la altura de la situación y poderla afrontar con las mayores garantías. Y por ello podemos afirmar que esta situación de crisis pandémica finalmente ha derivado en que se ha producido una mejora en la competencia digital tanto del docente como del discente.

2.2. Enseñanza-aprendizaje tras el confinamiento

Tras el confinamiento, pasado el verano, y con el nuevo curso, si bien algunas etapas educativas volvieron a sus aulas y a sus centros, con medidas de seguridad y en algunos casos en los denominados grupos burbuja; en el caso de la

educación superior, ha sido bastante desigual, pero la tónica general ha sido bien el mantenimiento de las clases de forma online, bien en otros casos una mal llamada modalidad dual o semipresencial, pues consistió en ofrecer a un pequeño porcentaje del grupo clase asistir de forma presencial a las aulas donde los docentes desarrollaban las clases, tanto para este grupo como para el resto de la clase que seguía las clases desde sus casas de forma online (García, 2021).

En el primer caso, seguimos con las mismas condiciones que durante el confinamiento, salvo que la experiencia ya vivida nos reporta experiencia y la posibilidad de enmendar muchos de los errores cometidos en la etapa anterior.

Sin embargo, en el caso de la modalidad dual o semipresencial, no podemos afirmar lo mismo, pues en esta situación, otra vez nueva para docente y discente, se presentaban otro tipo de problemas diferentes a los que surgieron durante el confinamiento, y las características de esta modalidad, en la que el docente se tiene que diversificar y ser capaz de atender a alumnado presente en el aula y alumnado en sus casas, hacen que los métodos y prácticas de la modalidad presencial y de la modalidad online, no sirvan en muchas ocasiones para esta otra modalidad.

Entre los problemas más comunes presentados están:

- Imposibilidad del docente de poder atender a un alumnado y a otro de igual manera. El tener alumnado en sus casas y otro alumnado en la clase de forma presencial, dificultaba el poder plantear actividades donde todo el alumnado jugase con las mismas condiciones, bien fuesen ventajosas o con inconvenientes. Siempre se producen situaciones en las que unos u otros salen beneficiados y los otros perjudicados. Además, el docente tiene que redoblar esfuerzos para plantear a unos unas cuestiones o actividades y a los otros otras.
- El alumnado que se queda en casa no tiene que desplazarse al centro educativo, y con ello se ahorra tiempos y costes del desplazamiento. En casa el alumnado tiene una mayor libertad de movimientos y acciones, que en clase están más limitados.
- El alumnado al que se le invita a asistir presencialmente se hace de forma aleatoria con lo que no se da la coincidencia de que coincidan los estudiantes de un mismo grupo de trabajo. Además, se da la circunstancia de que se le puede asignar en una clase la posibilidad de asistir a ella presencialmente y a la siguiente, tener que seguirla desde casa.
- Si se decide realizar alguna actividad o práctica en la que en el centro se dispone de material para hacerla, pero no en las casas, se genera un agravio comparativo entre un alumnado y otro.

- El alumnado que asiste de forma presencial, tiene la ventaja de poder realizar preguntas, de aclarar dudas con el docente y que la información y comunicación le llegue de primera mano, con la comunicación no verbal, tan necesaria muchas veces para comprender el mensaje en su total amplitud. Por otro lado, el alumnado que permanece en sus casas no dispone de dicha posibilidad.

2.3. Buenas prácticas y recursos en la enseñanza online y en la educación superior

A pesar de todos los problemas que hemos presentando tanto en una situación como otra, sí que se dieron buenas prácticas de enseñanza-aprendizaje en las universidades españolas. Algunas de las que se han documentado son estas:

Además de presentar una guía orientativa de como llevar a cabo la evaluación en la educación superior en esta situación de crisis pandémica, también se muestran ejemplos de buenas prácticas de evaluación en diferentes asignaturas y grados de las universidades de Burgos, León, Salamanca y Valladolid (García-Peñalvo, Corell, Abella-García y Grande, 2020).

La enseñanza de ciencias y su didáctica es todo un difícil reto en esta modalidad de enseñanza online. Aprender por indagación no es imposible, y así se demuestra en esta investigación (Álvarez-Herrero, 2020) en la que se consigue además la interacción y la participación del alumnado en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, poniendo en juego además de la competencia digital, la capacidad crítica, la creatividad, el trabajo en grupo, y el aprender a aprender.

Cualquier materia o área es susceptible de poderse transformar con éxito en esta modalidad online, y un ejemplo muy interesante de ello es uno que se describe en el campo del arte (Chaparro, 2021). Las tecnologías digitales a partir de sus recursos ayudan a llevar a cabo prácticas metodológicas satisfactorias en el campo de las artes en la educación superior.

También aquellas enseñanzas clínicas como Medicina, Enfermería, Odontología, Veterinaria, etc., han contado con ejemplos de buenas prácticas en esta nueva modalidad de enseñanza (Enoki, 2020; Mercado-Rey, Cortez-Orellana y Febres-Ramos, 2021).

Así mismo, se dan ejemplos en los que se ha hecho uso de las metodologías activas (como por ejemplo el Flipped Classroom) y estrategias que permitiesen la interacción y participación del alumnado (Roatta y Tedini, 2021; Santana-Sardi, Maw-yin-Cevallos, Gutiérrez-Santana, Santos-Moreira, y De la Peña-Consuegra, 2020).

3. Propuesta Metodológica

Algunas de las actividades y recursos que recomendamos utilizar son:

Utilizar una única plataforma de comunicación y de contenidos para todo el alumnado de una misma institución. Se trata de que, si se dispone de una propia, sea esa la que se use. Y si no se dispone de una propia y se ha de recurrir a una externa, sea la elegida la que utilice todo el profesorado de la institución. Por ejemplo, si hablamos de Google Meet, que todo el profesorado de la institución la gaste con todo el alumnado. Existe una amplia variedad de plataformas externas, tanto para comunicarse a través de videollamadas o videoconferencias (Skype, Google Meet, Cisco Webex, Microsoft Teams, Jitsi, Discord, etc.) como para la gestión de contenidos (Moodle, Edmodo, Google Classroom, etc.).

No realizar videoclases expositivas de larga duración y sin la posibilidad de participación o interacción por parte del alumnado. No podemos realizar videoconferencias de más de 20 minutos en los que el alumnado deba estar atento y siguiendo lo que estemos exponiendo. Son diversos los estudios que hablan de una drástica pérdida de atención por parte del alumnado conforme vamos superando esos primeros 20 minutos de videoclase. Igualmente pasa con aquellos videos que les podamos trasladar para que los visionen, si exceden de los 20 minutos y no tienen ningún tipo de interacción en su exposición, podemos encontrarnos con que un elevado número de nuestro alumnado haya desconectado y no llegue a aprovechar lo que dicho video pretendía. Tanto en un caso como en otro, podemos sobrepasar esta barrera de los 20 minutos, incorporando actividades, cuestiones, encuestas, etc., que permitan la interacción y participación del alumnado. En el caso de las video-exposiciones podemos hacer servir preguntas realizadas de forma oral, o bien servirnos de recursos tecnológicos muy interesantes como Mentimeter y Nearpod. En el caso de que sean videos de repositorios como YouTube lo que queremos hacer, entonces también podemos hacer servir algún recurso como Edpuzzle que permite incorporar cuestiones a lo largo del video y llevar un control y registro de lo sucedido (las veces que se ha visto el video por parte del estudiante, las respuestas acertadas y fallidas a las cuestiones planteadas, los fragmentos de video en los que el alumnado más se ha parado o repetido su visualización, etc.; lo que nos da una idea de aquellas cuestiones que más dificultad han presentado al alumnado, así como de aquellas que han resultado ser más fáciles, y han tenido una comprensión y asimilación más inmediata).

Buscar en todo momento la interacción y la complicidad con el alumnado, bien de forma verbal bien de forma visual. Es muy importante que el tiempo en el que se esté interactuando exista un contacto que avive la comunicación

y la información transmitida. No hay que estar tampoco toda la sesión o clase, sea de una duración de 1 hora o de dos, manteniendo esta atención e interacción. Se deben compaginar momentos de exposición de contenidos, con momentos de interacción docente-estudiantes, con otros momentos de trabajo individual o grupal en salas de videoconferencias paralelas en las que el docente pueda entrar cuando el grupo requiera de su apoyo u orientación; así como también se debe dejar espacio a momentos de desconexión, donde el docente puede dar por terminada la clase pidiéndoles a sus estudiantes que en el tiempo restante de clase, realicen alguna actividad que no requiera el uso de dispositivos tecnológicos o visionado de pantallas, como puede ser leer en analógico, pintar, crear, cocinar, o simplemente desconectar, descansar y relajar la mente.

Fomentar el trabajo individual y el trabajo en grupo. Como ya se ha comentado, debe quedar espacio a que el alumnado trabaje en el tiempo de la asignatura bien de forma individual, bien de forma grupal. Tanto en un sentido como en otro, las tecnologías digitales nos ofrecen un sinfín de recursos que facilitan mucho este tipo de actividades. Así por ejemplo se pueden plantear actividades donde en grupos el alumnado trabaje sobre documentos compartidos en Google Docs; o bien que discutan y debatan sobre temas concretos en salas paralelas de Google Meet en las que también tiene acceso el docente.

Realización de actividades de aprendizaje compartido. Por ejemplo, la creación de repositorios compartidos de herramientas web 2.0, utilidades o páginas web relacionadas con la asignatura; o la creación de glosarios compartidos bien en un documento compartido de Google Docs, bien en la herramienta glosario de Moodle; el análisis de aplicaciones, webs, blogs, herramientas, etc. que sirve además del desarrollo de la capacidad crítica, a tomar ejemplos que en un futuro pueden servirle en su profesión.

Poner en juego metodologías activas que se prestan a ser utilizadas en esta modalidad de enseñanza con el uso de diversos recursos y herramientas tecnológicas. Así el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el *Flipped Classroom* o incluso el *Visual Thinking* se prestan a poderse llevar a cabo en una modalidad de enseñanza tanto online como semipresencial. Conceder una mayor autonomía personal y grupal al alumnado, depositando en estos una confianza de compromiso y esfuerzo lleva a que los resultados obtenidos en estas metodologías son gratamente sorprendentes. Por no hablar del Aprendizaje Servicio, que también permite la realización de prácticas muy enriquecedoras en diversas competencias y en el desarrollo del alumnado en su formación como persona, como ciudadano del futuro. En este sentido, hay que aprove-

char el tirón que en estos últimos tiempos están teniendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y ponerlos en valor con el alumnado a través de diferentes propuestas.

El uso de técnicas, herramientas y actividades que gozan de gran interés y generan una excelente motivación entre el alumnado como por ejemplo la realización de *Breakouts edu* (o *Escape Classrooms* pero sin tener que escapar de ningún sitio ya que no se está al aula física de la clase), la utilización de la realidad aumentada y la realidad virtual para aumentar el aprendizaje o que permita trasladar al alumnado a una realidad virtual cuando no puede estar en la real; o bien la utilización el desarrollo del pensamiento computacional a través de propuestas que puedan suplir los robots al no tener acceso a ellos.

Por último, no debemos olvidar todo lo concerniente a la evaluación. Ya hemos hablado de que esta es un proceso, continua, sumativa y formativa, y que más que centrarse en castigar el error o lo que no sabe el alumnado, debe hacerlo en valorar aquello que sí sabe y en aprovechar el error para aprender de él. En ese sentido, se debe dar cabida a los tres tipos de evaluación, además de la heteroevaluación (aquella en la que el docente evalúa a su alumnado), se ha de contemplar la coevaluación (donde el alumnado evalúa a sus iguales) y la autoevaluación (donde es el propio alumnado quien se evalúa). Se puede y se debe jugar dándole diferentes pesos a cada una de ellas en función de los resultados que constatemos, de si nuestro alumnado ha sido honrado a la hora de evaluar a sus compañeros/as y a si mismo/a. Y también se deben considerar otros instrumentos de evaluación además de los consabidos exámenes o pruebas orales y escritas. Tenemos una amplia variedad de instrumentos, todos ellos se pueden llevar perfectamente en una modalidad de enseñanza tanto online como semipresencial gracias a las tecnologías digitales, como son por ejemplo los portafolios, los diarios de aprendizaje, las rúbricas, las dianas de autoevaluación, los simulacros de examen, y un amplio etcétera. Pero todo ello, sin olvidar que se están evaluando competencias y no el saber o conocer determinados conceptos. Esta evaluación por competencias hace que a la hora de evaluar tengamos que centrarnos más en comprobar si se ha producido un desarrollo de las mismas después de la intervención o no. Y por ello, si seguimos utilizando pruebas escritas, estas deben abordar otro tipo de cuestiones al alumnado, más allá de la simple repetición de contenidos o la memorización de los mismos. Se trata de que el alumnado sea capaz de razonar, argumentar, descifrar, discernir información real de la falsa, tener una actitud crítica, dar rienda suelta a su creatividad y sobre todo ser capaz de aprender a aprender. Teniendo en cuenta todo esto, es muy posible que también se ob-

serve un aumento en el rendimiento y una mejora en los resultados del alumnado (Álvarez-Herrero y Hernández-Ortega, 2020), pero que lejos de querer decir que se han “copiado”, viene a demostrar que el alumnado ha dispuesto de más tiempo y más interés y motivación por aprender, lo que le ha llevado a estos resultados.

Como ya hemos comentado, no se trata de una serie de medidas tipo receta, ni de que se deban adoptar tal y como aquí aparecen, pero sí se trata de unos ejemplos y orientaciones que pueden servir y ayudar a llevar en las clases online y semipresenciales las propias propuestas, estas ya contextualizadas y adaptadas a la realidad del grupo clase concreto y particular que se tenga, y puede ser a partir de ideas que hayan surgido de estas propuestas, de variaciones de estas o bien a partir de propuestas totalmente nuevas que surjan por parte del docente.

También es muy importante, aunque no se haya comentado hasta este momento, dar voz y voto al alumnado de todo este proceso de cambio o evolución de la educación. Hacer protagonista a quien realmente tiene el protagonismo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, que no es ni más ni menos que el propio alumnado. El alumnado puede participar no sólo en la evaluación y en las metodologías activas como hemos visto, sino también en la construcción de conocimiento, aportando propuestas de cómo enseñar-aprender los contenidos a tratar en la asignatura, como si se invirtiesen los roles y fuese el alumnado el docente del verdadero docente y del resto de compañeros. Así si bien en las metodologías activas, es el alumnado quien tiene este protagonismo, también lo debe tener en el resto de actividades y propuestas que se planteen, asumiendo el docente el rol de guía y orientador en este proceso de enseñanza-aprendizaje.

En este sentido, y con la finalidad de enriquecer esta investigación con la constatación de si estas medidas propuestas son eficaces o no, se llevó a cabo una sencilla experiencia con un grupo de alumnado (41 estudiantes) de la asignatura de Aulas Digitales en educación infantil, de 2º curso del grado de maestro en educación infantil, con el que se puso en práctica la propuesta metodológica de la realización de un *breakout edu*. De las dos unidades temáticas de la asignatura, en una de ellas se realizó una prueba escrita como evaluación de la misma, y en otra, antes de realizar otra prueba escrita, se realizó con el alumnado un *breakout edu*, a modo de recapitulación de los contenidos trabajados en dicha unidad. Además de poder comparar los resultados académicos de una y otra unidad temática, también se realizó un *focus group* con 8 estudiantes para recoger sus impresiones y comentarios acerca de las ventajas

o no de realizar este tipo de prácticas. Igualmente se procedió a recoger datos de otras de las propuestas mencionadas, pero se escapa de la intención de esta investigación el desarrollarlas con mayor detalle, y valga la ejemplificación de la propuesta del *breakout edu* para dar consistencia a lo aquí expuesto.

4. Discusión

Llegados a este punto, tras haber analizado la situación pasada y actual, revisado las buenas prácticas y logros conseguidos en todo este tiempo y propuesto una serie de actividades, recursos y estrategias; corresponde discutir si estas propuestas realizadas encajan con la realidad futura, y si encontramos estudios y experiencias que confirmen o corroboren que estas propuestas tienen posibilidades y van en el buen camino de evolucionar la educación. Al igual que nuestro estudio, hay otros autores que hablan de esa existencia de una brecha no sólo en la competencia digital de los docentes sino también en las metodologías docentes (Fernández-Regueira, Gewerc y Llamas-Nistal, 2020; García-Peñalvo y Corell, 2020).

La puesta en práctica de la realización de un *breakout edu* con el alumnado y a modo de recapitulación de los contenidos, se traduce en los resultados académicos, comparando los de la unidad temática anterior en la que no se hizo uso de dicha propuesta, con los de la unidad temática en la que sí se hizo uso de la misma, en una mejora del 83% de las calificaciones del alumnado, por lo que sí podemos confirmar que el uso de estas propuestas garantiza una mejora del aprendizaje del alumnado. Sirva esta pequeña prueba para constatar que el uso de estas prácticas y estrategias debe seguir planteándose en la educación superior, pues no sólo se observa con una mejora de los resultados académicos de los alumnos, sino también, y según los comentarios que se desprenden del *focus group* de estudiantes que participaron en dicha propuesta, este tipo de prácticas mejora el interés y la motivación por aprender y seguir aprendiendo los contenidos de las asignaturas que hacen uso de estas prácticas. Otros estudios e investigaciones realizadas en el mismo sentido, así lo confirman (Ismailov y Laurier, 2021; Kinio, Dufresne, Brandys y Jetty, 2019; Lougheed, Kirkland y Newton, 2012; Siltala, 2015).

Las orientaciones o guías de prácticas y estrategias para llevar a cabo los procesos de enseñanza-aprendizaje aquí presentadas, están en la línea de otros trabajos e investigaciones similares (Giannini, 2020; Maggio, 2020; Pedró, 2020), aunque aquí hemos querido ir un poco más allá y plantear que ocurrirá cuando se vuelva a una docencia presencial.

Así pues, no sólo se trata de que estas propuestas sirvan para una modalidad de enseñanza online y semipresencial, sino que también, llegado el momento de revertir la situación y de volver a la modalidad presencial, comprobar cuanto de todo esto perdura, es decir si ha generado la suficiente confianza y dominio entre el profesorado y el alumnado, para que se sigan utilizando, nuevamente adecuándose al contexto y a las características de esta modalidad de enseñanza-aprendizaje, las estrategias, los recursos y las prácticas aquí propuestas. En definitiva, estos cambios tienen garantías de permanecer y quedarse, o con la vuelta a la normalidad, tanto profesorado como alumnado volverá a lo viejo conocido, que, aun siendo peor, les garantiza una zona de confort en la que ya sabían que hacer y cómo actuar.

Es cierto que todo cambio supone un reto, que se abre a un mundo desconocido y donde aparecen los miedos. Así mismo también es cierto que estas propuestas aquí presentadas, traen inicialmente una mayor carga de trabajo que el seguir haciendo lo mismo que se hacía hasta ahora. Pero no es eso lo que hay que valorar y sopesar, sino ver e incidir en si los resultados obtenidos, y no sólo académicos, sino también en sentimientos, en la satisfacción personal tanto de docentes como de discentes; son mejores o no a los que se obtenían anteriormente. De ahí que la actitud del docente y del discente sea muy importante en la valoración y en la consolidación de estas otras formas de enseñar, aprender y evaluar. Sólo si se sale satisfecho de esta experiencia, se seguirá utilizando, y en ello como decíamos también tiene un peso muy importante la mejora en los resultados, pero sobretudo la mejora en el aprendizaje del alumnado, sin perder de vista que es también el profesorado el que también aprende en todo esto.

5. Conclusiones y Líneas Futuras

Nuestro objetivo de plantear una propuesta de una serie de actividades, recursos y estrategias para evolucionar hacia otra educación en una modalidad de enseñanza online y semipresencial, se ha conseguido y así mismo estamos convencidos que si esta transformación se hace siguiendo al menos algunas de las orientaciones de las aquí aportadas, las posibilidades de que esta nueva forma de enseñar, aprender y evaluar perdure ante un revertimiento de la situación, son bastante altas.

Por todo ello, también queremos ser cautos y cuidadosos en el planteamiento y la orientación a realizar en todo este proceso, pues como ya hemos argumentado, existe un componente bastante importante en la decisión de mantener y consolidar las actividades, recursos y estrategias aquí planteadas, que es la acti-

tud de los protagonistas de este proceso. Tanto profesorado como alumnado deben terminar contagiándose de esta otra forma de proceder, aquella que tiene en cuenta no sólo herramientas sino saber cómo implementarlas en una situación, en un contexto, y con unos agentes o protagonistas muy concretos, para que repercutan favorablemente en la mejora del aprendizaje del alumnado.

También queremos insistir en que lo aquí aportado no son leyes ni recetas que cumplir al pie de la letra. Se trata de orientaciones que pueden servir de guía en la creación, diseño e implementación de otras que bien ya sea adaptándolas o generándolas de forma libre y original puedan ser llevadas a una realidad, contexto y protagonistas concretos. Nadie mejor que el profesorado para conocer estas realidades, contextos y a su alumnado.

Entre las líneas futuras de investigar a llevar a cabo, nos planteamos seguir indagando en otras formas de enseñar, aprender y evaluar que hagan más hincapié en las metodologías activas y en las que se pueda ofrecer al alumnado un protagonismo mayor en la creación y gestión del proceso de enseñanza-aprendizaje. Así mismo, resultará muy interesante poder contrastar los logros conseguidos en la educación superior a este respecto con los que se pudiesen dar en otras etapas educativas preuniversitarias, especialmente en secundaria y bachillerato. En ese mismo sentido, también es nuestra intención conocer las percepciones tanto del alumnado como del profesorado sobre la puesta en práctica de estas prácticas y estrategias. Como de satisfechos se encuentran tras llevarlas a cabo y si estarían dispuestos a seguir poniéndolas en práctica ante el regreso a la modalidad de enseñanza presencial. Por último, es también nuestra intención diseñar un plan de formación docente que garantice un saber implementar estas y otras prácticas y estrategias acordes con las modalidades de enseñanza que se presenten y con el contexto, realidad y protagonistas concretos con los que se cuenta.

6. Bibliografía

- ADEDOYIN, OLASILE BABATUNDE, SOYKAN, EMRAH. 2020. «Covid-19 pandemic and online learning: the challenges and opportunities». *Interactive Learning Environments*, 1-13. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1813180>
- ALI, WAHAB. 2020. «Online and remote learning in higher education institutes: A necessity in light of COVID-19 pandemic». *Higher education studies*, 10(3), 16-25. Disponible en: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1259642>
- ÁLVAREZ-HERRERO, JUAN-FRANCISCO. 2020. «Aprendizaje de las ciencias por indagación, en modalidad online, con alumnado de secundaria y alumnado

- universitario y en tiempos de la COVID-19. Dos realidades distintas, un nexo común y un argumento diferenciador». *Educación Química*, 31(5), 60-65. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.5.77091>
- ÁLVAREZ-HERRERO, JUAN-FRANCISCO, FERNÁNDEZ-HERRERO, JORGE. 2020. «Aprendizaje online versus presencial. Percepciones del alumnado del grado de Magisterio en Educación Infantil». En Roig-Vila, Rosabel (Ed.) *La docencia en la Enseñanza Superior. Nuevas aportaciones desde la investigación e innovación educativas*. Barcelona: Octaedro, pp. 5-12. Disponible en: <http://bit.ly/onlineVSpresencia>
- ÁLVAREZ-HERRERO, JUAN FRANCISCO, HERNÁNDEZ-ORTEGA, JOSÉ. 2020. «Formación online versus formación presencial: evaluación y rendimiento académico del alumnado universitario». En Sánchez, Enrique, Colomo, Ernesto, Ruiz, Julio y Sánchez, José (Coord.) *Tecnologías educativas y estrategias didácticas*. Málaga: UMA Editorial, pp. 847-854. Disponible en: <http://bit.ly/presenVSonline>
- CABERO-ALMENARA, JULIO, LLORENTE-CEJUDO, CARMEN. 2020. «Covid-19: transformación radical de la digitalización en las instituciones universitarias». *Campus Virtuales*, 9(2), 25-34. Disponible en: <http://www.revistacampusvirtuales.es>
- CANO, SANDRA, COLLAZOS, CÉSAR ANTONIO, FLÓREZ-ARISTIZABAL, LEANDRO, MOREIRA, FERNANDO, RAMÍREZ, MAURICIO. 2020. «Experiencia del aprendizaje de la Educación Superior ante los cambios a nivel mundial a causa del COVID-19. Visiones del alumnado». *Campus Virtuales*, 9(2), 51-59. Disponible en: <http://www.revistacampusvirtuales.es>
- CHAPARRO HUAUYA, BEATRIZ LILIANA. 2021. «Las nuevas prácticas digitales de docentes de cursos artísticos en la educación superior en Latinoamérica a raíz de la pandemia COVID-19: Aproximaciones y experiencias». *Revista Internacional De Pedagogía E Innovación Educativa*, 1(2), 29-40. Disponible en: <https://doi.org/10.51660/ripie.v1i2.36>
- DANIEL, JOHN. 2020. Education and the COVID-19 pandemic. *Prospects*, 49(1), 91-96. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11125-020-09464-3>
- DHAWAN, SHIVANGI. 2020. «Online learning: A panacea in the time of COVID-19 crisis». *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), 5-22. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0047239520934018>
- ENOKI MIÑANO, ERIKA RAQUEL. 2020. «El aprendizaje a distancia en odontología como una alternativa de la universidad ante la COVID-19». *Revista Cubana de Estomatología*, 57(3), e3308. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072020000300016&lng=es&tlng=pt

- FAWAZ, MIRNA, SAMAHA, ALI. 2021. «Elearning: Depression, anxiety, and stress symptomatology among Lebanese university students during COVID-19 quarantine». *Nursing forum* 56(1), 52-57. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/nuf.12521>
- FERNÁNDEZ-REGUEIRA, UXIA, GEWERC, ADRIANA, LLAMAS-NISTAL, MARTÍN. 2020. «El profesorado universitario de Galicia y la enseñanza remota de emergencia: condiciones y contradicciones». *Campus Virtuales*, 9(2), 9-24. Disponible en: <http://www.revistacampusvirtuales.es>
- GARCÍA ARETIO, LORENZO. 2021. «COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento». *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 9-32. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331464460001>
- GARCÍA-PEÑALVO, FRANCISCO JOSÉ, CORELL, ALFREDO. 2020. «La COVID-19: ¿enzima de la transformación digital de la docencia o reflejo de una crisis metodológica y competencial en la educación superior?». *Campus Virtuales*, 9(2), 83-98. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10366/144140>
- GARCÍA-PEÑALVO, FRANCISCO JOSÉ, CORELL, ALFREDO, ABELLA-GARCÍA, VÍCTOR, GRANDE, MARIO. 2020. «La evaluación online en la educación superior en tiempos de la COVID-19». *Education in the Knowledge Society*, 21, 12. Disponible en: <http://doi.org/10.14201/eks.23013>
- GAZCA HERRERA, LUIS ALEJANDRO. 2020. «Implicaciones del coronavirus covid-19 en los procesos de enseñanza en la educación superior». *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21), e037. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.23913/ride.v11i21.753>
- GIANNINI, STEFANIA. 2020. «Covid-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después». *Revista Latinoamericana de Educación Comparada*, 11(17), 1-57.
- HERNÁNDEZ-ORTEGA, JOSÉ, ÁLVAREZ-HERRERO, JUAN-FRANCISCO. 2021. «Gestión educativa del confinamiento por COVID-19: percepción del docente en España». *Revista Española de Educación Comparada*, 0(38), 129-150. Disponible en: <https://doi.org/10.5944/reec.38.2021.29017>
- ISMAILOV, MUROD, LAURIER, JOËL. 2021. «We are in the “breakout room.” Now what? An e-portfolio study of virtual team processes involving undergraduate online learners». *E-Learning and Digital Media*, 20427530211039710. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/20427530211039710>
- KINIO, ANNA EVA, DUFRESNE, LAURENCE, BRANDYS, TIM, JETTY, PRASAD. 2019. «Break out of the classroom: the use of escape rooms as an alternative teaching stra-

- tegy in surgical education». *Journal of surgical education*, 76(1), 134-139. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2018.06.030>
- LASSOUED, ZOHRA, ALHENDAWI, MOHAMMED, BASHITHALSHAAER, RAED. 2020. «An exploratory study of the obstacles for achieving quality in distance learning during the COVID-19 pandemic». *Education Sciences*, 10(9), 232. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/educsci10090232>
- LOUGHEED, JUSTAN, KIRKLAND, JAMES, NEWTON, GENEVIEVE. 2012. «Using breakout groups as an active learning technique in a large undergraduate nutrition classroom at the University of Guelph». *The Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2). Disponible en: <https://doi.org/10.5206/cjsotl-rcacea.2012.2.6>
- MAGGIO, MARIANA. 2020. «Las prácticas de la enseñanza universitarias en la pandemia: de la conmoción a la mutación». *Campus Virtuales*, 9(2), 113-122. Disponible en: <http://www.revistacampusvirtuales.es>
- MERCADO-REY, MIGUEL RAÚL, CORTEZ-ORELLANA, SANTIAGO A, FEBRES-RAMOS, RICHARD J. 2021. «Satisfacción estudiantil en una facultad de medicina por la virtualización de la enseñanza en el contexto de la pandemia de COVID-19». *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 24(1), 15-19. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2014-983220210001000003&lng=es&tlng=
- MOAWAD, RUBA ABDELMATLOUB. 2020. «Online learning during the COVID-19 pandemic and academic stress in university students». *Revista Românească pentru Educație Multidimensională*, 12(1 Sup2), 100-107. Disponible en: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=859384>
- MUKHTAR, KHADIJAH, JAVED, KAINAT, AROOJ, MAHWISH, SETHI, AHSAN. 2020. «Advantages, Limitations and Recommendations for online learning during COVID-19 pandemic era». *Pakistan journal of medical sciences*, 36(COVID19-S4), 27-31. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.12669%2Fpjms.36.COVID19-S4.2785>
- ORDORIKA, IMANOL. 2020. «Pandemia y educación superior». *Revista de la educación superior*, 49(194), 1-8. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602020000200001
- PAREDES-CHACÍN, ANA JUDITH, INCIARTE, ALICIA, WALLES-PEÑALOZA, DANIELA. 2020. «Educación superior e investigación en Latinoamérica: Transición al uso de tecnologías digitales por Covid-19». *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVI(3), 98-117. Disponible en: <https://doi.org/10.31876/rcs.v26i3.33236>

- PEDRÓ, FRANCESC. 2020. «Covid-19 y educación superior: crisis y ventanas de oportunidad». En Dussel, Inés, Ferrante, Patricia y Pulfer, Darío (comps.) *Pensar la educación en tiempos de pandemia II. Experiencias y problemáticas en Iberoamérica*. Buenos Aires: UNIPE: Editorial Universitaria-CLACSO, pp. 73-86.
- POKHREL, SUMITRA, CHHETRI, ROSHAN. 2021. «A literature review on impact of COVID-19 pandemic on teaching and learning». *Higher Education for the Future*, 8(1), 133-141. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/2347631120983481>
- RAPANTA, CHRYSI, BOTTURI, LUCA, GOODYEAR, PETER, GUÀRDIA, LOURDES, KOOLE, MARGUERITE. 2020. «Online university teaching during and after the Covid-19 crisis: Refocusing teacher presence and learning activity». *Postdigital Science and Education*, 2(3), 923-945. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42438-020-00155-y>
- ROATTA, SANTIAGO, TEDINI, DANIEL. 2021. «La pandemia del Covid-19 y el aprendizaje semipresencial en la educación superior». *Revista Iberoamericana De Tecnología En Educación Y Educación En Tecnología*, 28, e39. Disponible en: <https://doi.org/10.24215/18509959.28.e39>
- RUIZ, ESTELA. 2020. «La práctica docente universitaria en ambientes de educación a distancia. Tensiones y experiencias de cambio». En Casanova Cardiel, Hugo (Coord.) *Educación y pandemia: una visión académica*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, pp. 109-113. Disponible en: <http://www.iisue.unam.iisue/covid/educacion-y-pandemia>
- SAID-HUNG, ELIAS, MARCANO, BEATRIZ, GARZÓN-CLEMENTE, REBECA. 2021. «Ansiedad académica en docentes y covid-19. Caso instituciones de educación superior en Iberoamérica». *Revista Prisma Social*, 33, 289-305.
- SANTANA-SARDI, GUSTAVO ADOLFO, MAWYIN-CEVALLOS, FRANCISCO ANTONIO, GUTIÉRREZ-SANTANA, JHIMMY ANDRÉS, SANTOS-MOREIRA, LAURA LEONOR, DE LA PEÑA-CONSUEGRA, GEILERT. 2020. «Buenas prácticas de enseñanza-aprendizaje con el empleo de clases invertidas para la formación continua en tiempos de Covid-19». *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 331-348. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1401>
- SILTALA, ANNE. 2015. «Student and Teacher Perceptions on Learning Languages through Web Conferencing: Focus on Adobe Connect Breakout Rooms». En Pixel (ed.) *ICT for Language Learning. Conference Proceedings*. Padova, libreriauniversitaria.it, pp. 226-230.

VIVANCO VIDAL, ANDREA, SAROLI ARANÍBAR, DANIELA, CAYCHO RODRÍGUEZ, TOMÁS, CARBAJAL LEÓN, CARLOS, NOÉ GRIJALVA, MARTÍN. 2020. «Ansiedad por Covid-19 y salud mental en estudiantes universitarios». *Revista de Investigación en Psicología*, 23(2), 197-215. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/rinvp.v23i2.19241>

Educación universitaria en la Facultad de Arquitectura y Entorno Construido de la TU Delft durante la pandemia de COVID-19

4

Jesús Balado Frías^{a,b}

^aUniversidade de Vigo, CINTECX, GeoTECH group. 36310 Vigo, España

^bDelft University of Technology, Faculty of Architecture and the Built Environment, GIS Technology Section. 2628 BL Delft, The Netherlands

jbalado@uvigo.es

j.baladofrias@tudelft.nl

Resumen:

La pandemia de COVID-19 trastocó los planes educativos de muchos centros educativos a lo largo del mundo, obligando a adaptar de forma inmediata la educación presencial a una educación online de emergencia. En este capítulo se analiza como la pandemia y las restricciones afectaron a la Facultad de Arquitectura y Entorno Construido en la Universidad Tecnológica de Delft (Países Bajos) durante los años académicos 2019/20 y 2020/21. Se muestra cronológicamente los principales hitos de la pandemia relacionados con la educación universitaria, y se detallan y justifican las soluciones tomadas por la facultad a los problemas de docencia online, presencialidad, evaluación online y actos académicos, como graduaciones y defensas de trabajos. Además, también se da una perspectiva de como la pandemia afectó a la vida universitaria de estudiantes y docentes.

Palabras clave:

educación universitaria, educación online, TUDelft, proctoring, e-learning, COVID-19.

1. Introducción

Según se extendía el virus SARS-CoV-2, origen de la pandemia de COVID-19, diversos países comenzaron a tomar medidas de control. Las más comunes

fueron el cierre de fronteras y el distanciamiento social, llegando en los casos más extremos a confinar a su población. La educación fue uno de los sectores más afectados y con más polémica. Según la UNESCO (CEPAL and others 2020), las instituciones educativas de más 190 países cerraron de forma precipitada dejando a 1200 millones de estudiantes sumidos en una adaptación a los métodos de docencia online. Los correspondientes gobiernos autorizaron el inicio de actividades educativas (universitarias incluidas) vía online (Rojas, Huamán, and Salazar 2020), con el objetivo de mantener el derecho a una educación de calidad, recogido por la Declaración de los Derechos Humanos (Moreno, Molins, and others 2020).

Una correcta adaptación de docencia presencial a online conlleva tiempo (Zubillaga and Gortazar 2020) y debe responder a múltiples cuestiones: sincronidad de la educación, alternativas de evaluación, disponibilidad de recursos, formación del profesorado, etc. No existe respuesta universal para cada una de estas cuestiones, y la adaptación dependerá también de la edad de alumnos y profesorado, la localización del centro, la infraestructura tecnológica, la rama educativa y factores socioeconómicos, entre otros (Herrero 2020).

Vlachopoulos y Makri (2019) defienden que una correcta implantación puede deparar beneficios en la educación, gestionando el tiempo de forma flexible y dando mayor autonomía al alumnado. Sin embargo, dada la situación sanitaria de muchos países y la celeridad con la que se realizó el cambio, se habla más de una educación remota de emergencia (Pérez-López, Atochero, and Rivero 2021). Aparecen diversos problemas relacionados con la tecnología, como plataformas virtuales obsoletas o colapsadas (Guachamin 2020) y la brecha digital entre docentes y alumnos (Sala 2020). Según muchos autores (Carstairs and Myors 2009; Friedman, Blau, and Eshet-Alkalai 2016), la mayor dificultad es poder evaluar los conocimientos aprendidos por los alumnos, a la par que se asegura que no se comente fraude mediante suplantación de identidad, por lo que se hace imprescindible implementar técnicas de *proctoring* (de Prado et al. 2021) o buscar métodos alternativos (García-Peñalvo et al. 2020).

La Universidad Tecnológica de Delft (Technische Universiteit Delft – TU Delft) en los Países Bajos es una de las universidades tecnológicas más prestigiosas del mundo y no se vio exenta de estos problemas. El 12 de marzo de 2020, se anuncia la suspensión de las clases presenciales en todos los Países Bajos y la necesidad de adaptarse para su impartición online inmediata.

El objetivo de este capítulo es mostrar evolución de la educación universitaria en la Facultad de Arquitectura y Entorno Construido (Faculty of Architec-

ture and the Built Environment) en la TU Delft durante la pandemia de COVID-19, desde los primeros hechos en marzo de 2020 hasta la finalización del segundo año académico afectado por la pandemia en junio de 2021. Los principales hechos han sido cronológicamente recopilados, y sus causas y consecuencias discutidas a lo largo de las siguientes secciones, para dar al lector una perspectiva sobre las decisiones tomadas y las alternativas.

Los datos recopilados están disponibles en la web de la universidad y diversos repositorios online y noticias públicas. Otra información fue recopilada de listas de correo, entrevistas y experiencias personales.

2. Marco temporal

En el presente apartado se muestra la evolución de la pandemia en el conjunto de la facultad, la universidad y los Países Bajos, así como las medidas tomadas que fueron más relevantes para la educación universitaria (TUDelft 2020a; TUDelft 2021a). En la Figura 1, se muestran los principales acontecimientos desde el inicio de la pandemia hasta final de curso 2020/21.

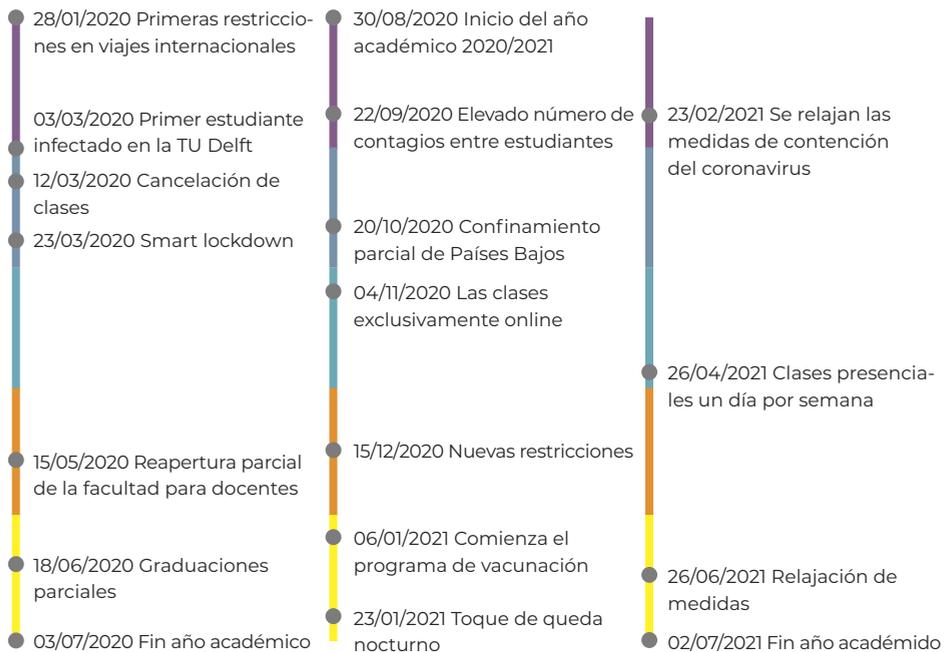


Figura 1. Línea temporal de los principales puntos de la pandemia de COVID-19

28/01/2020 Se prohíben los viajes a la provincia de Hubei (China) para controlar la expansión del virus. A pesar de ser una medida que se tomó en otros muchos centros, en la TU Delft fue especialmente relevante. Muchos estudiantes chinos acudían en esas fechas a celebrar el año nuevo a su país natal. Además, la TU Delft posee numerosos contactos y colaboraciones con la Universidad de Wuhan.

03/02/2020 Se colocan carteles recordatorios por la facultad recordando las normas de higiene básica: lavarse frecuentemente las manos, estornudar en el codo y no saludarse dándose la mano.

25/02/2020 Las restricciones de vuelo se extienden a más países: China (ahora para todas sus provincias, incluyendo Hong Kong, Macao y Taiwán), Singapur, Irán, Italia (ciertos municipios de la provincia de Lombardía y el Véneto). A las personas que vuelva de esas zonas se recomienda una cuarentena en su casa de 14 días antes de asistir a la universidad. Y en caso de presentar síntomas compatibles con el virus, llamar a su doctor.

03/03/2020 Se confirma el primer estudiante infectado en la TU Delft.

12/03/2020 La rueda de prensa del primer ministro anuncia medidas más restrictivas para evitar la dispersión del virus, las tocantes a la TU Delft son:

- Si tienes síntomas (resfriado, tos dolor de garganta o fiebre), se debe evitar el contacto y sólo llamar al médico si empeora.
- Las reuniones de más de 100 personas quedan canceladas. Para la TU Delft, esta medida incluye: cancelación de clases presenciales y exámenes a partir del día 13, siendo la educación online, cierre inmediato Biblioteca, centros de deportes y ciencias, límite de aforo a graduaciones de doctorados y otros eventos.
- Fuerte recomendación de teletrabajar.
- Las personas vulnerables deben evitar el transporte público y los eventos sociales.
- Las escuelas de primaria y secundaria siguen abiertas.

13/03/2020 A las medidas anunciadas ayer, la TU Delft añade:

- Se cierran las máquinas expendedoras de snacks, refrescos y café.

- Se cierra la biblioteca.
- Las reuniones no se realizarán presencialmente.
- Los eventos se posponen hasta el 31 de marzo.
- Viajes por trabajo se posponen hasta 15 de mayo.
- Se restringe la entrada a la facultad.

23/03/2020 Se inicia el “Smart lockdown” en los Países Bajos. Entre otras medidas, se cierran las escuelas.

30/03/2020 Dada las restricciones de movilidad en los Países Bajos, la dificultad de acceso al edificio, que la educación se imparta online y el teletrabajo, se decide cerrar la facultad. Se recomienda que las personas que acudan a recoger sus enseres mantengan una distancia de 1.5 metros.

15/05/2020 Se vuelve a abrir parcialmente la facultad, permitiendo a docentes asistir manteniendo la distancia de seguridad. Las clases online continúan hasta verano.

01/06/2020 Relajación de las medidas de contención del coronavirus. Se permite realizar deporte en el campus.

18/06/2020 Se permite asistir parcialmente a estudiantes para el acto de graduación.

30/08/2020 Inicio del año académico 2020/2021. Con el inicio de las clases y la reducción de casos durante el verano, se tomaron distintas medidas para la asistencia a clase:

- Clases principalmente online.
- Un día a la semana, cada alumno puede asistir a clase presencial, permitiendo un 20% de alumnos en la facultad.
- Se marcan rutas dentro del edificio para desplazarse manteniendo la distancia de seguridad.
- En las puertas se indica la capacidad de cada aula.
- No hay obligación de usar máscara facial en los edificios, pero durante las clases el profesor puede pedir su uso.

- Se reabren parcialmente los locales de comida.

22/09/2020 Se detecta un elevado número de contagios entre estudiantes, principalmente derivados de las casas de estudiantes donde pueden llegar a residir más de 20 personas.

20/10/2020 Los Países Bajos vuelven a un confinamiento parcial. Se recomienda a los estudiantes emplear máscaras faciales dentro de la facultad.

04/11/2020 Las clases vuelven a ser exclusivamente online.

15/12/2020 Se aplican nuevas restricciones:

- Recomendación de teletrabajar hasta el 19 de enero.
- La facultad se cerrará durante el periodo de vacaciones. Los estudiantes podrán pasar a recoger sus enseres.
- Se recomienda no viajar al extranjero durante el período navideño.

06/01/2021 Comienza el programa de vacunación en los Países Bajos

23/01/2021 Se impone el toque de queda nocturno de 21:00 a 04:30.

23/02/2021 Se relajan las medidas de contención del coronavirus. Se permiten a estudiantes volver a estudiar en el campus y asistir a docentes a sus lugares de trabajo.

26/04/2021 Se permite asistir a los estudiantes un día por semana a clases presenciales. El uso de máscara facial es obligatoria en interiores, excepto en el puesto de trabajo o estudio.

26/06/2021 Los estudiantes pueden trabajar 2.5 días en la facultad. Así mismo, los trabajadores pueden pasar hasta el 50% de su jornada laboral en el edificio. Si se mantiene la distancia de seguridad, la mascarilla no es obligatoria.

3. El año académico y la pandemia de COVID-19

3.1. Estructuración del año académico

Antes de entrar en detalle en las medidas aplicadas durante la pandemia y sus motivaciones, es importante explicar cómo se estructura el año académico en la Facultad de Arquitectura y Entorno Construido de la TU Delft para mostrar en que instante la pandemia trastocó el discurrir de los acontecimientos ordinarios. El año académico dura desde inicios de septiembre hasta finales de junio del año próximo y se divide en cuatro cuartos. Tanto para estudiantes de grado como de máster, cada cuarto finaliza en una semana de exámenes, pudiendo los estudiantes de grado tener una semana intermedia de exámenes parciales. A mayores en el último año, el Trabajo Fin de Grado o Máster se corresponden con parte del segundo cuarto y los tercer y cuarto cuartos completos, por lo que se añaden fechas de entrega, presentación y graduación. Los períodos de vacaciones se corresponden con los dos meses de julio y agosto, dos semanas en Navidad-Año Nuevo y una semana antes del semestre de primavera. A pesar de la pandemia de COVID-19, la estructura se mantuvo tanto el curso académico correspondiente 2019/20 como el 2020/21.

El inicio de la pandemia coincidió con el tercer cuarto del año académico, durante el periodo de docencia. Las restricciones más severas fueron a partir de marzo 2020 y octubre 2021. En la Figura 2 se muestra el calendario académico para la Facultad de Arquitectura y Entorno Construido para el año académico 2020/2021. No presenta grandes modificaciones respecto a los años anteriores.

Academic Calendar 2020 / 2021

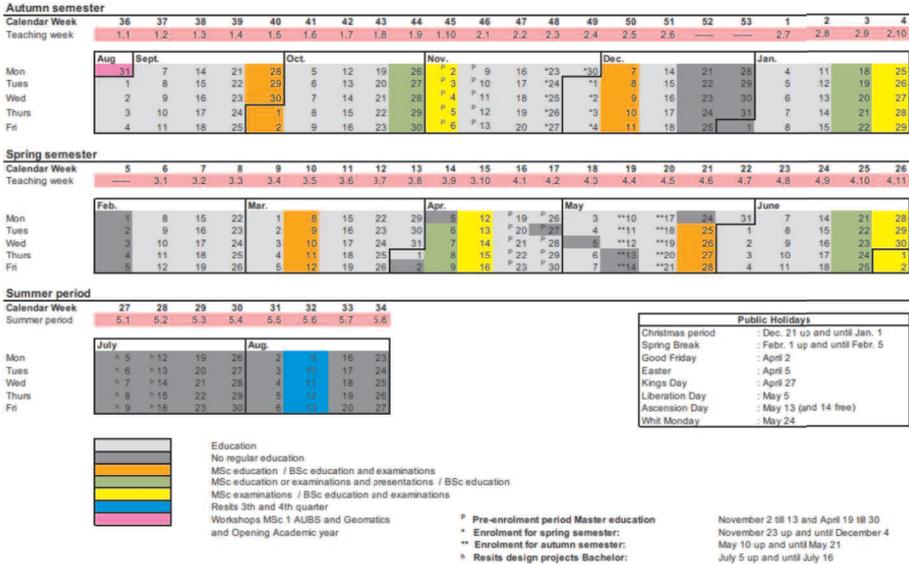


Figura 2. Calendario académico 2020/21 para Facultad de Arquitectura y Ambiente Construido (TU Delft 2020b)

3.2. Niveles de restricciones

Analizando la cronología, se pueden diferenciar claramente dos niveles de restricciones que afectaron a la educación universitaria. Las restricciones más duras, coincidiendo con el periodo donde también lo fueron las restricciones estatales y supusieron una educación plenamente online y la prohibición del libre acceso al edificio, tanto para alumnos como docentes. Este período se correspondió con los meses de marzo a junio de 2020 y desde noviembre de 2020 a abril de 2021. Cuando la presión hospitalaria descendía, o era baja, se permitió la asistencia parcial de estudiantes. Esto sucedió al inicio y al final del año académico 2020/21, cuando los alumnos pudieron asistir a clase presencialmente los meses de septiembre, octubre, mayo y junio. Cabe destacar que no se produjo la reapertura de las clases presenciales en mayo o junio de 2020, cuando la pandemia estaba controlada. El esfuerzo organizativo, la continuación de algunas medidas restrictivas, la necesidad de la adaptación del edificio para garantizar la seguridad de las personas justificó la decisión de no

realizar una reapertura parcial antes. Además, el hecho estar acabando el curso, cuando tanto alumnos como docentes ya estaban adaptados ya a las clases online, propiciaron la continuación de la docencia online.

Las notificaciones sobre cambios de restricciones se realizaron principalmente mediante correos informativos, tanto a docentes como alumnos. Estos cambios fueron conocidos con escaso margen de actuación. Cuando la evolución de la pandemia era más crítica, las actualizaciones de las restricciones llegaban semanalmente a todos, incluso día a día. Un ejemplo fue lo sucedido los días 12 y 13 de marzo de 2020 cuando el primer día se anunciaron las medidas de la rueda de prensa del primer ministro, mientras que el segundo día se agregaban otras medidas más restrictivas propias de la universidad. Algunas medidas tenían un efecto inmediato (como los cierres de bibliotecas, centro de deportes o museos), mientras otras se anunciaban de un día para otro, o de viernes para lunes, como las relacionadas con la presencialidad de las clases.

La incertidumbre también se produjo en momento más estables de la evolución de la pandemia. Fue común recibir notas informativas sobre el estado actual de las restricciones y el porqué de su continuación, y en menos de una semana recibir un correo conforme se volvían a retomar las clases semipresenciales. Este continuo cambio de medidas produjo gran incertidumbre y una constante dependencia de la comunicación por mail o las plataformas digitales de las universidades. Además, esto implicaba la dificultad de planificar clases y trabajos, sobre todos aquellos que dependían de la presencialidad de los alumnos, el uso de instalaciones o equipos.

A pesar de todo y aunque las medidas fuesen recibidas con novedad por parte de alumnos y docentes, muchas veces era posible anticiparse a ellas teniendo como referencia la evolución de la pandemia en otros países, o la tendencia actual según los datos del ministerio de salud (RIVM).

4. Docencia y evaluación

4.1. Docencia online

Sin duda, la medida que más afectó a la educación universitaria fue el traslado de docencia presencial a completamente online. En la TU Delft esa medida se produjo el viernes 13 de marzo (aunque con efecto el lunes 16). El cambio de medida supuso una nueva serie de retos para cada docente y en muchos casos se necesitó un periodo de adaptación, dado el escaso margen de maniobra. Así, algunos docentes pudieron comenzar las clases inmediatamente el día 16 mientras que otros las empezaron a lo largo de la semana. Ade-

más, la plataforma online Zoom para videoconferencia se mostró como una compañera inseparable desde el inicio de la pandemia.

Una ventaja inmediata demostró ser el uso de plataformas digitales para el almacenamiento del contenido del curso. La TU Delft cuenta con la plataforma online Brightspace (<https://brightspace.tudelft.nl>) donde los alumnos disponen del contenido de sus asignaturas: repositorios de teoría, guías, ejercicios, herramientas para subir entregables, etc.

Desde la Facultad de Arquitectura y Entorno Construido, se dejó libertad a cada docente para impartir las clases como mejor considerasen según las necesidades de su asignatura, aunque se incentivó la comunicación y la ayuda mutua. Pero esto no supuso que la universidad se desentendiese completamente de sus docentes. El mismo día 13 de marzo, en Brightspace se publicó una serie de consejos para la realización de clases online que se resumen a continuación:

1. Manténgalo simple: Una primera opción es si desea impartir las clases en tiempo real (de forma sincrónica) o no (de forma asincrónica). Esta última opción suele funcionar mejor, así que considere si las actividades sincrónicas son realmente necesarias.
2. Piense en sus alumnos: En la mayoría de los casos, usted sólo imparte uno o dos cursos; ¡sus alumnos no sólo asisten a su curso! Necesitan su apoyo y necesitan claridad: lo que usted espera de ellos y cómo pueden alcanzar esa expectativa. Proporcione instrucciones claras para guiar a los estudiantes sobre qué hacer y cuándo.
3. Divida su enseñanza en trozos manejables: En línea no significa necesariamente sincrónico y no siempre es una conferencia. Sus lecciones pueden consistir en varias actividades que pueden ser realizadas en línea por sus estudiantes en diferentes momentos. Puede indicar a sus alumnos que hagan una combinación, por ejemplo, ver un vídeo, escuchar un podcast, leer un artículo, completar una tarea, discutir, etc. Utiliza preguntas específicas y estructuradas, y haz que los estudiantes conozcan las expectativas de sus respuestas. Si es realmente necesario, puedes añadir un chat o una breve videoconferencia en línea para las horas de oficina.
4. Reutiliza los contenidos: No tienes que reinventar la rueda. Si el contenido ya está disponible, ¡reutilízalo! Compártelo a través de tu curso de Brightspace.
5. Graba tu propio vídeo: Mantenga los vídeos cortos (8 minutos como máximo). Es mejor crear varios vídeos cortos que un vídeo largo. Considere

qué tipo de vídeo se adapta mejor a su curso. El audio es importante: pruebe primero el audio y considere la posibilidad de utilizar unos auriculares con micrófono externo. Añade interacción con un cuestionario, un foro de discusión o un chat.

6. Organice una conferencia en línea o una breve videoconferencia en directo: Si no tiene tiempo de preparar nada antes de su próxima conferencia, puede sustituirla por una videoconferencia en directo. Cuando grabes las clases online, ten muy en cuenta la privacidad de los alumnos. Pide a los estudiantes que apaguen sus cámaras antes de iniciar una conferencia grabada y si es excepcionalmente necesario incluir las imágenes de los estudiantes en la grabación, asegúrate de explicarlo claramente por adelantado a la clase.
7. Utiliza las funcionalidades de Brightspace.
8. ¡No lo hagas solo!: Consiga que sus colegas y/o asistentes técnicos le ayuden a probar una nueva herramienta. Confíe en sus alumnos para que le ayuden, pregúnteles qué prefieren.

Y es que la confianza en la comunicación entre alumnos y docente fue clave para poder sacar partido de esta experiencia por ambas partes. En la actualidad existen numerosas aplicaciones para permitir la comunicación entre alumnos, pero también con el profesor. Se generaron grupos más allá de las clases impartidas en Zoom, y se produjo una comunicación en múltiples canales, algunos optando por Discord, WhatsApp, Telegram, Skype, Google Meetings o Microsoft Teams, entre otros.

Como regla general se buscó facilitar en la medida de lo posible que los alumnos pudieran asistir a clases independientemente de su situación personal o profesional especialmente complicada durante la pandemia. Esto principalmente atañe a los consejos 1 al 3. A la pregunta de la realización de clases síncronas o asíncronas, la respuesta mayoritaria fue que ambas a la vez, convirtiéndose en el consejo 8. Por un lado, las clases síncronas permiten al alumno seguir la asignatura día a día, manteniendo una constancia en sus horarios y permiten mayor interacción entre alumno y profesor. El principal problema, es la pérdida de una clase, como sucedía en las presenciales, a causa de la organización del alumno o de un imprevisto. Las clases asíncronas permiten que se puedan visualizar cuando el alumno lo desee, y poseen mejor calidad de las síncronas, asumiendo que se realice un buen trabajo en la grabación y edición del vídeo. No obstante, en estas clases se pierde la comunicación entre alumno y docente, aunque normalmente tampoco era muy extendida en clases

presenciales También se puede producir que el alumno se descuelgue y no se organice adecuadamente, dejando todo para el último momento puesto que las clases están siempre disponibles. El método predominante fue realizar las clases síncronas online a la misma hora que las presenciales y después proceder a subir los videos de la grabación de la clase a Brightspace para que los alumnos pudiesen consultarlos.

Otros consejos, como el 4, sobre la reutilización de contenido hace referencia a la gran carga de trabajo que tuvieron los docentes para adaptar sus clases presenciales al soporte virtual. Dada la rápida transición entre clases presenciales y online, el profesor tubo que adaptar gran cantidad de contenido docente, siendo el práctico de especial dificultad. A mayores la adaptación supuso una serie de retos tecnológicos: uso de un nuevo software de grabación, búsqueda y adecuación de un lugar en su domicilio para realizar las grabaciones, búsqueda de auriculares, webcams y micrófonos de calidad, etc. Todo esto supuso una gran inversión de tiempo, el cual fue escaso considerando que este cambio se realizó a mediados de curso y con un fin de semana de margen.

4.2. Presencialidad

En cuanto fue posible, se insistió en volver a tener docencia presencial en la facultad, aunque sólo fuera de forma parcial. Los alumnos (o parte de ellos) volvieron a la facultad al principio del año académico 2020/2021 en los meses de septiembre y octubre, así como al final de este, los meses de abril a junio. Tanto la directiva como los docentes consideraron que la vuelta a las clases presenciales traería diversos beneficios: mejoraría el ambiente de estudio en general, permitiría a los nuevos alumnos conocerse entre ellos, conocer el edificio, diferenciarse de los másteres online, fomentar el trabajo en equipo, los docentes podrían dar clases presenciales que serían muy difíciles adaptar online y conocer a sus alumnos; en definitiva, permitiría socializar a todo el mundo y volver, aunque solo fuera durante unas pocas horas a la semana, a la normalidad.

Pero esta decisión se topó con serias limitaciones, tanto externas como internas. Por un lado, las regulaciones estatales no permitían un completo aforo de los edificios (incluidos los universitarios), además de la necesidad de mantener la distancia de seguridad de 1.5 metros. Otra limitación vino dada por el transporte público. Aunque es bien conocido que la bicicleta es el medio de transporte más famoso en los Países Bajos, incluso entre estudiantes y docentes, muchas personas dependen del transporte público (bus, tranvía y tren).

Los servicios de transporte se redujeron durante la pandemia, tanto en frecuencia como en capacidad para mantener la distancia entre personas. La reducción del transporte dificultaba la asistencia de los estudiantes a la universidad, incluso para los residentes en Delft. Por estos motivos, se estimó conveniente reducir el aforo de la facultad a un 20%, dando como resultado que cada alumno pudiese asistir a clase presencial al menos un día a la semana.

Aun así, la Facultad de Arquitectura y Entorno Construido es la que más estudiantes por año tiene de la TU Delft, alcanzando en el año académico 2020/21 los 2700 estudiantes. Eso supuso la asistencia simultánea de más de 500 personas por día a la facultad, por lo que se modificaron los horarios presenciales para permitir entradas y salidas escalonadas al edificio, evitando aglomeraciones de estudiantes en los accesos. En la Tabla 1 se muestra la distribución de estudiantes por asignatura y día de la semana.

Otro punto que considerar fue la presencia simultánea de los alumnos del mismo curso y asignatura en un aula. Si el objetivo era que los alumnos socializasen y se conociesen, no sería lógico romper el grupo en varios, lo que implicaría además más horas de clase para el docente.

Aquí es necesario describir el edificio de la Facultad de Arquitectura y Entorno Construido. En mayo de 2008, el antiguo edificio de la facultad se incendió, por lo que la facultad se tuvo que desplazar a su emplazamiento actual, el antiguo edificio original de la TU Delft en el extremo norte del campus (Meacham et al. 2010) . El edificio fue restaurado y adaptado en un año (Den Heijer 2009). El edificio alberga aulas para docencia, conferencias, zonas de estudio, oficinas, biblioteca y catering. Exceptuando las salas de conferencias, el resto de las aulas de docencia tiene una capacidad máxima que no alcanzan las 50 personas (TUDelft 2021b), por lo que no tienen capacidad para mantener la distancia de seguridad de un grupo numeroso de alumnos. En la Figura 3 se muestra una de las aulas para docencia.

Tabla 1. Distribución de estudiantes por asignatura y día de la semana

Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
Cod. Asign.	Nº alumn.	Cod. Asign.	Nº alumn.	Cod. Asign.	Nº alumn.	Cod. Asign.	Nº alumn.	Cod. Asign.	Nº alumn.
BSc3	200	BSc1	200	BSc3	200	BSc1	200	BSc6	170
HOF-m	64	BT1	70	CMSI	20	m arch	40	MBE1	70
SoD-m	25	BT3	35	H&D-m	40	BT4	4	F&S1	45
LA1	30	Ur3	60	LA3	25	MBE4	12	IBC1	32
MBE3	45	Ur4	8	Ur1	95	Her3	50	PB1	45
Her1	90	AE1	56	M&A1	15	IBC3	22	UA1	32
B&T1	30	CP1	45	DC1	40	PB3	17	Dw1	60
Expl3	35	T&F	45	DW3a	12	UA3	30	DW3c	16
Expl4	21	M&A3	14	Dw3b	15	CP4	13	DW4	15
		EMU	12	GEO1	50	AE3	36	CP3	40
		Her4	13	GEO3	25	B&T3	33	DC3	16
				GEO4	2	UA4	10	CotF	13
						AE4	19		
						IBC4	11		
						Berlage	24		
Total alumnos por día									
540		558		539		521		554	

Total alumnos: 2712



Figura 3. Aula de docencia de la Facultad de Arquitectura y ambiente Construido tomada en octubre de 2019

Pero las aulas de docencia suponen un pequeño porcentaje de las salas y de los 36.000 metros cuadrados de suelo del edificio como se puede apreciar en la Figura 4. Obviamente, el espacio de oficinas no era apto tampoco para dar clases. La solución se encontró en los enormes espacios abiertos dedicados a salas de estudio. Aunque repartidos entre todas las plantas, la mayor parte de la zona de estudio se concentra en la totalidad de la segunda planta. Esa planta fue destinada y organizada para acoger a los diferentes grupos de estudiantes (Figura 5), manteniendo la distancia de seguridad y con buena ventilación.

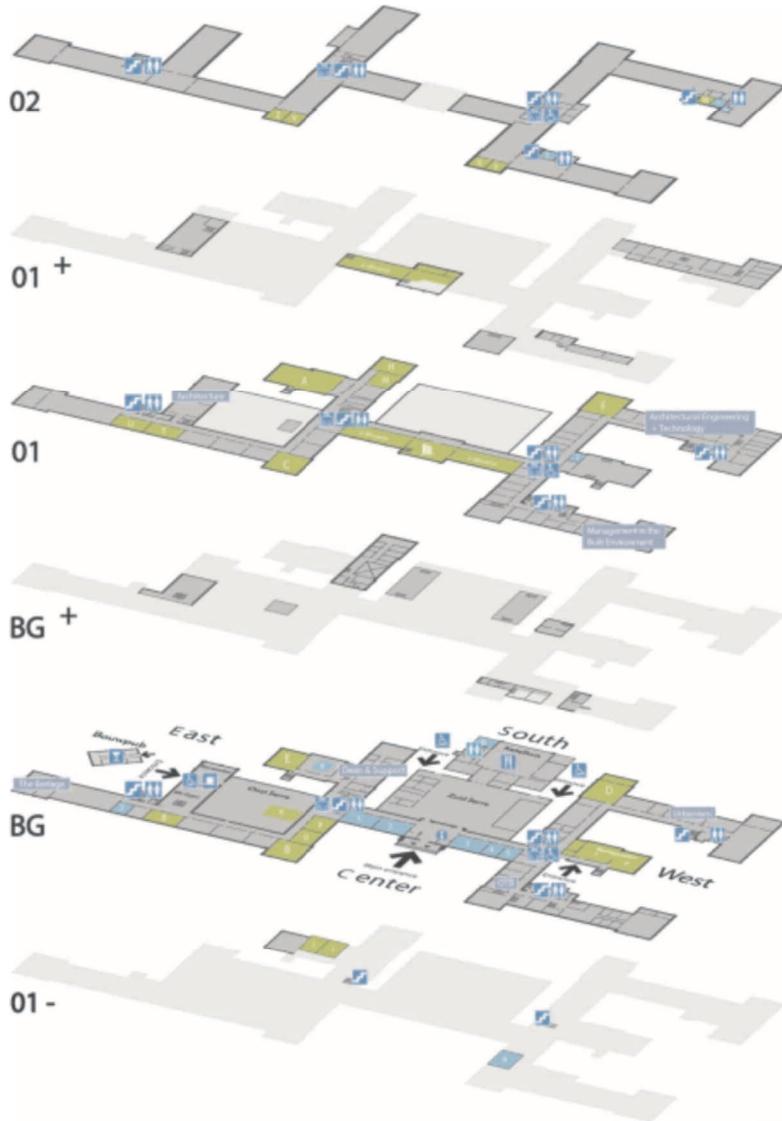


Figura 4. Plano de la Facultad de Arquitectura y entorno Construido (aulas de docencia en verde) (TUDelft 2018)

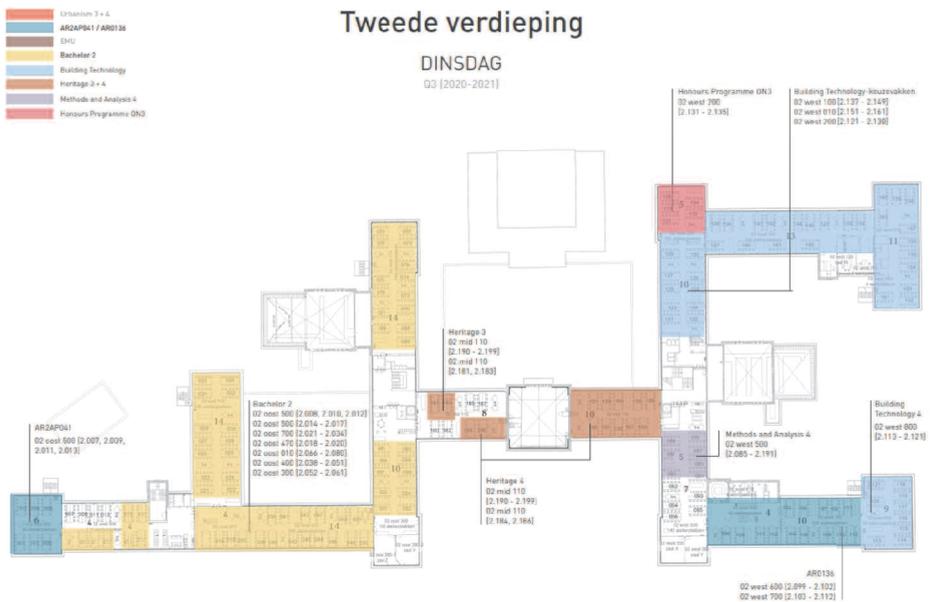


Figura 5. Distribución por grupos de alumnos de la planta segunda planta un martes del tercer cuarto de docencia (TUDelft 2020c)

La asistencia de estudiantes al edificio conllevó otros problemas de distinta índole. Fue necesario llevar un registro de los estudiantes que asistían, lo cual se realizó mediante la tarjeta de estudiantes, haciendo log-in y log-out en las entradas del edificio. También se realizó diversos llamamientos a estudiantes para que sólo asistieran si tenían clase, con el objetivo de mantener la organización y no saturar el edificio.

Hubo que adaptar los pasillos y las zonas de tránsito. Se quitó mobiliario (principalmente sofás y mesas) que correspondían con áreas de descanso pero que dada la situación de pandemia no cumplían con las medidas de higiene. La ganancia de espacio permitió marcar zonas de tránsito para mantener la distancia de seguridad (Figura 6). En la mayoría de los pasillos el tránsito fue bidireccional, pero en algunos casos dada su estrechez, el tránsito fue unidireccional lo que implicó dar largos rodeos. También se indicó en la puerta de entrada de cada aula el aforo máximo.



Figura 6. Señalización de zonas de tránsito y recordatorios para mantener la distancia entre personas

Otro aspecto a tener en cuenta fue la comida. Los servicios de catering estaban cerrados, aunque no las máquinas expendedoras. Se establecieron algunas zonas para poder comer, priorizando aquellas que estaban fuera del edificio. Aunque los alumnos asistían una vez a la semana, su tiempo dentro del edificio no era tan prolongado como antes, por lo que no tenían necesidad de comer en el edificio.

4.3. Evaluación online

Con la necesidad de la docencia online llegaron también los irremediables y tan temidos exámenes online y el término *proctoring* (supervisión virtual). Aunque hay estudios que consideran que las trampas realizadas en exámenes online son las mismas (en cantidad) que presencialmente (Dawson 2016), o incluso mínimas (Bernardo 2020), el hecho de no poder supervisar un examen presencialmente provoca desconfianza por ambas partes. Por un lado, los profesores creen que los alumnos tienen más facilidad para copiar, por otro lado, los alumnos creen que el examen será más duro (y diferente) para evitar el fraude. Es necesario llegar y establecer una confianza mutua entre ambas partes.

El 13 de marzo de 2020 se cancelaron las clases y exámenes presenciales en la TU Delft, es una fecha muy próxima a los exámenes. El día 30 de marzo, la universidad presenta un documento escrito Gillian Saunders-Smiths para guiar la realización de exámenes orales: "How-to-Guide: Remote Oral Exams" (Saunders-Smiths 2020), que sigue vigente en junio de 2021 con modificaciones menores. En este aspecto, cabe reconocer la rapidez por parte de la universidad en generar este documento. Es importante mencionar la relación de este documento con el incendio de la Facultad de Arquitectura y Entorno Construido en 2008, por lo que el trabajo no parte de cero. Después del incendio, los exámenes se realizaron de forma virtual puesto que no se disponía de un espacio apto. Lo aprendido en ese momento sirvió de ayuda para generar y preparar tanto las clases online como los exámenes durante la pandemia de COVID-19.

El documento también contiene diferentes técnicas de *proctoring* para evitar fraudes. Los posibles fraudes en un examen contemplados por la TU Delft son los siguientes (TUDelft 2020d):

- Usar material explícitamente prohibido.
- Copiar.
- Poseer el examen de antemano.
- Compartir las respuestas durante el examen.
- Hacer el trabajo para otro o viceversa.
- Publicar el examen, trabajos y respuestas.

Las consecuencias también son claras y tajantes (TUDelft 2021c):

- Tu trabajo puede ser invalidado, siendo extensible incluso a toda la clase.
- Hasta un año de exclusión de uno o todos los exámenes.
- Expulsión, en los casos más severos.

En los exámenes, se pide a los alumnos que estén de acuerdo con el código de honor de la TU Delft, mediante la siguiente frase: "Prometo que no utilizaré ayuda no autorizada de personas u otras fuentes durante mi examen. Todas mis respuestas son mías".

Para evitar la suplantación de identidad, el estudiante debe enseñar su tarjeta de estudiante a la webcam. Se verifica también mediante webcam que en la habitación no hay nadie más con el examinado y no tiene consigo material prohibido. Para posibilitar un análisis por terceros en caso de ser necesario, el examen es grabado.

Además de fraudes y *proctoring*, la guía hace referencia al formato del examen. Dependiendo del tamaño del grupo, se pueden realizar pruebas asíncronas (para muy pocos estudiantes), o síncronas para grupos mayores. Así mismo, también cambia la duración según el número de estudiantes, siendo máximo de 1 hora para menos de 30 estudiantes y hasta 15 minutos para hasta 60 estudiantes. También se recomienda el uso de una rúbrica, hecha previamente, para ser más objetivo en la evaluación. Por supuesto, los exámenes orales no son aptos para la misma evaluación que los exámenes escritos. La guía recoge que las siguientes cuestiones son aptas para evaluar de forma oral: presentación y habilidades lingüísticas, análisis de casos prácticos, prueba de conocimiento y comprensión, comprobación de la originalidad, sondeo de la extensión y profundidad del conocimiento. Mientras que no es apto que se evalúen cálculos orales, análisis científicos, resolución de problemas analíticos. Otras buenas prácticas son crear y distribuir un examen modelo, o cambiar las preguntas en caso de pruebas asíncronas.

En la guía, por último, se resumen y aclaran algunas recomendaciones en forma de “Do’s And Dont’s”, anotados a continuación como D y DN, que permiten ver la complejidad de la tarea, tanto para estudiantes como para docentes.

Se hace especial énfasis en tranquilizar y preocuparse por cómo está el estudiante, sobre todo dada la situación actual, por eso es recomendable preguntar cómo se encuentra al inicio y no incurrir en situaciones que generen más nerviosismo del necesario:

- Punto D2. Tenga en cuenta a los demás cuando planifique el examen. Son tiempos difíciles para todos. Todos debemos tener en cuenta las necesidades de los demás.
- Punto D15. Tranquilice a los estudiantes. Los exámenes orales son muy conflictivos para los estudiantes y muchos nunca han hecho un examen oral en una asignatura de ingeniería, sólo en idiomas.
- Punto D16. Exprese desde el principio su intención de aprobar a los estudiantes. Los estudiantes siempre se preocupan de que lo contrario y afirmaciones como ésta alivian los nervios. En su mente, un examen oral es como la escena de la Inquisición española de los Monty Python.
- Punto D17. Empieza con una pregunta fácil. Esto tranquiliza a los estudiantes. Las preguntas de conocimiento no son necesariamente fáciles. Otra opción es pedir al alumno que elija el tema/objetivo de aprendizaje con el que va a empezar.
- Punto D20: Indique a los alumnos... si están atascados.

- Punto 23. Pase al siguiente tema si un alumno parece estar en blanco. Siempre se puede volver más tarde.
- Punto DN5. No pidas a los alumnos que hagan cálculos durante un examen oral. El tiempo es demasiado corto.
- Punto DN7. No dejes que el examen se convierta en un interrogatorio...

Algunas recomendaciones hacen referencia a la comprensión, sobre todo cuando la evaluación por ambas personas se realiza en su idioma no nativo:

- Punto D9. Utilice la función de chat en el examen para escribir la pregunta si le preocupa que el estudiante no entienda la pregunta. Del mismo modo, si cree que no puede entender bien al alumno, pídale que haga lo mismo. Esto puede resolver cualquier problema de "lost in translation" o de ruido de fondo. Esto también puede ayudar a los alumnos con problemas de habla.
- Punto D19. Pida al alumno que reformule la pregunta con sus propias palabras si le preocupa que no la haya entendido correctamente.
- Punto D27. Tenga en cuenta los posibles sesgos. Un estudiante que se exprese bien o tenga un buen dominio del inglés no tiene por qué ser más competente que un estudiante introvertido.

También es importante mantener la profesionalidad a la par que la intimidad:

- Punto D12. Busque una sala tranquila con un fondo que no le importe que los estudiantes vean.
- Punto D13. Asegúrese de vestirse como si estuviera en la oficina (no querrá que los estudiantes hagan capturas de pantalla de usted con aspecto desaliñado o en pijama y las publiquen en Instagram, ¿verdad? Y sí, esto ha sucedido, así que es por qué está en la lista).
- Punto D14. Informa a los demás ocupantes de tu casa de que estás en sesiones de exámenes orales y no se te puede molestar. Si es necesario, cuelga una luz roja de bicicleta en tu puerta que puedas encender para indicar cuando no estás disponible y en un examen.

Muchas recomendaciones ayudan para una correcta evaluación:

- Punto D4. Procure utilizar dos examinadores. Puede ser útil alternar la formulación de preguntas (y registrar los puntos para respuestas dadas),

gestionar el tiempo, resolver cuestiones técnicas y discutir y decidir sobre el rendimiento de los estudiantes y la calificación.

- Punto D24. Ten varios niveles en una pregunta para poder indagar realmente en la profundidad de un tema.
- Punto D25. Asegúrese de que los niveles de las preguntas no superan el nivel establecido en los objetivos de aprendizaje.
- Punto D28. Tenga en cuenta el efecto de la calificación holística: Un alumno medio puede quedar bien después de un alumno malo y otro puede quedar mal después de un estudiante excelente. Cíñete a tu rúbrica y a tu esquema de calificación con la mayor objetividad posible.
- Punto DN6. ... Evite la apariencia de favoritismo.
- Punto DN8. No hable por completo. Es el alumno quien debe demostrar que domina los objetivos de los objetivos de aprendizaje, no el examinador.
- Punto DN9. No determine la calificación por su instinto. Eso no es transparente y puede meterte en un mundo de problemas si un estudiante apela (con razón).

La organización es un aspecto clave:

- Punto DN1. No planifiques más de 5 horas de exámenes orales al día. Y ten al menos una hora de descanso después de 2,5 horas y mini-descansos en el medio. Puede ser agotador.

Una buena retroalimentación permite una mejora tanto del alumno como del docente:

- Punto D33. Explique cómo se ha determinado la nota del alumno. ¿Qué han hecho bien y qué pueden mejorar?
- Punto DN12. No tenga miedo de pedir a los estudiantes su opinión después del examen. Le dará una idea de cómo les ha ido y si los nervios han influido.

Por último, en situaciones excepcionales el alumno puede solicitar asistir al centro para realizar el examen (también de forma online) si no dispone de un lugar adecuado en su domicilio, bien sea por problemas familiares, ruido, conexión a internet o falta del equipo informático adecuado.

No obstante, desde un primer momento se descartó realizar pruebas presenciales substituyendo las evaluaciones online. Esto se debió a que en los primeros compases de la pandemia había serias restricciones tanto de movilidad como para reunirse, lo que obligó a hacer las pruebas virtualmente. Una vez realizadas estas primeras pruebas virtuales, aunque la situación médica mejoró durante el siguiente curso académico y se impartió temporalmente docencia semipresencial, no se vio la necesidad de volver al modelo de evaluación presencial puesto que los exámenes online estaban funcionando correctamente. Una evaluación presencial habría supuesto diversos problemas, como la incertidumbre de que en cualquier momento se volviese a cerrar la facultad, gran aglomeración de estudiantes en el transporte público, las aulas, entradas y salidas del edificio dada la gran cantidad de exámenes a realizar en un período de una o dos semanas.

4.4. Graduaciones y defensas

Además de clases y exámenes, la universidad implica otros eventos académicos que se vieron afectados por la pandemia como graduaciones y defensas de trabajos. El último acto oficial que reúne a toda la clase es un evento memorable para los alumnos de dicha promoción. Estos actos se realizan a final de curso coincidiendo con el tiempo de verano, por lo que el grueso de la pandemia en los respectivos años ya había pasado y las medidas para la dispersión del virus eran más relajadas. Considerando la importancia de estos actos para los alumnos, y cumpliendo las normativas de aforo y distanciamiento social, se optó por celebrarlos de forma combinada: presencialmente para los que pudieran, y de forma online para los demás.

Una situación similar sucedía con las defensas de trabajos fin de grado (TFG), máster (TFM) y tesis doctorales, todos ellos tradicionalmente actos públicos a los que podía asistir cualquiera y celebrados en las aulas de conferencia de la facultad para TFG y TFM, y en el salón de actos del campus para los doctorados. Las defensas de TFGs y TFMs implicaban la reunión del alumno, el tribunal y los supervisores, lo cual puede no parecer muchas personas. No obstante, dada la cantidad de alumnos de la facultad y el corto período de tiempo en el que se realizaban (cerca de verano), implica un gran flujo de personas y reuniones personales para los evaluadores. Por ese motivo, se decidió realizar las defensas de forma virtual.

Similarmente, la misma consideración fue propuesta para la defensa de tesis doctorales, aunque menos cuantiosas, las tesis doctorales se defienden

en cualquier momento del año y a menudo implica la invitación de doctores externos a la universidad para formar el tribunal. Con las restricciones de movilidad, y más a nivel internacional, en un primer momento se optó por posponer las defensas, aunque cuando se estimó que la pandemia duraría más de un año, se optó por realizar defensas total o parcialmente virtuales.

5. Vida académica

5.1. Vida universitaria

La vida universitaria se vio directamente afectada por la pandemia de COVID-19, y más en la ciudad de Delft con cerca de 100 mil habitantes, cuya universidad en 2020 contaba con 26 mil estudiantes. Al inicio de la pandemia, con la suspensión de clases presenciales, cierre de bares y restaurantes, prohibición de fiestas y reuniones, y reducción de la movilidad, muchos estudiantes redujeron drásticamente el contacto entre sí. Esto tuvo efecto en la salud mental como recogen diversas encuestas (Studenten Onderzoeken Samen 2020). Poco a poco surgieron diversas iniciativas para mantener el contacto, de forma online o cara a cara manteniendo la distancia social. Se realizaron reuniones y juegos online. Al final, las actividades presenciales se convirtieron en virtuales. Este tipo de iniciativas también se promovieron desde la universidad, por ejemplo, con un juego web de bienvenida del nuevo año académico estilo Sims para explorar la universidad e interactuar con otros estudiantes y docentes (TUDelft 2020e).

Aunque al inicio de la pandemia, los estudiantes (y la población en general) estaba más concienciada de mantener la distancia de seguridad y cumplir las restricciones, al inicio del curso 2020/21 la relajación debido a los meses de verano y a la estrategia de convivencia con el virus produjo un rápido aumento en el número de infectados. A ello se le sumaron más factores: bajada de las temperaturas y reducción de horas de luz, el retorno de estudiantes, algunos desde el extranjero sin ningún tipo de control sanitario, las frecuentes fiestas de bienvenida, reencuentros entre amigos, el hartazgo de la prolongación de las restricciones. La convergencia de estos factores produjo una explosiva escalada de casos (que también se vio en el resto de los Países Bajos) que conllevó finalmente la cancelación de clases presenciales el 4 de noviembre de 2020.

En ese punto, se puso el ojo en las casas de estudiantes, algunas de ellas compartidas por más de 20 estudiantes y que supusieron inevitables focos de contagio. Aunque se proporcionaron medidas de contención, muchas veces

comunes a las llevadas en la misma universidad, en una vivienda fueron difíciles de controlar (van Tongeren 2020):

- Estornuda y tose en el codo.
- Mantén la distancia y evita el contacto físico.
- Mantén la higiene: lávate las manos más a fondo y con más frecuencia; lava las tazas, los cubiertos y la vajilla con más frecuencia; duplica el turno de limpieza.
- Haz que una persona haga todas las compras.
- Evita el contacto con otras casas de estudiantes.
- No organices eventos con mucha gente. Por lo tanto, no organices reuniones, cumpleaños o tardes de cine, ni deportes o comidas conjuntas, ni encuentros con posibles nuevos residentes. Utiliza los medios digitales para hacerlo.

Los estudiantes extranjeros vivieron una situación especialmente delicada durante toda la pandémica de COVID-19, aunque sobre todo en los inicios. Aunque no era recomendable retornar a casa paterna, los estudiantes holandeses tenían esa posibilidad. Los estudiantes extranjeros durante los primeros meses de la pandemia no pudieron retornar a sus países y se quedaron atrapados en las casas de estudiantes. Se debe recordar que sus habitaciones alquiladas no fueron pensadas para pasar largos periodos de tiempo atendiendo a clases virtuales. Además, a causa del desconocimiento del idioma holandés, a los estudiantes extranjeros les resultaba especialmente difícil de mantenerse al día de las normativas y las noticias locales, que indicaban información más próxima. Otro foco de preocupación era la situación de sus familias en sus países de origen, tanto sanitariamente como laboralmente, pues la pandemia conllevó crisis económicas en muchos países. En este aspecto, la TU Delft intentó ayudar con diversas iniciativas.

5.2. Vida docente

Los docentes se encontraron en una situación similar. A los problemas comunes (restricciones de contacto, movilidad, ocio y deporte) se le suma el teletrabajo y la incertidumbre en las regulaciones. En un fin de semana se tuvieron que adaptar las clases presenciales para su realización online. Debido al cierre de escuelas e institutos diez días después de la suspensión de clases presenciales, los docentes tuvieron que hacerse cargo de sus hijos mientras trabajaban.

Respecto a sus agendas también se produjo un cambio importante, al principio de la pandemia, cuando se consideraba que la situación era puntual y que pronto se volvería a la normalidad, muchas reuniones y viajes fueron pospuestos, liberando así el tan necesario tiempo para la preparación de las clases online. Posteriormente, con la prórroga en las sucesivas restricciones a final de marzo, todas las reuniones se tuvieron que reorganizar en formato virtual.

Un punto positivo de esto fue el poder mantener contacto entre las personas, ya sea por trabajo (reuniones y presentaciones de trabajo) o por iniciativas que surgieron paralela o juntamente con los estudiantes. Por el contrario, la facilidad de organizar reuniones y la elevada carga de trabajo está produciendo una sobresaturación de reuniones online.

6. Conclusiones

A lo largo del capítulo se revisó los efectos de la pandemia de COVID-19 sobre la educación universitaria en la Facultad de Arquitectura y Entorno Construido en la TU Delft, así como la respuesta educativa y los motivos que obligaron a tomar dichas decisiones llevaron a esta. Las conclusiones a las que llegaron los responsables de gestionar la docencia en la facultad, tanto a nivel directivo, como a nivel profesorado e incluso docente fueron comunes a las observadas en otras facultades y universidades (González, Marco, and Medina 2020).

La flexibilidad fue un factor clave para poder salir adelante de la difícil tarea de convertir en sistema presencial en uno virtual en escasos días, sumada a la situación de estrés e incertidumbre de la situación personal tanto de docentes como alumnos. No sobrecargar a los docentes con más normativas que las que llegaban de las esferas institucionales les permitió poder gestionarse de la forma que considerasen conveniente. La universidad dio soporte a los docentes en esta difícil transición de forma rápida mediante la elaboración de guías de apoyo. Guías que, en vista de su contenido, tenían más un efecto recordatorio que normativo, puesto que los puntos tratados también ocurrían en las clases y evaluaciones presenciales y no imponían nuevas normas ni restricciones; pero proporcionaron un efecto recordatorio crucial en medio de todo el estrés.

La colaboración entre toda la comunidad educativa, tanto docentes como estudiantes, así como una comunicación efectiva y confianza mutuas fue necesaria para sobrellevar esta situación excepcional, tanto en lo profesional como en lo personal. El intercambio constante de información ayudó a consi-

derar varias alternativas y proponer mejoras constantes en la docencia online y en un plazo de tiempo muy corto, además de ayudar a sobrellevar esta estresante situación. Frases como *stay healthy* fueron la nueva fórmula para finalizar correos y reuniones, y *keep in touch* la mejor recomendación para evitar el distanciamiento.

Para el año académico 2021/2022 ya se trabaja con varios escenarios, desde la mantención de la docencia completamente online, a un escenario más abierto con clases presenciales tres días a la semana. En la actualidad, dado el ritmo de vacunación y las últimas cifras estadísticas de la evolución de la pandemia, hay motivos para ser optimistas respecto al siguiente año académico (TUDelft 2021).

Agradecimientos

El autor agradece a la Xunta de Galicia la ayuda otorgada a través de subvención de recursos humanos (ED481B-2019-061) que hizo posible la colaboración con la TU Delft. También, se agradece a la GIS *Technology Section* la experiencia aportada en la TU Delft y la documentación aportada para este capítulo, así como a Theo van Drunen su tiempo, sus respuestas y su espléndida labor como *Manager education and student services* de la facultad durante esta crisis.

Bibliografía

- BERNARDO, JOSÉ MANUEL MONTEJO, «Exámenes no presenciales en época del COVID-19 y el temor al engaño: un estudio de caso en la Universidad de Oviedo», *Magister: Revista miscelánea de investigación* 32, 1 (2020), Servicio de Publicaciones 102-110.
- CARSTAIRS, JANE – MYORS, BRETT, «Internet testing: A natural experiment reveals test score inflation on a high-stakes, unproctored cognitive test», *Computers in Human Behavior* 25, 3 (2009), Elsevier 738-742.
- CEPAL, N U – OTHERS, «La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19» (2020), CEPAL.
- DAWSON, PHILLIP, «Five ways to hack and cheat with bring-your-own-device electronic examinations», *British Journal of Educational Technology* 47, 4 (2016), Wiley Online Library 592-600.
- FRIEDMAN, Adi – BLAU, Ina – ESHET-ALKALAI, YORAM, «Cheating and Feeling Honest: Committing and Punishing Analog versus Digital Academic Dishonesty

- Behaviors in Higher Education.», *Interdisciplinary Journal of E-Learning & Learning Objects* 12 (2016).
- GARCÍA-PEÑALVO, FRANCISCO JOSÉ – ABELLA-GARCÍA, V – CORELL, A – GRANDE, MARIO, «La evaluación online en la educación superior en tiempos de la COVID-19» (2020), Ediciones Universidad de Salamanca.
- GONZÁLEZ, M – MARCO, E – MEDINA, T, «Informe de iniciativas y herramientas de evaluación online universitaria en el contexto del Covid-19», *Ministerio de Universidades* (2020).
- GUACHAMIN, JOHANNA ALEXANDRA BONILLA, «Las dos caras de la educación en el COVID-19», *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica* 9, 2 (2020), Universidad Tecnológica Indoamérica (UTI) 89-98.
- DEN HEIJER, ALEXANDRA, «The making of BK City: The ultimate laboratory for a faculty of architecture», *The Architecture Annual 2007-2008 Delft University of Technology* (ISBN 978 90 6450 692 5) (2009), 010 Publishers.
- HERRERO, YAYO, «Reflexiones de la nueva era», *El diario de la educación* (2020) <https://eldiariodelaeducacion.com/2020/03/31/estamos-educando-a-los-ninos-y-las-ninas-en-contra-de-su-propia-supervivencia/>.
- MEACHAM, BRIAN – PARK, HAEJUN – ENGELHARDT, MICHAEL – KIRK, ADAM – KODUR, VENKATESH – VAN STRAALLEN, IJSBRAND – ET AL., «Fire and collapse, faculty of architecture building, Delft University of Technology: Data collection and preliminary analyses», en *8th International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods*, Lund University, Sweden 2010.
- MORENO, J L – MOLINS, L – OTHERS, «Educación y Covid-19: Colaboración de las familias y tareas escolares», *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social* 9, 3 (2020).
- PÉREZ-LÓPEZ, EVA – ATOCHERO, ALFONSO VÁZQUEZ – RIVERO, SANTIAGO CAMBERO, «Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios», *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* 24, 1 (2021), Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia 331-350.
- DE PRADO, MARIO – GARCIA PEÑALVO, FRANCISCO JOSÉ – CORELL, A – ABELLA-GARCIA, VICTOR – OTHERS, «Evaluación en Educación Superior durante la pandemia de la COVID-19», *Campus Virtuales* 1, 10 (2021) 49-58.
- ROJAS, LIDA VELAZQUE – HUAMÁN, CÉSAR JOE VALENZUELA – SALAZAR, FERNANDO MURILLO, «Pandemia COVID-19: repercusiones en la educación universitaria», *Odon-tología sanmarquina* 23, 2 (2020) 203-205.

- SALA, FRANCISCO JAVIER AZNAR, «La Educación Secundaria en España en Medio de la Crisis del COVID-19», *RISE* 9, 1 (2020), Hipatia Press 53-78.
- SAUNDERS-SMITS, GILLIAN, «How-to-Guide: Remote Oral Exams» <https://brightspace-support.tudelft.nl/wp-content/uploads/2020/10/Guidelines-on-Online-Oral-Exams-for-Lecturers.pdf> [Consulta: 7 junio 2021].
- STUDENTEN ONDERZOEKEN SAMEN, «ThuisBesMet» <https://thuisbesmet.nl/> [Consulta: 7 junio 2021].
- VAN TONGEREN, ROOS, «How corona-proof is your student house?» <https://www.delta.tudelft.nl/article/how-corona-proof-your-student-house> [Consulta: 7 junio 2021].
- TUDELFT. 2021a. «*How Corona Affected TU Delft.*» 2020. Accessed June 8. <https://www.delta.tudelft.nl/article/how-corona-affected-tu-delft>.
- TUDELFT. 2021b. «*Education Spaces Viewer.*» Accessed June 3. <https://esviewer.tudelft.nl/>.
- TUDELFT. 2021c. «*Fraud and Consequences.*» Accessed July 7. <https://www.tudelft.nl/en/student/legal-position/fraud-plagiarism/fraud-and-consequences>.
- TUDELFT. 2018. «*BK City Rooms.*» <https://www.tudelft.nl/en/architecture-and-the-built-environment/about-the-faculty/the-building/rooms>.
- TUDELFT. 2020a. «*TU Delft & COVID-19: A Retrospective.*» <https://www.tudelft.nl/en/covid19-retrospective>.
- TUDELFT. 2020b. «*Special Academic Calendar.*» <https://www.tudelft.nl/en/student/faculties/a-be-student-portal/education/timetables/special-academic-calendar>.
- TUDELFT. 2020c. «*BK Studio Calendar.*» <https://www.tudelft.nl/en/student/faculties/a-be-student-portal/education/bk-studio-calendar>.
- TUDELFT. 2020d. «*Types of Fraud.*» <https://www.tudelft.nl/en/student/legal-position/fraud-plagiarism/types-of-fraud>.
- TUDELFT. 2020e. «*Opening Academic Year 2020-2021.*» <https://www.tudelft.nl/oay>.
- TUDELFT. 2021. «*Information Regarding the Coronavirus.*» <https://www.tudelft.nl/en/2021/tu-delft/coronavirus>.

VLACHOPOULOS, DIMITRIOS – MAKRI, AGORITSA, «Online communication and interaction in distance higher education: A framework study of good practice», *International Review of Education* 65, 4 (2019), Springer 605-632.

ZUBILLAGA, AINARA – GORTAZAR, LUCAS, «COVID-19 y educación: problemas, respuestas y escenarios», *Documento técnico de análisis de la situación educativa derivada de la emergencia sanitaria* 20 (2020).

El Foro virtual como herramienta de debate e indagación durante la pandemia del Covid-19: un estudio de caso

5

^aAránzazu Berbey-Alvarez
^bFélix R. Henríquez-Espinosa

^aVicerrectoría Académica y Facultad de Ingeniería Industrial.
Universidad Tecnológica de Panamá

^bCentro de Investigación e Innovación Eléctrica, Mecánica y de la Industria (CINEMI).
Universidad Tecnológica de Panamá

aranzazu.berbey@utp.ac.pa; felix.henriquez@utp.ac.pa

Resumen:

Este artículo presenta un análisis cuantitativo de los resultados comparativos de los foros de discusión en línea asincrónicos llevados a cabo en dos asignaturas, una de grado y la segunda de un curso de postgrado, durante el primer semestre del año 2021. Se realiza la revisión documental de trabajos previos sobre el uso de foros de discusión asincrónico en asignaturas de educación superior tanto de grado como postgrado. Los resultados reflejan que los foros de discusión asincrónico permiten reforzar actividades de indagación, permiten el espacio para la reflexión crítica y dan margen para la argumentación de las respuestas. Todo esto permite el desarrollo del pensamiento crítico en el marco del trabajo colaborativo de los estudiantes. Los resultados de esta investigación muestran altos porcentajes de indagación, argumentación y reflexión en las comunicaciones de los estudiantes en los foros de discusión de las asignaturas de Estadística I y Confiabilidad de los sistemas mecánicos. En el caso de los foros de la asignatura de Estadísticas I, estos mostraron una mayor número de réplicas a las comunicaciones de los compañeros en comparación con los foros de la asignatura Confiabilidad de los sistemas mecánicos.

Palabras clave:

foros de discusión, pensamiento crítico, debates virtuales, educación superior.

1. Introducción

La Pandemia de Covid-19 ha acelerado el proceso de transformación de la educación superior, de formato presencial a formato virtual o en línea. La Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) no escapa a esta situación del contexto global. En este sentido, la UTP adoptó una serie de medidas como resultado de la pandemia Covid-19, entre estas están: comunicados institucionales (Universidad Tecnológica de Panamá 2020j, 2020f, 2020g, 2020h, 2020i, 2020k, 2020d, 2020e, 2020c), acuerdos de los órganos de gobiernos en los consejos universitarios, documentos de guía (Universidad Tecnológica de Panamá 2020q), circulares (Universidad Tecnológica de Panamá 2020b, 2020s, 2020r, 2020a), memorándum (Universidad Tecnológica de Panamá 2020p) y resoluciones (Universidad Tecnológica de Panamá 2020l) para hacer frente a la pandemia del Covid-19 y así lograr gestionar mejor su ineludible impacto institucional. La UTP contaba con una serie de plataformas y recursos institucionales para la educación virtual que han permitido dar respuesta ante la emergencia de los efectos de esta pandemia Covid-19. Las plataformas para la educación virtual de la UTP (Universidad Tecnológica de Panamá 2020n) corresponde a: e-Campus, Campus virtual UTP y la plataforma virtual contingente, esta última surge como refuerzo de la actividad de educación virtual por motivo de la pandemia. Estas plataformas cuenta con sus propios lineamientos (Universidad Tecnológica de Panamá 2020o), manuales (Quintero 2020a), (Saavedra 2020b), (Sánchez, Escobar y Saavedra 2020a), (Díaz-Quintero 2020a), (Saavedra 2020c), (Sánchez y Escobar 2020), guía de uso (Clunie 2021), (Universidad Tecnológica de Panamá 2020m), (Clunie 2020), tutoriales (Díaz y González 2020), (Saavedra 2020a), (González y Diaz, 2020), instructivo (Universidad Tecnológica de Panamá. 2020), vídeos explicativos de acceso público para toda la comunidad universitaria.

En este sentido, este artículo de investigación persigue demostrar mediante un estudio cuantitativo el valor educativo que tiene los foros virtuales asincrónicos para desarrollar actividades cognitivas propias del pensamiento crítico, siendo estas: la indagación, argumentación, reflexión y la síntesis.

2. Marco teórico

Existen una amplia literatura sobre el uso de los foros virtuales como herramienta didáctica del proceso enseñanza aprendizaje (ver tabla 1). Berbey-Alvarez *et al.*, (Berbey-Alvarez y Caballero-George, 2020) se realizó un estudio comparativo entre los foros virtuales dentro de una plataforma institucional

campus virtual UTP y la herramienta de WhatsApp, los resultados indicaron una relación complementaria entre ambas herramientas de las tecnologías de la comunicación. Este artículo constituye una extensión de esta investigación. Sin embargo, aquí se concentran en los resultados de las discusiones asincrónicas de los foros en línea.

Se realizó una revisión de 32 investigaciones, artículos, metodologías con respecto a las herramientas de foros virtuales, de las cuales un 37.50 % (12/32) corresponde a estudios cualitativos, un 28.13 % (9/32) corresponde a estudios cuantitativos y un 34.38% (11/32) corresponde a estudios mixtos, es decir, que combinan técnicas cuantitativas con cualitativas para el análisis de los datos. Estos estudios comprenden una revisión entre el año 2004 al año 2021. Del total de 32 fuentes consultadas (17/32) corresponde a foros educativos de cursos de grado, mientras que (9/32) corresponde foros o debates virtuales en cursos de postgrado y (1/32) corresponde a estudios tanto en cursos de grado como de postgrado. La última de las categorías corresponde a un (7/32) tratándose de artículos de revisión bibliográfica, comparaciones metodológicas y síntesis. Con respecto al tipo de publicación de las 32 fuentes consultadas un 71.87% (23/32) corresponden a artículos en revistas, un 21.8% (7/32) corresponden a artículos en congresos y un 6.25 % (2/32) de las fuentes corresponden a libros especializados en estos temas (ver tabla 1).

Tabla 1. Estado del arte consultado

1: análisis cuantitativo 2: análisis cualitativo 3: análisis mixto (cuantitativo-cualitativo) 4: grado 5: postgrado 6: revisiones, comparaciones metodológicas, síntesis. 7: artículo en revistas 8: artículo en congreso 9: libro

Autor	Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pérez <i>et al.</i> , (Pérez <i>et al.</i> , 2004)	2004		x				x		x	
Domínguez-Figaredo <i>et al.</i> , (Domínguez-Figaredo y Alonso-Díaz 2004)	2004		x		x				x	
Laborda-Gil <i>et al.</i> , (Laborda-Gil 2004)	2004		x				x	x		
Christopher <i>et al.</i> , (Christopher, Thomas, y Tallent-Runnels 2004)	2004			x		x		x		
Yang <i>et al.</i> , (Yang, Newby y Bill 2005)	2005	x			x			x		
Tagua de Pepa (Tagua de Pepa 2006)	2006			x	x			x		
De Pedro-Puente (DePedro-Puente 2007)	2007	x			x				x	
McDonald (Mc Donald 2007)	2007		x			x				x
Federov (Fedorov 2008)	2008		x				x	x		
Feliz-Murias (Feliz-Murias y Ricoy-Lorenzo 2008)	2008			x		x		x		
Gross-Salvat <i>et al.</i> , (Gros-Salvat y Adrián 2009)	2009	x			x			x		

Tabla 1 (continuación). Estado del arte consultado

1: análisis cuantitativo 2: análisis cualitativo 3: análisis mixto (cuantitativo-cualitativo) 4: grado 5: postgrado
6: revisiones, comparaciones metodológicas, síntesis. 7: artículo en revistas 8: artículo en congreso 9: libro

Autor	Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ezeiza y Palacios (Ezeiza y Palacios 2009)	2009			x	x			x		
Nandi <i>et al.</i> , (Nandi, Chang, y Balbo 2009)	2009		x				x		x	
Gorsky <i>et al.</i> , (Gorsky <i>et al.</i> 2010)	2010	x			x			x		
García-Cabrero <i>et al.</i> , (García-Cabrero and Pineda-Ortega 2010)	2010			x	x			x		
Mallo <i>et al.</i> , (Mallo, Domínguez, and Lautenti 2011)	2011			x		x		x		
Mora-Vicarioli (Mora-Vicarioli 2011)	2011	x					x	x		
Mazuro (Mazuro y Rao 2011)	2011			x	x			x		
Nandi <i>et al.</i> , (Nandi <i>et al.</i> 2011)	2011	x			x				x	
López-Cepeda <i>et al.</i> , (López-Cepeda y Rosero-Palacios 2012)	2012			x		x		x		
Garibay <i>et al.</i> (Garibay, Concarí y Quintero-Ordoñez 2013)	2013			x	x			x		
Ghosh <i>et al.</i> , (Ghosh y Kleinberg 2013)	2013	x			x				x	
Xia <i>et al.</i> , (Xia, Fielder y Siragusa 2013)	2013	x			x	x		x		
Kadagidze (Kadagidze 2014)	2014		x			x	x	x		
Benítez- Lima <i>et al.</i> , (Benítez-Lima, Barajas-Villarruel y Noyola-Rivera 2016)	2016	x			x			x		
Kent (Kent 2016)	2016				x			x		
García (García 2017)	2017			x		x			x	
Alzahrani (Alzahrani 2017)	2017	x			x			x		
Fabbri (Fabbri 2018)	2018			x	x			x		
Dommet (Dommett 2019)	2019	x			x			x		
Al-Husban (Al-Husban 2020)	2020	x				x		x		
Ojha y Acharya (Ojha y Acharya 2021)	2021			x		x				x
Totales	2004-2021	12	9	11	18	10	7	23	7	2

2.1. Diseño, marco conceptual y administración de contenidos

Los trabajos de Pérez *et al.*, (Pérez *et al.*, 2004), Mora-Vicarioli (Mora-Vicarioli 2011), Nandi *et al.*, (Nandi, Chang, and Balbo 2009), Yang *et al.*, (Yang *et al.*, 2005), Nandi *et al.*, (Nandi *et al.* 2011) y Kadagidze (Kadagidze 2014) se enfocan en aspectos como la planificación, el marco conceptual, administración de contenidos y las condiciones necesarias de diseño para garantizar el éxito de los foros virtuales. En este sentido, Pérez *et al.*, (Pérez *et al.*, 2004) analiza cuáles

son las condiciones necesarias para convertir a los foros virtuales en un herramienta valiosa en el sistema educativo ya sea en plataformas virtuales como en faceta presencial. Mora-Vicarioli (Mora-Vicarioli 2011) presentó un estudio sobre los aspectos a considerar para la planificación de un foro o debate virtual. Nandi *et al.*, (Nandi *et al.*, 2009) presentaron un marco conceptual para garantizar la calidad de las interacciones o comunicaciones en los foros en línea o debates virtuales. De acuerdo a Nandi *et al.*, (Nandi *et al.*, 2009) el principal beneficio de su investigación es que los facilitadores (docentes) pueden utilizar este modelo como un marco conceptual para asegurar la calidad de las intervenciones de los participantes, mientras que los estudiantes tiene un guía para conocer cuál es la expectativa que se espera de ellos. La importancia del buen diseño de la herramienta de foros virtuales garantiza el desarrollo posterior de la habilidades de pensamiento crítico, tal como: Yang *et al.*, (Yang *et al.*, 2005) concluyó indicando que las habilidades del pensamiento crítico puede cultivarse en un foro de discusión en línea asincrónico siempre y cuando el curso tenga un diseño apropiado e instrucciones adecuadas. Nandi *et al.*, (Nandi *et al.*, 2011) demuestra como aspecto clave la administración del contenido del curso y sus expectativas sobre los estudiantes tienen un gran impacto en el modo en que los estudiantes participan en los foros de discusión. Kadagidze (Kadagidze 2014) presentó un estudio sobre las características de los foros de discusión en línea, en los cuales el espacio físico de un salón de clases ha sido reemplazado por el espacio virtual, el rol de los maestros ha cambiado de expertos a facilitadores, incluso otros miembros del grupo de discusión pueden tomar el rol de líderes o colíderes.

2.2. Conexión entre foros virtuales y pensamiento crítico

El enfoque de los trabajos de Federov (Fedorov 2008), Christopher *et al.*, (Christopher, Thomas y Tallent-Runnels 2004), Al-Husban (Al-Husban 2020), Yang *et al.*, (Yang, Newby, y Bill 2005) y McDonald (Mc Donald 2007) resaltan la conexión que tiene los foros virtuales como herramienta para fomentar el pensamiento crítico. En este sentido, Federov (Fedorov 2008) realiza una revisión bibliográfica y plantea la relación entre el foro virtual y su conexión con el pensamiento crítico. Christopher *et al.*, (Christopher *et al.*, 2004) demuestra que los foros virtuales o discursos en línea generan altos niveles de pensamiento. En Al-Husban (Al-Husban 2020) se presentó un estudio de caso sobre el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico en un foro de discusión asincrónico. Al-Husban (Al-Husban 2020) concluyó que los resultados se encuentran a medio camino, por un lado, los participantes del foro reflejaron in-

dicadores de pensamiento crítico como importancia y relevancia, pero por otro lado, les hace falta mejorar la calidad de las justificaciones y la evaluación crítica, es decir, el contraste con la teoría, el contexto, la situación, evitando sesgo. En Yang *et al.*, (Yang *et al.*, 2005) concluyó que las habilidades del pensamiento crítico puede cultivarse en un foro de discusión en línea asincrónico siempre y cuando el curso tenga un diseño apropiado e instrucciones adecuadas. McDonald (Mc Donald 2007) concluyó que el contexto asíncrono de los foros de discusión permite un ambiente privado para la reflexión y otro público para la comunicación.

2.3. Estudios metodológicos (cuantitativos, cualitativos y mixtos)

En la literatura relativa a los foros virtuales se encuentran estudios de naturaleza cuantitativos (Benítez-Lima *et al.*, 2016), (Feliz-Murias y Ricoy-Lorenzo 2008), (Alzahrani 2017) y (Gros-Salvat y Adrián 2009), cualitativos (Laborda-Gil 2004) y otros estudios mixtos (López-Cepeda y Rosero-Palacios 2012), (Ezeiza y Palacios 2009), (DePedro-Puente 2007) que mezclan ambas técnicas. Domínguez-Figaredo *et al.*, (Domínguez-Figaredo and Alonso-Díaz 2004) realiza un análisis de los textos de foros virtuales utilizando una metodología de Blended-learning. García-Cabrero *et al.*, (García-Cabrero y Pineda-Ortega 2010) demostró que en los foros estructurados se producen un mayor número de ideas y conceptos en comparación con los foros de discusión no estructurados.

2.4. Estudios cuantitativos

En Benítez- Lima *et al.*, (Benítez-Lima *et al.*, 2016) se realizó un estudio cuantitativo que permitió comprobar la opinión favorable de los estudiantes sobre la utilidad de los foros virtuales como medio para compartir conocimientos y lograr un aprendizaje colaborativo. Feliz-Murias (Feliz-Murias y Ricoy-Lorenzo 2008) realizó un estudio de tipo empírico vía una encuesta a 328 estudiantes universitarios de la UNED, el cual concluyó que los foros virtuales motivan a los estudiantes hacia el aprendizaje y facilitan su formación e información en las materias curriculares y además agrega que los estudiantes le otorgan importancia al intercambio de comunicación que se produce en estos foros. En Alzahrani (Alzahrani 2017) los hallazgos de las pruebas y los datos cuantitativos demuestran que la participación de los estudiantes en foros de discusión en línea mejoran el aprendizaje tradicional y atribuye esto a que los foros permiten a los estudiantes un participación con igualdad, de forma colaborativa y trabajar de forma social, todo esto se traduce en un compromiso

activo con el proceso de aprendizaje propio. Gross-Salvat *et al.*, (Gros-Salvat y Adrián 2009) realiza un estudio de 30 asignaturas en la Universidad de Barcelona, concluyendo que las asignaturas con mayores aportaciones a los foros corresponde a las áreas de humanidades. Gross-Salvat *et al.*, (Gros-Salvat y Adrián 2009) señalo que el 53 % de las intervenciones en los foros corresponde a niveles básicos de cooperación.

2.5. Estudios cualitativos

En Laborda-Gil (Laborda-Gil 2004) se realiza un estudio sobre la situaciones de comunicación de la Internet: el correo electrónico, la página web, el juego de la red y la discusión en grupo. En síntesis, Laborda-Gil *et al.*, (Laborda-Gil 2004) realiza un análisis comparativo de los textos en un chat con respecto a los textos en un foro virtual educativo. En el primer caso los mensajes son de carácter infantiles, creativos y transgresores mientras que en el foro virtual educativo hay un estándar o formalidad sujeta a una regulación particular o estándar de comunicación.

2.6. Estudios mixtos

López-Cepeda *et al.*, (López-Cepeda y Rosero-Palacios 2012) realiza un estudio de la interacción en los foros de cursos de maestría utilizando una metodología de tipo descriptiva y analítica de los elementos cuantitativos y cualitativos para evaluar los logros del aprendizaje. Ezeiza y Palacios (Ezeiza y Palacios 2009) realiza un estudio sobre 215 estudiantes universitarios que concluye con la importancia de revisar los aspectos tanto cuantitativos como cualitativos de los foros virtuales. Tagua de Pepa (Tagua de Pepa 2006) recoge una experiencia que resultó sobre la implementación de foros virtuales para fortalecer el aprendizaje en instancias no presenciales. De igual manera en Mallo *et al.*, (Mallo *et al.*, 2011) se concluye que los foros de discusión tiene una percepción positiva entre los estudiantes en el entorno de la educación superior. García (García 2017) realiza un estudio de maestría sobre la interacción colaborativa en los foros virtuales de un curso de postgrado, y concluyó que el nivel de formación alcanzado por los integrantes les permite aprender de forma autónoma, y refuerza la necesidad de trabajar de manera virtual debido a la imposibilidad del contacto presencial en algunos casos. Gorsky *et al.*, (Gorsky *et al.*, 2010) a diferencia del estudio de Gross-Salvat *et al.*, (Gros-Salvat y Adrián 2009) encontró que la participación de los estudiantes de ciencias naturales fue mucho más activa que la participación de los estudiantes de asignaturas

del área de humanidades. De Pedro-Puente (DePedro-Puente 2007) presentaron un método que utilizaba wikis, fórum y otras herramientas web de aprendizaje para promover la adquisición de competencias en la educación superior. El método propuesto por De Pedro-Puente (DePedro-Puente 2007) presentó un proceso para convertir las contribuciones de los estudiantes en datos numéricos permitiendo un análisis posterior de los resultados.

Ghosh *et al.*, (Ghosh y Kleinberg 2013) realizan un modelo basado en la teoría de juegos sobre un análisis de los foros de discusión con el objetivo de conocer como los instructores de los foros pueden motivar a los estudiantes y que utilidad tienen los foros de discusión en el entorno de la educación superior. Ghosh *et al.*, (Ghosh y Kleinberg 2013) concluye que el instructor tiene poca influencia sobre la tasa de participación de los estudiantes en el foro de discusión cuando el grupo de clases es muy grande y más bien la influencia se da por competencia abierta entre los estudiantes en el foro. Sin embargo, cuando el instructor optimiza la velocidad de su respuesta en el foro surgen un escenario de comunicaciones mucho más complejo y eficiente.

2.7. El impacto positivo de los foros virtuales

Los estudios de Fabbri (Fabbri 2018), Garibay *et al.*, (Garibay *et al.*, 2013), Ojha y Acharya (Ojha y Acharya 2021), Nandi *et al.*, (Nandi *et al.*, 2011) y (Xia, Fielder y Siragusa 2013) reflejan el impacto positivo de los foros virtuales como herramienta de aprendizaje para la educación superior. Fabbri (Fabbri 2018) realiza un estudio sobre la experiencia positiva del uso de foros virtuales como herramienta para la educación superior. En Garibay *et al.*, (Garibay, Concarri y Quintero-Ordoñez 2013) se concluye que los foros virtuales son un herramienta colaborativa del proceso enseñanza aprendizaje tanto para los docentes como para los alumnos. Ojha y Acharya (Ojha y Acharya 2021) presentaron un estudio utilizando un blog sobre un proyecto para la escritura de un grupo de maestros. Los hallazgos de Ojha y Acharya (Ojha y Acharya 2021) indican que los equipos de trabajo desarrollaron un espíritu de colaboración mientras ellos están aprendiendo de sus pares. Nandi *et al.*, (Nandi *et al.*, 2011) realizó un estudio para determinar cuan activos se encuentran los estudiantes en un foro de discusión en línea y qué relación tiene este con su calificación final. Los resultados encontrados muestran que es esencial la participación de los estudiantes en foros de discusión para lograr una calificación alta. Xia *et al.*, (Xia, Fielder y Siragusa 2013) concluyen sobre tres hallazgos principales en su estudio. El primero de ellos, es el incremento en los niveles de la participación de los estudiantes. El segundo hallazgo corresponde a que existe un fuerte nivel

de correspondencia entre los estudiantes que se empoderan en la discusión y sus calificaciones finales y, en tercer lugar, el tiempo de respuestas entre comunicaciones permite a los estudiantes prepararse mejor para dar una mejor respuesta. También en Mazuro y Rao (Mazuro y Rao 2011) presentó un estudio sobre el fenómeno de “lurking”, es decir, aquella persona que a pesar de estar inscrita en un foro no tiene actividad en él. Mazuro y Rao (Mazuro y Rao 2011) atribuye esto a la falta de confianza en sí mismo o baja autoestima, por lo que el participante evita emitir comunicaciones en los foros, sobre todo si no es necesario para la evaluación del curso.

2.8. Estudios comparativos de foros con herramientas sociales de comunicación

Otros autores como Dommett (Dommett 2019), (DePedro-Puente 2007) y Kent (Kent 2016) realizaron estudios comparativos de foros virtuales con herramientas de discusión en aplicaciones como Facebook y Twitter. En este sentido, Dommett (Dommett 2019) realizó un estudio comparativo sobre el uso de Twitter y de foros de debates como herramientas de comunicación. Dommett (Dommett 2019) concluyó que si bien es cierto que hay diferencias entre Twitter y los foros de debates virtuales ambos son percibidos por los estudiantes como herramientas importantes para el incremento del conocimiento y habilidades claves. Por su parte Kent (Kent 2016) realizó un estudio comparativo entre un foro en Facebook y un foro en Blackboard discusión. De Pedro-Puente (DePedro-Puente 2007) presentaron un método que utilizaba wikis, fórum y otras herramientas web de aprendizaje para promover la adquisición de competencias en la educación superior.

3. Propuesta metodológica

3.1. Descripción de las asignaturas y grupo de estudiantes

La tabla 2 presenta una descripción general de las asignaturas que son objeto de este estudio. Entre los aspectos de su descripción están nombre de la asignatura, código, nivel, matrícula total, matrícula por sexo, rango de edad de los estudiantes y las carreras (grado) y programas (postgrado) a los cuales se impartieron durante el primer semestre del 2021.

Tabla 2. Descripción de las asignaturas y estudiantes

1: asignatura 2: código 3: nivel 4: matrícula 5: matrícula masculina
6: matrícula femenina 7: rango de edades 8: carreras

1	2	3	4	5	6	7	8
Estadística I	8443	Grado	21	9	13	20 a 23	Licenciatura en Ingeniería Mecánica industrial, Licenciatura en Ingeniería industrial, Licenciatura en Ingeniería logística y Cadena de Suministro, Licenciatura en Gestión de la productividad y Recursos humanos de la Facultad de Ingeniería industrial y la carrera de Licenciatura en Ingeniería forestal de la Facultad de Ciencia y Tecnología
Confiabilidad de los sistemas mecánicos	9117	Postgrado	41	34	7	25 a 40	Maestría de Mantenimiento

Fuente: (Berbey-Alvarez 2020), (Universidad Tecnológica de Panamá. 2016b, 2021a; Universidad Tecnológica de Panamá 2016d), (Universidad Tecnológica de Panamá. 2016a; Universidad Tecnológica de Panamá 2016b, n.d.), (Universidad Tecnológica de Panamá 2016e, 2016c), (Universidad Tecnológica de Panamá 2016f), (Universidad Tecnológica de Panamá 2016a, 2019), (Berbey-Alvarez 2021), (Universidad Tecnológica de Panamá 2006b), (Universidad Tecnológica de Panamá 2006a) y (Universidad Tecnológica de Panamá 2021c)

3.2. Descripción de las plataformas de educación virtual institucionales

La Universidad Tecnológica de Panamá cuenta con 3 plataformas virtuales Moodle (DIGITED 2021b), independientes entre sí. Adicionalmente la Dirección de Innovación y Tecnología Educativa I ha dispuesto una serie de manuales (Díaz 2021; Quintero 2020b; Saavedra 2020; Saavedra 2020; Saavedra y Quintero 2020; Sánchez y Escobar 2020; Sánchez, Escobar y Saavedra 2020b), tutoriales (Díaz 2020b; González y Díaz 2020b, 2020c), guías (Clunie 2020, 2021) para el uso de estas plataformas institucionales.

- Campus Virtual: plataforma para los cursos completamente virtuales, formalmente aprobados por las facultades dentro de su plan académico.
- E-Campus: plataforma de apoyo a los cursos presenciales.
- Virtual UTP Contingente: plataforma de apoyo a los cursos presenciales, habilitada por motivo de la pandemia Covid-19.

- Los profesores indicarán a sus estudiantes en cuál plataforma específica estarán ubicados sus cursos (DIGITED 2021b).
- Plataforma de recursos didácticos.

3.3. Descripción de las reglas generales de los foros

La metodología utilizada para los foros fue de tipo instruccional y estructurada debido a que García-Cabrero *et al*, (García-Cabrero y Pineda-Ortega 2010) demostró que en los foros estructurados se producen un mayor número de ideas y conceptos en comparación con los foros no estructurados, razón por la cual se elaboró el listado de preguntas y su clasificación, es decir, si la pregunta dirige hacia una respuesta indagativa, argumentativa, y de reflexión o síntesis. Adicionalmente, se solicitó a los estudiantes que hiciera algún tipo de réplica o comentarios a las aportaciones de sus compañeros. Como bien lo indica Mora-Vicarioli (Mora-Vicarioli 2011), la elaboración de la instrucción del foro resulta fundamental para el éxito del mismo, por lo que esta debe ser clara y concisa, por tal motivo la docente al inicio de cada uno de los foros indicó la siguiente instrucción general:

“Unidad 4. Foro de discusión N °1. Responda con sus aportaciones las siguientes preguntas en este foro. Puede comentar las respuestas de sus compañeros”.

3.4. Resumen de preguntas y su relación temática por asignatura

Para los casos de las asignaturas de Estadística I (grado) y Confiabilidad de los sistemas mecánicos (postgrado) el número de foros por asignaturas está definido en la guía didáctica de la asignatura o el plan analítico de la asignatura que se proporciona digitalmente a los estudiantes al inicio de cada curso, tanto en la plataforma campus virtual (DIGITED 2021a) como en la plataforma ecampus (Universidad Tecnológica de Panamá 2021b). En este sentido, Ezeiza y Palacios (Ezeiza y Palacios 2009) señala como aspecto clave para la evaluación de los entornos virtuales el diseño didáctico general de la asignatura. Para el caso de este estudio se encuentra recogido en los planes analíticos y las guías didácticas de la asignatura de Estadística I (Berbey-Alvarez 2020) y Confiabilidad de los sistemas mecánicos (Berbey-Alvarez 2021).

Tabla 3. Asignatura Estadística I. Código 8443

A: número de unidad B: Nombre de la unidad C: número de foros por unidad D: Numero de foro E: preguntas para la discusión en los foros					
A	B	C	D	E	
0	Presentación	1	1	Por favor haga una breve presentación personal. Mencione su nombre, la carrera que cursa, y las expectativas que tiene sobre el curso Estadística I con Cod 8443.	
1	Conceptos fundamentales	2	1	1. ¿Qué importancia puede tener la Ciencia Estadística en el desarrollo de su carrera como ingeniero(a)? 2. ¿Por qué existen tipos o categorías de investigación? 3. ¿Cuál es el propósito de clasificar las variables estadísticas de acuerdo con su cualidad o cantidad, el número de variables que se manejan y los niveles de medición de variables?	
			2	1. ¿Cuál es la diferencia entre los conceptos muestras y población? 2. ¿Por qué cree usted que existen diferentes tipos de muestreo?	
2	Obtención y organización de los datos	2	1	1. ¿En el proceso de obtención y organización de los datos de un estudio que relación cree usted que tienen las fuentes de la información, la planificación, el diseño de los instrumentos para recolectar los datos? 2. Indague por Google y mencione tres ejemplos de fuentes de información de estudios que se hayan realizado en Panamá y con qué instrumentos fueron recabados los datos del estudio o investigación.	
			2	1. ¿Qué ventajas tiene la representación de los datos ya sea en forma de gráficos de barras, pictograma, gráficos circulares, diagrama de Pareto, diagrama de tallo y hoja, gráficos de puntos etc.? 2. ¿Por qué cree usted que se utilizan para representar los datos unas formas gráficas por sobre otras? 3. ¿Mencione tres ejemplos de procesos industriales diferentes en los cuales se puedan utilizar formas de representación datos como grafico circular, diagrama de Pareto, pictograma y gráficos de barras?	
3	Medidas descriptivas	2	1	1. Lea el siguiente artículo científico de investigación. Aránzazu Berbey-Alvarez. Evaluación estudiantil de la actividad docente. Conference: Innoeducatic 2019, At: Spain. November 2019. Link: https://www.researchgate.net/publication/337548509_Evaluacion_estudiantil_de_la_actividad_docente . De acuerdo con su grupo de trabajo, aporte comentarios adicionales a los resultados de la figura indicada.	
				Grupo	Figura indicada
				1	Figura 3. Resultados de la evaluación a los docentes de I año en el I y II semestre del 2018.[10]
				2	Figura 4. Resultados de la evaluación a los docentes de II año en el I y II semestre del 2018.[10]
				3	Figura 5. Resultados de la evaluación a los docentes de III año en el I y II semestre del 2018[10]
				4	Figura 6. Resultados de la evaluación a los docentes de IV año en el I y II semestre del 2018[10]
5	Figura 7. Resultados de la evaluación a los docentes de V año en el I y II semestre del 2018[10]				

Tabla 3 (continuación). Asignatura Estadística I. Código 8443

A: número de unidad B: Nombre de la unidad C: número de foros por unidad																
D: Numero de foro E: preguntas para la discusión en los foros																
A	B	C	D	E												
				2. De acuerdo con su grupo de trabajo, aporte comentarios adicionales a los resultados Tabla 2. Resumen de las estimaciones de medidas de tendencia central.												
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Grupo</th> <th>Figura indicada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>General y I año</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>General y II año</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>General y III año</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>General y IV año</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>General y V año</td> </tr> </tbody> </table>	Grupo	Figura indicada	1	General y I año	2	General y II año	3	General y III año	4	General y IV año	5	General y V año
Grupo	Figura indicada															
1	General y I año															
2	General y II año															
3	General y III año															
4	General y IV año															
5	General y V año															
			2	1. Indague sobre el índice de Gini, qué significa, de ejemplos de países con índices de Gini cercanos a 1 y con índices de Gini cercanos a cero. 2. ¿Qué significado tiene que un país tenga un índice de Gini cercano a cero y otro país tenga un índice de Gini cercano a uno? 3. ¿Qué valores ha tenido el índice de Gini para Panamá?												
4	Análisis de regresión y correlación	1	1	1. ¿Qué entiende usted por regresión estadística? 2. ¿Qué diferencia existe entre regresión y correlación estadística? 3. ¿Indague ejemplos de estudios, investigaciones, artículos científicos y otros documentos donde se haya utilizado un análisis de regresión y/o correlación y coméntelos.												
5	Teoría de probabilidad	2	1	1. ¿Qué relación considera usted que tiene la teoría de conjuntos con la teoría de la probabilidad? 2. De tres ejemplos y explique como la herramienta de diagrama del árbol, puede ser utilizada en la carrera de ingeniería industrial.												
			2	1. ¿Por qué es importante la teoría de la probabilidad? 2. ¿Qué diferencia existe entre las siguientes técnicas de conteo: ¿el principio de multiplicación, las permutaciones y las combinaciones? 3. Indague en qué consiste el teorema de Bayes.												
Totales		10		23 preguntas en total.												

Como se aprecia en las tablas 2 y 3, para el curso de grado titulado, Estadística I, con código 8443 se desarrollaron 10 foros virtuales distribuidos en 5 unidades didácticas del curso. El número de preguntas por foro correspondió a 2 o 3 interrogantes. El número total de preguntas en todo el curso corresponde a 23 interrogantes. Para el caso del curso de postgrado titulado, Confiabilidad de los sistemas mecánicos, con código 9117, el número de preguntas por foro correspondió de 2 a 3. El número total de preguntas para todo el curso correspondió a 7 interrogantes distribuidas entre las unidades 1, 2 y 4.

Tabla 4. Asignatura confiabilidad de los sistemas mecánicos. Código 9117

A: número de unidad B: Nombre de la unidad C: número de foros por unidad D: Numero de foro E: preguntas para la discusión en los foros			
A	B	C	A
0	Presentación	1	Por favor haga una breve presentación personal. Mencione su nombre, la carrera que cursa, y las expectativas que tiene sobre el curso Confiabilidad de sistemas mecánicos con Cod 9117.
1	Fundamentos de Estadística	1	1. ¿Cuál cree usted qué es la importancia de la Estadística para la confiabilidad de los sistemas mecánicos? 2. Indague y comente que aplicaciones prácticas tienen la Estadística para el diseño de los sistemas mecánicos? De ejemplos.
2	VARIABLES aleatorias	1	1. ¿Qué características tiene las funciones de variables aleatorias? 2. ¿De ejemplos de las aplicaciones de las distribuciones normales, log-normal y exponencial y porqué considera usted que es importante el estudio de estas distribuciones para la confiabilidad de los sistemas mecánicos?
4	Diseño de sistemas mecánicos	1	1. ¿Indague sobre el significado de factor de seguridad y factor de confiabilidad? 2. ¿Qué relación hay entre ellos? 3. Indague sobre ejemplos en la industria donde se utilicen estos factores.
	Totales	4	7 preguntas en total

4. Resultados

De acuerdo a Figaredo (Figaredo y Díaz 2004), la evaluación de los procesos formativos que se dan en el ciberespacio presentan tres dimensiones: la cuantitativa, la cualitativas y la sociohistórica. Para efectos de esta investigación se tomarán en cuenta los aspectos tanto cuantitativos como cualitativos en los resultados. A continuación, presentamos los resultados de los foros o debates virtuales para ambas asignaturas Estadística I (tabla 4) y Confiabilidad de los sistemas mecánicos (tabla 5).

Tabla 5. Resultados de la actividad de los foros en el curso Estadística I (Cod. 8443)

		1: femenina	2: masculino	I: indagativa	A: Argumentativas	R: Réplica	S: Síntesis		
Unidad	Foros	Foro	Total	1	2	I	A	R	S
Conceptos fundamentales	2	1	40	27	13	40	40	27	40
		2	33	24	9	33	33	20	33
Obtención y Organización de los Datos	2	1	36	22	14	36	36	17	0
		2	18	13	5	18	18	2	0
Medidas descriptivas	2	1	33	15	17	N/a	33	0	10
		2	14	11	3	14	0	0	0

Tabla 5 (continuación). Resultados de la actividad de los foros en el curso Estadística I (Cod. 8443)

1: femenina		2: masculino		I: indagativa		A: Argumentativas		R: Réplica		S: Síntesis	
Unidad	Foros	Foro	Total	1	2	I	A	R	S		
Análisis de regresión y correlación	1	1	11	8	3	11	11	1	1		
Teoría de probabilidad	2	1	8	6	2	8	8	0	4		
		2	8	5	3	8	8	1	0		
Totales	9		201	131	70	168	187	68	88		
Totales (%)			100	65.17	34.83	83.58	93.03	33.83	47.05		

Como se aprecia en la tabla 4, se dio un total de 201 comunicaciones distribuidas en los foros de las unidades didácticas 1, 2, 3, 4 y 5 de la asignatura Estadística I. De estas 201 comunicaciones el 65.17% corresponden a respuestas de estudiantes mujeres mientras que el 34.33 % corresponde a las respuestas de las estudiantes varones. Los porcentajes globales no indican que el primer lugar lo ocupan las respuestas de tipo argumentativa con un 93.03%, seguido de las respuestas de tipo indagatoria con un 83.53% y el tercer lugar le corresponde a la respuesta de tipo replica con un 47.05%. Todas estas respuestas son funciones del pensamiento crítico.

Por ejemplo, para el foro 1 de la unidad 1, todas las 40 respuestas fueron de naturaleza indagativa, argumentativa y de reflexión o síntesis. Adicionalmente, 27 de las 38 respuestas dadas fue de tipo réplica, lo que corresponde a un 67.5 % (27/40). Para el foro 2 de la unidad 1, todas las 33 respuestas fueron de naturaleza indagativa, argumentativa y de reflexión o síntesis. Adicionalmente, 20 de las 33 respuestas dadas fue de tipo réplica, lo que corresponde a un 60.61 % (20/33).

Para el foro 1 de la unidad 2, todas las 36 comunicaciones o respuestas dadas fueron de naturaleza indagativa y argumentativa. Adicionalmente, 17 de las 36 comunicaciones dadas fue de tipo réplica, lo que corresponde a 47.22%. No se presentaron respuestas con reflexiones o síntesis adicionales. Para el foro 2 de la unidad 2, todas las 18 comunicaciones dadas fueron de naturaleza indagativa y argumentativa. Adicionalmente, se dieron 2 respuestas de tipo réplica lo que representa un 11.11% (2/18). No se presentaron respuestas con reflexiones o síntesis adicionales en las respuestas emitidas por los estudiantes.

Como se aprecia en la tabla 4, hay una caída en las comunicaciones en los foros de las unidades 4 y 5. Esto se debió principal por actividades de estudio para exámenes parciales de la asignatura, la actividades de elaboración del ar-

título de investigación como proyecto final de la asignatura y la participación de los estudiantes en la Jornada de iniciación científica (Universidad Tecnológica de Panamá 2021d) que organiza anualmente la Vicerrectoría de investigación postgrado y extensión de la Universidad de Tecnológica de Panamá.

Tabla 6. Resultados de las respuestas del curso de Confiabilidad de los sistemas mecánicos (Cod. 9117)

		1: femenina	2: masculino	I: indagativa	A: Argumentativas	R: Réplica	S: Síntesis		
Unidad	Foros	Total	1	2	I	A	R	S	
1	Fundamentos de Estadística	1	38	7	31	38	38	1	3
2	Variables aleatorias	1	30	6	24	30	n/a	3	19
4	Diseño de sistemas mecánicos	1	19	3	16	19	19	1	1
Totales		3	87	16	71	87	47	5	23
Totales (%)			100	18.39	81.61	100	54.02	5.75	26.44

Como se aprecia en la tabla 6, se dio un total de 87 comunicaciones distribuidas en los foros de las unidades didácticas 1, 2 y 4 para la asignatura de postgrado de Confiabilidad de los sistemas mecánicos. De estas comunicaciones el 84.61% corresponden a respuestas de estudiantes varones mientras que el 18.39% corresponde a las respuestas de las estudiantes mujeres. Para el foro 1 de la unidad 1, todas las respuestas fueron de naturaleza indagativa y argumentativa. Adicionalmente, una de las 38 respuestas dadas fue de tipo réplica y 3 de las 38 comunicaciones incorporaron una síntesis o reflexión adicional. Para el foro 1 de la unidad 2, todas las respuestas dadas fueron de naturaleza indagativa. La categoría argumentación no aplica para el tipo de pregunta dada en este foro. Adicionalmente, tres de las 30 respuestas dadas fue de tipo réplica y 19 de las 38 comunicaciones incorporaron una síntesis o reflexión adicional, lo que corresponde a 63.33%, esto indica un alto porcentaje de reflexión en esta categoría. La unidad 3 no tuvo foro dentro de sus actividades, ya que se realizó un entrenamiento en las actividades para la elaboración del proyecto final de la asignatura. Para el foro 1 de la unidad 4, las 19 comunicaciones emitidas por los estudiantes fueron de naturaleza indagativa y argumentativa. Solo hubo una comunicación que incluyó adicionalmente una réplica y otra que incorporó una reflexión o síntesis. Del total de las 87 comunicaciones emitidas por los estudiantes de la asignatura de postgrado, Confiabilidad de los sistemas mecánicos, el 100% (87/87) son respuestas de naturaleza indagativa o de investigación, el 54.02% (47/87) corresponden a respuestas argumentati-

vas, 5.75% (5/87) corresponde réplicas generales y 26.44 % corresponde a respuestas que incorporan una reflexión del tema o síntesis (23/87).

5. Discusión

Para el curso de Estadística I, de las 201 comunicaciones distribuidas en las actividades de los foros virtuales de las 5 unidades. El 83.58 % de las respuestas dadas por los estudiantes corresponde a respuestas de índole indagativa, el 93.03% corresponden a respuesta argumentativas, el 33.33% corresponden a réplicas a una comunicación de otros estudiante o grupos de estudiantes durante el foro de discusión virtual y el 47.05 % de las comunicaciones incorporó una reflexión o síntesis final en su intervención en el foro. Como se aprecia en la tabla 4, las respuestas dadas por los estudiantes tienen altos porcentajes de altos porcentajes de indagación (83.58 %) y argumentación (93.03%) en sus respuestas respectivamente. Esto va en concordancia con los hallazgos de Fabbri (Fabbri 2018) concluyó que debido a la prevalencia del texto en los foros virtuales como forma de comunicación sumada a la naturaleza asincrónica de las comunicaciones-interacciones, el ambiente de foro parecer ser una herramienta válida para la reflexión individual y la flexibilidad cognitiva porque considera la opinión propia y la de los demás. Los resultados apoyan la conexión entre foros virtuales y el pensamiento crítico como se ha indicado en los trabajos de Federov (Fedorov 2008), Christopher *et al.*, (Christopher, Thomas y Tallent-Runnels 2004), Al-Husban (Al-Husban 2020), Yang *et al.*, (Yang, Newby y Bill 2005) y McDonald (Mc Donald 2007).

Para el curso de Confiabilidad de los sistemas mecánicos, asignatura de postgrado, los resultados arrojaron que de las 87 respuestas dadas son el resultado de la actividad de indagación. Seguido de respuestas con características de argumentación tanto de contenido como de forma (54.02%). Hay poca réplica en las respuestas dadas por los estudiantes de postgrado. Sin embargo, aunque no se pidió en las instrucciones de los foros, se detectó que 23 de las 87 comunicaciones tiene un fuerte componente de reflexión, síntesis y análisis, es decir, 26.44%, en consecuencia, los foros virtuales promueven el pensamiento crítico, ya que este está compuesto por características de reflexión, análisis, contraste, de argumentación. Lo anterior va muy en línea con lo indicado por Christopher *et al.*,(Christopher, Thomas y Tallent-Runnels 2004) que demuestra que los foros virtuales o discursos en línea generan altos niveles de pensamiento en los participantes.

En ambos cursos Estadística I (Berbey-Alvarez 2020) y Confiabilidad de los sistemas mecánicos (Berbey-Alvarez 2021), se reafirma que las comunicaciones

de los estudiantes presentan un carácter formal, universitario, de corte profesional, en comparación otro tipo de herramientas de comunicación tipo chat (Laborda-Gil 2004). También en Dommet (Dommett 2019) se indicó que los estudiantes utilizan el foro virtual en el entorno de educación superior más que el Twitter, pero ellos consideran que ambas Twitter (informales) y foros virtuales (formal) son herramientas claves para el incremento del conocimiento, el aprendizaje y desarrollo de las habilidades clave.

5.1. Evaluación del desempeño de las comunicaciones del curso

La evaluación estudiantil global del desempeño docente para ambas asignaturas fue de 8.88/10.00 (Universidad Tecnológica de Panamá 2021b) para la asignatura de Estadística I y de 9.63/10.00 (Universidad Tecnológica de Panamá 2021a) para la asignatura de Confiabilidad de los sistemas mecánicos. La categoría del desempeño de la docente corresponde a satisfactorio para la asignatura Estadística I y sobresaliente para la asignatura Confiabilidad de los sistemas mecánicos. La encuesta final de evaluación del desempeño docente y del curso por parte de los estudiantes evidencia muy buenos resultados en preguntas clave sobre los procesos de comunicación para ambas asignaturas (ver tabla 7).

Tabla 7. Resultado de la encuesta de evaluación de desempeño de la docente para el área de comunicaciones

Preguntas	8443	9117
6. Utilice adecuadamente las Tecnológicas de la información y comunicación	9.14	9.63
7. Enriquece las clases con otros recursos didácticos	8.76	9.50
10. Valora las actividades que se desarrollan dentro o fuera de las clases	9.14	9.63
13. Proporciona reforzamiento y retroalimentación en las actividades de aprendizaje	8.76	9.63

Fuente: (Universidad Tecnológica de Panamá 2021a, 2021b)

6. Conclusión y líneas futuras

La planificación de los foros virtuales permite que las respuestas sean de mayor precisión, calidad y reflexión en el entorno de los estudiantes de educación superior. Hace posible que las interacciones discursivas de los estudiantes universitarios en el foro estén más enfocadas en los tópicos de los temas

de la asignatura. Los resultados de esta investigación muestran altos porcentajes de indagación, argumentación y reflexión en las comunicaciones de los estudiantes en los foros de discusión de las asignaturas de Estadística I y Confiabilidad de los sistemas mecánicos. En el caso de los foros de la asignatura de Estadísticas I, estos mostraron una mayor número de réplicas a las comunicaciones de los compañeros en comparación con los foros de la asignatura Confiabilidad de los sistemas mecánicos. Como líneas futuras de investigación se quiere extender la investigación a un mayor número de asignaturas donde participen más docentes. También realizar investigaciones comparativas con otras herramientas de comunicación tecnológica.

7. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a la Universidad Tecnológica de Panamá por el apoyo brindado en la elaboración de este artículo de investigación, en especial a DIGITED por ser los creadores y soporte técnico de estas plataformas institucionales para el aprendizaje virtual en línea.

8. Referencias

- AL-HUSBAN, NAIMA. 2020. "Critical Thinking Skills in Asynchronous. Discussion Forums: A Case Study." *International Journal of Technology in education* 3(2): 82–91. <https://www.ijte.net/index.php/ijte/article/view/22>
- ALZHRANI, MAJED. 2017. "The Effect of Using on Line Discussion Forums on Students' s Learning." *The Turkish online journal of educational technology* 16(1): 164–76. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1124930>
- BENÍTEZ-LIMA, MARÍA, BARAJAS-VILLARRUEL, JUAN y NOYOLA-RIVERA, RICARDO. 2016. "La Utilidad Del Foro Virtual Para El Aprendizaje Colaborativo, Desde La Opinión de Los Estudiantes." *Campus virtuales* 5(2): 122–33. <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/ijisebc/article/viewFile/109/97>
- BERBEY-ALVAREZ, ARANZAZU. 2020. *Estadística I. Guía Didáctica*. 1st ed. ed. Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá, República de Panamá.: Universidad Tecnológica de Panamá.
- BERBEY-ALVAREZ, ARANZAZU. 2021. *Programa Analítico de La Asignatura Confiabilidad de Los Sistemas Mecánicos. Código 9117*. 1st ed. ed. UTP. Panamá, República de Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá. Facultad de Ingeniería Mecánica.

- BERBEY-ÁLVAREZ, ARANZAZU y CABALLERO-GEORGE, RONY. 2020. "Whatsapp y Foros: Análisis Estadístico de Las Comunicaciones Por Sexo Para Un Curso de Ingeniería En Tiempo de Covid-19." In *Innoeducatic 2020*, ed. Universidad de las Palmas de la Gran Canaria. Las Palmas de la Gran Canaria, España: Universidad de las Palmas de la Gran Canaria., 207–14.
https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/76530/2/Whatsapp_y_foros.pdf
- CHRISTOPHER, MARY, THOMAS, JULIE y TALLENT-RUNNELS, MARY. 2004. "Raising the Bar: Encouraging High Level Thinking in Online Discussion Forums." *Roeper Review* 26(3): 166–71.
<https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1267&context=teachlearnfacpub>
- CLUNIE, GISELA. 2021. "Guía de Oro Para Una Experiencia Virtual Exitosa. El Docente/Tutor Virtual." : 1–8. <https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/11490>
- CLUNIE, GISELA. 2020. "Guía de Oro Para Una Experiencia Virtual Exitosa. El Estudiante Virtual." : 1–6. <https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/11491>
- DEPEDRO-PUENTE, XIA. 2007. "New Method Using Wikis and Forums to Evaluate Invididual Contributions in Cooperative Work While Promoting Experiential Learning: Results from Preliminarhy Experience." In *WikiSym '07: Proceedings of the 2007 International Symposium on Wikis*, ed. ACM. Barcelona, España: Universidad of Barcelona, 87–92.
<https://dl.acm.org/doi/10.1145/1296951.1296961>
- DÍAZ-QUINTERO, MARÍA DE JESÚS. 2020a. "Manual de Configuración de La Libreta de Calificaciones En La Plataforma Moodle." : 23.
<https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/10305>
- DÍAZ-QUINTERO, MARÍA DE JESÚS. 2020b. "Tutorial Para Crear, Editar y Calificar Un Actividad Tipo Tarea En Un Curso En La Plataforma Moodle-V3." : 60.
<https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/10317>
- DÍAZ-QUINTERO, MARÍA DE JESÚS. 2021. "Manual de Configuración, Manejo y Exportación de La Libreta de Calificaciones Eun Curso En La Plataforma Moodle." : 27.
<https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/12196>
- DÍAZ-QUINTERO, MARÍA DE JESÚS y GONZÁLEZ, MARUQUEL. 2020. "Crear, Editor y Calificar Una Actividad Tipo "cuestionario" En Un Curso En La Plataforma Moodle (Version 3.X)." : 96. <https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/11454>
- DIGITED. 2021a. "Plataforma Campus Virtual UTP."
<https://campusvirtual.utp.ac.pa/moodle/login/index.php> (July 17, 2021).
- DIGITED. 2021b. "Preguntas Frecuentes Sobre La Plataforma Virtual Moodle." *AYUDA Digitada*. https://ecampus.utp.ac.pa/ayuda_FAQs/ (July 7, 2021).

- DOMÍNGUEZ-FIGAREDO, DANIEL y ALONSO-DÍAZ, LAURA. 2004. "Metodología Para El Análisis Didáctico de Foros Virtuales." : 7.
<http://www.lmi.ub.es/edutec2004/pdf/182.pdf>
- DOMMETT, ELEANOR. 2019. "Understanding Student Use of Twitter and Online Forums in Higher Education." *Education and Information Technologies* 24(1): 325–43. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-018-9776-5>
- EZEIZA, ANTONIO y PALACIOS, SANTIAGO. 2009. "Evaluación de La Competencia Comunicativa y Social En Foros Virtuales." *RELIEVE* 15(2): 1–15.
<https://ojs.uv.es/index.php/RELIEVE/article/download/4159/3775>
- FABBRI, MANUELA. 2018. "Forums as a Tool for Negotiating Knowledge in Higher Education." *Research on Education and Media* 10(1): 9–19.
<https://cris.unibo.it/handle/11585/681555>
- FEDOROV, ANDREI. 2008. "Foro Virtual Como Una Estrategia Metodológica Para El Desarrollo Del Pensamiento Crítico En La Universidad." *Revista de Sistemas, Cibernética e Informática* 4(2): 54–59.
<https://www.redalyc.org/pdf/1794/179420843006.pdf>
- FELIZ-MURIAS, TIBERIO y RICOY-LORENZO, MARÍA DEL CARMEN. 2008. "El Desafío Tecnológico En El Proceso de Aprendizaje Universitario. Los Foros Formativos." *RELATEC-Revista Latinoamericana de Tecnología educativa* 7(1): 170–83.
https://redib.org/Record/oai_articulo698813-el-desafío-tecnológico-en-el-proceso-de-aprendizaje-universitario-los-foros-formativos
- GARCÍA-CABRERO, BENILDE y PINEDA-ORTEGA, VANIA. 2010. "La Construcción de Conocimiento En Foros Virtuales de Discusión Entre Pares." *Revista Mexicana de Investigación Temática* 15(44): 85–111.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662010000100006
- GARCÍA, BERTA ELENA. 2017. "La Interacción Colaborativa En Los Foros Virtuales de Un Curso de Posgrado de La Universidad Nacional de San Luis." : 153.
<http://fchportaldigital.unsl.edu.ar/index.php/TESIS/article/download/85/49>
- GARIBAY, MARÍA TERESA, CONCARI, SONIA BEATRIZ y QUINTERO-ORDOÑEZ, BELÉN. 2013. "Desarrollo Del Aprendizaje Colaborativo Empleando Tareas Mediadas Por Foros Virtuales." *Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento* 13(2): 273–300. https://redib.org/Record/oai_articulo2838986-desarrollo-del-aprendizaje-colaborativo-empleando-tareas-mediadas-por-foros-virtuales
- GHOSH, Arpita y KLEINBERG, JON. 2013. "Incentivizing Participation in Online Forums for Education." In *Proceedings of the ACM Conference on Electronic*

- Commerce, ed. ACM. Filadelfia, USA: ACM, 525–42.
<https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/ec13-edu-forums.pdf>
- GONZÁLEZ-QUINTERO, MARUQUEL y DÍAZ-QUINTERO, MARÍA DE JESÚS. 2020. “Tutorial Para Crear Equipos En Microsoft Teams y Enlazarlos En Un Curso Con La Plataforma Moodle.” : 17. <https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/10318>
- GONZÁLEZ, MARUQUEL y DÍAZ-QUINTERO, MARÍA DE JESÚS. 2020a. “Tutorial Sobre Crear Equipos En Microsoft Teams y Enlazarlos En Un Curso Con La Plataforma Moodle.” : 17. <https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/10318>
- GONZÁLEZ, MARUQUEL y DÍAZ-QUINTERO, MARÍA DE JESÚS. 2020b. “Tutorial Sobre Crear Un Canal de YouTube, Subir Un Video y Su Enlace.” : 30.
<https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/11496>
- GORSKY, PAUL *et al.* 2010. “The Relationship between Academic Discipline and Dialogic Behavior in Open University Course Forums.” *International Review of Research in Open and Distance Learning* 11(2): 49–72.
<http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/820>
- GROS-SALVAT, BEGOÑA y ADRIÁN, MARIELLA. 2009. “Estudio Sobre El Uso de Los Foros Virtuales Para Favorecer Las Actividades Colaborativas En La Enseñanza Superior.” *Revista electrónica- Teoría de la Educación, Educación y Cultura en la Sociedad de la información* 5(1): 10.
<https://revistas.usal.es/index.php/eks/article/view/14357>
- KADAGIDZE, LAMARA. 2014. “The Role of Forums in Online Instruction.” *European scientific journal* 10(10): 256–63.
<https://eujournal.org/index.php/esj/article/download/4777/4582>
- Kent, MIKE. 2016. “Adding to the Mix: Students Use of Facebook Groups and Blackboard Discusiob Forums in Higher Education.” *Knowledge management 6 E-Learning* 8(3): 444–63.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Adding-to-the-mix%3A-Students-use-of-Facebook-groups-Kent/b6b0cc3cb624bd5706b4fa4755af28290705d966>
- LABORDA-GIL, XAVIER. 2004. “Foros Virtuales, Ética Lingüística y Aspectos Legales.” *Revista de Educación a Distanica* 12: 29.
<https://revistas.um.es/red/article/view/25271>
- LÓPEZ-CEPEDA, IVONNE y ROSERO-PALACIOS, TATIANA. 2012. “Los Foros Como Estrategia de Aprendizaje Colaborativo Los Posgrado Virtuales.” *Universitas. Revista de ciencias sociales y humanas* 16(Enero-Junio): 145–69.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5968491>
- MALLO, ADRIANA, DOMÍNGUEZ, MARÍA BELEN y LAUTENTI, LAURA LUCÍA. 2011. “Uso de Foros En La Educación Virtual: Su Impacto En El Proceso Educativo.” Re-

- vista de Investigación Educativa de la Escuela de Graduados en Educación* 2(3): 29–35. https://redib.org/Record/oi_articulo594914-uso-de-foros-en-la-educación-virtual-su-impacto-en-el-proceso-educativo
- MAZURO, CATH y RAO, NAMRATA. 2011. "Online Discussion Forums in Higher Education Is Lurking Working?" *International journal of cross-disciplinary subjects in education (IJCDSE)* 2(2): 364–71. <https://infonomics-society.org/wp-content/uploads/ijcdse/published-papers/volume-2-2011/Online-Discussion-Forums-in-Higher-Education-Is-Lurking-Working.pdf>
- Mc DONALD, JACQUELIN. 2007. "The Role of Online Discussion Forums in Supporting Learning in Higher Education." : 228. <https://eprints.usq.edu.au/3588/>
- MORA-VICARIOLI, FRANCISCO. 2011. "Foros Virtual: Aspectos Por Considerar." *Revista Calidad en la Educación Superior* 2(2): 1–16. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/revistacalidad/article/view/421>
- NANDI, DIP, CHANG, SHANTON y BALBO, SANDRINE. 2009. "A Conceptual Framework for Assessing Interaction Quality in Online Discussion Forums." In *Proceedings Ascilite Auckland 2009*, Auckland, New Zealand, 665–73. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-conceptual-framework-for-assessing-interaction-in-Nandi-Chang/117a865f57fe981512f506acdfalbec9dc94fa17>
- NANDI, DIP, HAMINTON, MARGARET, HARLAND, JAMES y WARBURTON, GEOFF. 2011. "How Active Are Students in Online Discussion Forums?" ed. RMIT University. *ACE '11: Proceedings of the Thirteenth Australasian Computing Education Conference* 114: 125–34. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/2459936.2459952>
- OJHA, LAXMI-PRASAD y ACHARYA, RESHAM. 2021. "The Potential of Blogs as Discussion Forums for Developing Collaborative Writing Skills in Higher Education." In *Innovative Technologies and Pedagogical Shifts in Nepalese Higher Education*, Koninklijke Brill nv, Leiden: Brill, 86–103. <https://brill.com/view/book/9789004448865/BP000008.xml>
- PÉREZ, R et al. 2004. "Foro Virtual: Sus Límites y Posibilidad En El Proceso de Enseñanza-Aprendizaje." : 1–8. <http://www.lmi.ub.es/edutec2004/pdf/182.pdf>
- QUINTERO, ERIKA. 2020a. "Manual de Creación de Bloc de Notas de Clases." : 35. <https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/10308>
- QUINTERO, ERIKA. 2020b. "Manual de Creación de Bloc de Notas de Clases." : 35. <https://ridda2.utp.ac.pa/bitstream/handle/123456789/10308/Bloc-Notas-de-Clases.pdf>
- SAAVEDRA, DALYS. 2020a. "Creación de Cuestionarios Con Microsoft Forms." : 66. <https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/10302> (August 21, 2020).
- SAAVEDRA, DALYS. 2020b. "Manual de Manejo de Videos Con Microsoft Stream." : 41.

- SAAVEDRA, DALYS. 2020c. "Manual de Uso de Microsoft Onedrive ©." : 37.
<https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/10301>
- SAAVEDRA, DALYS. 2020. "Manual de Uso de Microsoft OneDrive." : 37.
<https://ridda2.utp.ac.pa/bitstream/handle/123456789/10301/UsodeOneDrive.pdf>
- SAAVEDRA, DALYS. 2020. "Manual de Creación de Cuestionarios Con Microsoft Forms." : 66. <https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/10302>
- SAAVEDRA, DALYS y QUINTERO, ERIKA. 2020. "Manual de Uso de Microsoft Whiteboard y Su Enlace a Un Curso En Moodle." : 55.
<https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/11453>
- SANCHÉZ, MARLINA y ESCOBAR, ANAYANSI. 2020a. "Manual de Uso de Microsoft Yammer y Su Enlace a Un Curso de Moodle." : 42.
<https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/11492>
- SANCHÉZ, MARLINA y ESCOBAR, ANAYANSI. 2020b. "Manual de Uso de Microsoft Yammer y Su Enlace a Un Curso En Moodle." : 42.
<https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/11492>
- SANCHÉZ, MARLINA, ESCOBAR, ANAYANSI y SAAVEDRA, DALYS. 2020a. "Manual de Planificación y Seguimiento de Tareas Con Microsoft Planner." : 43.
<https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/10306>
- SANCHÉZ, MARLINA, ESCOBAR, ANAYANSI y SAAVEDRA, DALYS. 2020b. "Manual de Planificación y Seguimiento de Tareas Con Microsoft Planner." : 43.
<https://ridda2.utp.ac.pa/bitstream/handle/123456789/10306/SeguimientoTareas-con-MPlanner.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- TAGUA DE PEPA, MARCELA. 2006. "La Utilización de Foros Virtuales En La Universidad Como Metodología de Aprendizaje Colaborativo." *Revista Cognición* 8(Noviembre-Diciembre): 59-74.
https://www.researchgate.net/publication/228626064_La_Utilizacion_de_Foros_Virtuales_en_la_Universidad_como_Metodologia_de_Aprendizaje_Colaborativo
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2016a. "Plan de Estudios. Licenciatura En Ingeniería Industrial." : 2.
<https://fii.utp.ac.pa/documentos/2016/pdf/utp-industrial-ingenieria-industrial-2016.pdf>
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2016b. "Plan de Estudios de La Carrera de Licenciatura En Ingeniería Mecánica Industrial." : 3.
<https://fii.utp.ac.pa/sites/fii.utp.ac.pa/files/documentos/2020/pdf/utp-industrial-mecanica-industrial-2016.pdf>

- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020. “¿Cómo Matricular a Sus Estudiantes En Su Curso?” : 11.
https://utp.ac.pa/plataformas_virtuales/como_matricular_a_sus_estudiantes_en_su_curso.pdf
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2021a. “Malla_curricular de La Carrera de Licenciatura En Ingeniería Mecánica Industrial.” : 1.
https://fii.utp.ac.pa/sites/fii.utp.ac.pa/files/documentos/2020/pdf/utp-industrial-malla_curricular-mecanica_industrial.pdf
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2021b. “Plataforma E-Campus.” *DIGITED*.
<https://ecampus.utp.ac.pa/moodle/login/index.php> (June 26, 2021).
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2006a. “Descripción de Curso de La Carrera de Maestría En Ingeniería de Planta/Maestría En Mantenimiento de Planta.” : 18.
<https://fim.utp.ac.pa/sites/fim.utp.ac.pa/files/documentos/2017/pdf/utp-mecanica-dc-maestria-planta-2006.pdf>
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2006b. “Plan de Estudios. Maestría En Mantenimiento de Planta.” : 4.
<https://fim.utp.ac.pa/sites/fim.utp.ac.pa/files/documentos/2017/pdf/utp-mecanica-maestria-mantenimiento-planta-2006.pdf>
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2016a. “Descripción de Curso de La Carrera de Ingeniería Forestal.” : 29.
<https://fct.utp.ac.pa/sites/fct.utp.ac.pa/files/documentos/2019/pdf/utp-cyt-dc-ingenieria-forestal-m2019.pdf>
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2016b. “Descripción de Curso de La Carrera de Ingeniería Industrial.”
<https://fii.utp.ac.pa/sites/fii.utp.ac.pa/files/documentos/2018/pdf/utp-industrial-dc-ingenieria-industrial-2016-m.pdf>
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2016c. “Descripción de Curso de La Carrera de Licenciatura En Ingeniería Logística y Cadena de Suministro.” : 27.
https://fii.utp.ac.pa/documentos/2016/pdf/utp-industrial-dc-logistica-multi-modal-2016_0.pdf
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2016d. “Descripción de Los Cursos de La Carrera de Licenciatura En Ingeniería Mecánica Industrial.” : 21.
<https://fii.utp.ac.pa/sites/fii.utp.ac.pa/files/documentos/2020/pdf/utp-industrial-dc-mecanica-industrial-2016-2.pdf>
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2016e. “Plan de Estudios. Licenciatura En Ingeniería Logística y Cadena de Suministro.” : 3.

<https://fii.utp.ac.pa/documentos/2016/pdf/utp-industrial-logistica-cadena-suministro-2016.pdf>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2016f. "Plan de Estudios. Licenciatura En Recursos Humanos y Gestión de La Productividad." : 2.

<https://fii.utp.ac.pa/documentos/2016/pdf/utp-industrial-recursos-humanos-2016.pdf>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2019. "Planes de Estudio. Licenciatura En Ingeniería Forestal." : 3.

<https://fct.utp.ac.pa/sites/fct.utp.ac.pa/files/documentos/2019/pdf/utp-cytdc-forestal-m2019.pdf>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020a. "Circular VIPE- 017-2020. Suspensión de La Jornada de Iniciación Científica 2020 Hasta Nuevo Aviso. Del 2 de Abril Del 2020." <https://twitter.com/utppanama/status/1245882712411570178>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020b. "Circular VIPE-019-2020.Propuestas Preseleccionadas Convocatoria Covid 19 de La SENACYT." *Lista de mensajes institucionales.*

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020c. "Comunicado N° 13. Programa de Ayuda a Estudiantes." *twitter utp*: 1. https://m.facebook.com/paginautp/photos/a.132551413438996/3344590395568399/?type=3&locale2=pt_BR (December 9, 2021).

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020d. "Comunicado N°11. Invitación a Voluntarios Del Programa Panamá Solidario. Del 13 de Abril Del 2020." *Twitter utp*. <https://twitter.com/utpdsepostgrado> (December 9, 2021).

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020e. "Comunicado N°12. Acuerdos Del Consejo General Universitario Orientados a Estudiantes de La UTP." *Facebook utp*: 1. <https://www.facebook.com/paginautp/posts/acuerdos-del-consejo-general-universitario-orientado-a-los-estudiantes-de-la-utp/3340611109299661/> (December 9, 2021).

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020f. "Comunicado N°3." *Twitter utp*: 1. <https://twitter.com/utpveraguas/status/1238632436256460801?lang=bn> (December 9, 2021).

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020g. "Comunicado N°4. Lineamientos Para El Uso de Las Plataformas de Educación Virtual. Del 23 de Marzo Del 2020." *Sala de Prensa*. <https://utp.ac.pa/lineamientos-para-el-uso-de-las-plataformas-de-educacion-virtual> (December 9, 2021).

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020h. "Comunicado N°6 Período de Retiro e Inclusión. Del 26 de Abril Del 2020."

<https://twitter.com/utppanama/status/1243580279534637056?lang=da> (December 9, 2021).

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020i. "Comunicado N°7. Al Estamento de Docentes de La Universidad Tecnológica de Panamá. Del 26 de Abril Del 2020." <https://twitter.com/utppanama/status/1244047933768699908> (December 9, 2021).

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020j. "Comunicado No. 2 de La UTP." *Sala de Prensa*: 1. <https://utp.ac.pa/comunicado-no-2-de-la-utp> (December 9, 2021).

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020k. "Comunicado No. 8. Estudiantes Con Dificultad de Equipamientos y/o Conectividad a Internet." <https://twitter.com/utppanama/status/1244083349716688897>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020l. "Consejo Administrativo. Resolución N° CADM-R-01-2020. Por Medio de La Cual Se Establecen Acciones Temporales Para Atender La Situación Actual Debido a La Pandemia Declarada Por La Organización Mundial de La Salud (OMS). Sesión N° 01-2020. Del 17 de Abril." <https://utp.ac.pa/documentos/2020/pdf/utp-res-cadm-r-01-2020.pdf>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020m. "Guía de Teams Para Estudiantes." *Plataformas virtuales*. <https://utp.ac.pa/guia-de-teams-para-estudiantes> (August 21, 2020).

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020n. "Guías de Plataformas Moodle." *Plataformas virtuales*. <http://www.utp.ac.pa/guias-de-plataformas-moodle> (August 21, 2020).

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020o. "Lineamientos Para El uso de Las Plataformas de Educación Virtual." : 2. http://www.utp.ac.pa/plataformas_virtuales/Comunicado No.4.pdf

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020p. "Memorandum RUTP-M-48-002/2020. Acciones Para Prevenir Contagio de Coronavirus-Covid 19/Programa de Salud. Del 12 de Marzo Del 2020."

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020q. "Preguntas Frecuentes." *FAQ*.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020r. "RUTP-C-48-2020. Pago de Matrícula Del Primer Semestre. 31 de Marzo Del 2020."

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2020s. "VIAD-C-01-2020. Del 16 de Marzo Del 2020." *Vicerrectoría Administrativa. twiter utp*. <https://twitter.com/utpd-sepostgrado/status/1240751065194205188>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2021a. "Evaluación Del Desempeño Docente. ABA. Cod Asig 9117." : 2.

- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2021b. "Evaluación Del Desempeño Docente. Resultado Individual Por Profesor. ABA. Código Asig. 8443." : 3.
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2021c. "Grupo de Confiabilidad de Los Sistemas Mecánicos. Código 9117."
[https://matricula.utp.ac.pa/Session/Cuenta/Validar/eacTRV3ED0OdKTStffSGC3BC5DGOUOGGJ9X5\\$5gmCCTIOXam](https://matricula.utp.ac.pa/Session/Cuenta/Validar/eacTRV3ED0OdKTStffSGC3BC5DGOUOGGJ9X5$5gmCCTIOXam)
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. 2021d. "Jornada de Iniciación Científica." *Página web institucional*. <http://cicytch.utp.ac.pa/welcome> (July 17, 2021).
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. "Malla Curricular de La Carrera de Licenciatura En Ingeniería Industrial." : 1.
<https://fii.utp.ac.pa/sites/fii.utp.ac.pa/files/documentos/2018/pdf/utp-malla-curricular-ingenieria-industrial.pdf>
- XIA, JIANHONG, FIELDER, JOHN y SIRAGUSA, LOU. 2013. "Achieving Better Peer Interaction in Online Discussion Forums: A Reflective Practitioner Case Study." *Issues in Educational research* 23(1): 97–113.
<https://eric.ed.gov/?id=EJ1005669>
- YANG, YA-TING, NEWBY, TIMOTHY y BILL, ROBERT. 2005. "Using Socratic Questioning to Promote Critical Thinking Skills through Asynchronous Discussion Forums in Distance Learning Environments." *The american journal of distance education* 19(3): 163–81.
https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15389286ajde1903_4

Medidas de evaluación telepresencial en la realización de un examen de prácticas

6

Daniel Bondyale-Juez, Vanesa Romero-Kutzner,
M^ª Ascensión Viera-Rodríguez, May Gómez

Marine Ecophysiology Group (EOMAR);
IU-ECOQUA, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria 35017, Spain
daniel.bondyale@ulpgc.es; vanesa.romero.kutzner@gmail.com;
maria.viera@ulpgc.es; may.gomez@ulpgc.es

Resumen:

Los exámenes de prácticas de la asignatura de Biodiversidad Marina (Grado en Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria) han sido siempre presenciales. En dicha prueba los examinandos deben identificar organismos estudiados durante las sesiones prácticas de la asignatura. La situación de pandemia vivida en 2020 dificultó la posibilidad de realizar esta prueba de forma presencial de forma segura según lo que se conocía en el momento. Por ello, se recurrió a la realización de la prueba de identificación *online* usando imágenes digitales. Las circunstancias fueron aprovechadas para realizar un seguimiento de la situación, realizando junto a esto comparaciones con años anteriores y encuestas a los estudiantes experimentados en la evaluación presencial y *online*. Los resultados han mostrado una bajada en el desempeño en comparación con otras evaluaciones. La realización de la prueba *online* ha permitido cuantificar el tiempo de dedicación por pregunta, y evidencia una gestión del tiempo no recomendada durante la prueba relacionada con peores resultados. Las opiniones recogidas por las encuestas muestran resultados variados sobre la experiencia, manifestando dificultades con el tiempo. Las limitaciones y oportunidades analizadas en esta prueba telepresencial permitirán mejorar su futura implementación y apoyo para la asignatura.

Palabras clave:

Cuestionario *online*, taxonomía, zoología, botánica, evaluación telepresencial, examen de prácticas.

1. Introducción

La situación de pandemia mundial ocasionada por el virus SARS-CoV-2 durante el segundo semestre del curso académico 2019/2020, tuvo como consecuencia el cierre de los centros educativos. Ante esta situación se optó por el desarrollo de la actividad docente por vía *online* afectando también a las evaluaciones (Díez-Gutiérrez & Gajardo-Espinoza 2020; García-Peñalvo et al. 2020). En este trabajo se realiza un estudio mixto descriptivo (Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres 2018) sobre el desempeño de los estudiantes en la evaluación empleando los recursos TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) y recogiendo también observaciones y opiniones de docentes y alumnos.

La asignatura Biodiversidad Marina se imparte en el 1er semestre de 2º curso del Grado en Ciencias del Mar (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria). La asignatura cuenta con 60 horas presenciales (28 horas de clases magistrales y 26 horas de prácticas de laboratorio y campo). Ésta se separa en dos bloques temáticos, Botánica y Zoología donde el alumnado adquiere conocimientos sobre la clasificación, evolución, anatomía, fisiología y ecología de cada grupo de organismos, conocimientos que serán ampliados en el resto de asignaturas de la carrera de la rama de Biología (Cagle 1955; Randler 2008; Viera-Rodríguez & Gómez 2016). Las clases de prácticas incluyen 12 sesiones de 2 horas de laboratorio y una salida de costa al medio intermareal. Durante las prácticas de laboratorio, el estudiante trabaja con muestras conservadas, realiza disecciones y agudiza su capacidad de observación, además se familiariza con los procesos de identificación taxonómica en aquellos grupos de organismos que son expuestos durante las sesiones de teoría. Durante las prácticas se trabajan los objetivos y las competencias de capacidad de análisis, capacidad de aprender y reconocer e implementar buenas prácticas científicas de medida y experimentación en laboratorio, que el alumno “adquiera una formación sólida en aspectos generales de la botánica y zoología [...]” y que el alumno “sea capaz de responder y desarrollar cuestiones relativas a los grupos de seres vivos que integran la biodiversidad marina”.

Para determinar los conocimientos adquiridos por los alumnos, la evaluación de la asignatura se divide en un examen de teoría y un examen de prácticas. El examen de teoría consiste en un cuestionario tradicional (tipo test), que debe ser superado, para poder realizar el examen de prácticas. En este, los estudiantes, deben identificar los taxones o partes anatómicas correspondientes a los organismos trabajados en prácticas para superar la prueba. Durante el examen de prácticas, el alumnado puede traer consigo el material que estime oportuno para apoyarse en sus tareas de identificación. Por lo general

se siguen las recomendaciones y descripciones de manuales de prácticas de la asignatura (Afonso Carrillo and Sansón 1999; Gómez Cabrera 2000) que sirve de apoyo para todas las sesiones prácticas. Siempre se recomienda al alumnado crear su propio material de apoyo durante las sesiones de prácticas, y que sea éste el que use durante la prueba. Estas guías-informes de prácticas personales pueden ser revisados durante las tutorías del curso. De este modo, las clases prácticas de la asignatura se evaluarían de forma indirecta con los informes y de forma directa con pruebas de ejecución de tareas reales y de observación.

Para esta evaluación se adoptaron medidas para el desarrollo de una prueba telepresencial con la mayor similitud al presencial buscando evitar al máximo un posible agravio comparativo con aquellas personas que se presentaron en la convocatoria ordinaria. Sin embargo, el examen de prácticas telepresencial, será inevitablemente diferente. Por un lado, la interacción del estudiante con la muestra a identificar está limitada y el manejo de instrumentación como microscopios o lupas está ausente. El alumnado de la asignatura ya tenían experiencia con el uso de la plataforma Moodle ya que se realizan cuestionarios de prueba con formato similar al examen de teoría como herramienta TAC (tecnologías para el aprendizaje y conocimiento) (Gómez & Viera-Rodríguez 2017). Para conocer la opinión de los alumnos (Barrado et al. 1999) que se presentaron a la convocatoria ordinaria y a la extraordinaria *online*, se optó por realizar un cuestionario. Con este se buscaba conocer el grado de satisfacción con la prueba *online*, la sugerencia de mejoras y evidenciar su opinión sobre la facilidad para la realización de trampas durante la prueba *online*.

2. Marco teórico

La asignatura de Biodiversidad marina está dentro del temario de biología del Grado en Ciencias del Mar (Gómez and Viera-Rodríguez 2015). Por lo general, biología es una ciencia que el alumnado disfruta con particular interés en la zoología y algo más de dificultad en la botánica (Prokop et al. 2007). La capacidad de identificación de seres vivos es una habilidad fundamental para el aprendizaje sobre la biodiversidad y la ecología (Randler 2008). En concreto desarrollan habilidades de observación y mejoran su capacidad para diferenciar entre organismos que les resultaban similares. Junto a esto aprenden en que características anatómica microscópicas y macroscópicas fijarse a la hora de identificar y clasificar organismos. Para ser capaz de identificar es necesario también tener la habilidad para comparar un organismo con una imagen si se recurre al uso de guías de identificación o a una observación muy detallada

si se emplean clave dicotómica (Randler 2008). En cualquier caso, parte de la formación del estudiante en este campo implica evaluar si adquiere dichas habilidades especialmente para un futuro con profesionales adecuados en taxonomía cada vez más necesarios y que deben acostumbrarse también en la identificación con imágenes si los organismos marinos se encuentran en lugares de difícil muestreo (Halme et al. 2015; Paknia et al. 2015). Por ello en la asignatura en cuestión en este trabajo, y en otras asignaturas similares de otras carreras (Arnaldos Sanabria et al. 2009; Rojo Velasco et al. 2011), se recurre a un examen de prácticas donde el estudiante debe enfrentarse a la tarea de identificación y para su superación deberá demostrar soltura y estar familiarizado con los principales grupos de organismos.

Las imágenes suelen ser secundarias en las prácticas de laboratorio (Randler 2008) y se emplean muestras conservadas durante la prueba de identificación. La situación de confinamiento y pandemia pone de manifiesto la necesidad de alternativas a los exámenes presenciales. El uso de muestras conservadas hace de este un examen de prácticas particularmente dependiente de la presencialidad. Es por ello que la utilización del campus virtual para hacer este examen sería un desafío, pero podría ser de utilidad para situaciones en las que la presencialidad fuese impracticable (García-Peñalvo et al. 2020). No se plantearon alternativas de otro tipo como la entrega de informes o trabajos porque se trataba de un examen de convocatoria extraordinaria donde habría una disparidad considerable entre la evaluación de los estudiantes de convocatoria ordinaria y los de extraordinaria. Un examen era necesario y bajo el interés de mantener la evaluación de la habilidad identificadora del alumnado se creó la prueba *online* que aquí se describirá (García-Peñalvo et al. 2020).

Además, con esto se ponía de manifiesto si el alumnado identificaba solo las muestras de la práctica o había logrado un aprendizaje real para la identificación de ese mismo organismo en el medio tal y como se busca también con la salida de campo.

Se empleó esta situación anómala de evaluación para comparar resultados y los datos almacenados de las pruebas *online* y así ver el efecto desempeño y gestión del tiempo detallados (Stowell & Bennett 2010). También se realizaron cuestionarios para evaluar la ansiedad y satisfacción de los estudiantes con la prueba para contar con retroalimentación con la que mejorar el proceso (Mitsoni 2006; Stowell & Bennett 2010) para que constituya una alternativa equiparable al examen presencial desde la experiencia del alumnado.

3. Propuesta metodológica

3.1. Examen de Prácticas Presencial

El examen presencial tiene lugar en el laboratorio donde se realizaron las sesiones prácticas. Se disponen con una separación considerable las muestras que se deben identificar en un orden concreto. Hay muestras donde, a simple vista, se puede ver el organismo completo, pero en algunas puede ser necesario el uso de microscopios (aumentos x40, x100, x200) o estereoscopios (x10, x20). También puede haber láminas para observación al microscopio en la que se identifica una parte concreta de la anatomía del individuo. Las muestras de mayor tamaño se acompañan de utensilios para su manipulación que pueden ayudar en la identificación. Esta manipulación es limitada de tal manera que el organismo no sea alterado y permanezca similar para el siguiente examinando. Para la identificación de partes anatómicas concretas se señalan o se colocan aparte. Garantizar que las estructuras a identificar permanezcan visibles y evitar que los organismos sean modificados en exceso durante la manipulación es tarea de los profesores presentes durante la prueba. No obstante, en la mayoría de ocasiones solo visualmente o con mínima interacción se pueden identificar muchos de los organismos si el estudiante está preparado.

Los examinandos tienen dos minutos, cronometrados, delante de cada muestra para responder a las preguntas acerca del organismo en cuestión. Cada alumno tiene consigo el folio donde debe responder y puede llevar material de apoyo para realizar la identificación. Tras los dos minutos debe pasar al siguiente organismo y otra persona examinada entraría a identificar al organismo con el que el primero estaba trabajando. Esta dinámica se continúa hasta que la última persona siendo examinada haya pasado por el último organismo. En total se trata de 12 muestras de las prácticas de zoología y 8 de las de botánica. El examen presencial tiene una duración total de 40 minutos aproximadamente. Durante la prueba el alumnado examinado se desplaza por el laboratorio de muestra en muestra hasta llegar a la última. Uno de los docentes está en el laboratorio durante la prueba vigilando el correcto desarrollo de la misma. Otro de los docentes se encuentra organizando la entrada y salida del alumnado del laboratorio, evitando la comunicación entre los que han realizado la prueba y los que quedan por entrar. Por tanto, la prueba no es exactamente síncrona y no se permite el uso de tecnologías ni durante la prueba ni durante la espera de la prueba.

3.2. Examen de Prácticas Online

El examen de prácticas *online* se creó a través del modelo de cuestionarios de Moodle. El personal docente de la asignatura creó bancos de preguntas separados en múltiples categorías. Las categorías superiores están separadas entre las prácticas de botánica y de zoología. Dentro de estas categorías se crearon, a su vez, subcategorías para cada phylum/división. En algunos casos puede haber múltiples subcategorías de un mismo phylum/división si las formas de vida de un grupo son muy diversas e interesa que el examinando identifique varios organismos de un mismo phylum/división concreto. También se hicieron subcategorías con mezcla de phyla/divisiones para introducir alguna pregunta variada en la prueba. Para la construcción de la prueba, el sistema elige una pregunta al azar de cada una de las subcategorías creadas estratégicamente para lograr que estén representadas todas las sesiones prácticas. A su vez las preguntas están ordenadas al azar para evitar delatar información sobre la clasificación taxonómica por el orden en el que sean preguntadas. Como la presencial, constaba de 12 preguntas de organismos de zoología y 8 de botánica.

Para asemejar ambos exámenes lo máximo posible, se mostró al estudiante diversas piezas de información. Por un lado, se etiquetó si el organismo pertenecía a las sesiones de zoología o botánica (Fig. 1). Esto cumple el propósito de asemejarse al procedimiento presencial donde se comienza con todas las muestras de zoología y luego con las de botánica. Cada pregunta contó también con una imagen digital del organismo en cuestión. La imagen digital era en ocasiones en el medio natural, en muchas ocasiones acompañado también de una imagen digital del organismo en formol o disecado, si se consideró que podría haber confusión. En estas imágenes en vivo se puede observar al organismo en el medio concreto que ocupa y facilita la observación de estructuras desplegadas, además de permitir apreciar el tamaño del organismo de una forma similar a la que se podría en vivo. De esta manera, se intentó compensar la falta de interacción con la muestra que durante el examen de prácticas presencial podría ayudar en la identificación. Además, se empleó una simbología para indicar el uso de estereoscopio o microscopio (Fig. 1) e imágenes recortadas de forma circular para simular la visualización a través de oculares con la escala o la magnificación. Durante el examen presencial el uso de estos dispositivos aporta información sobre la escala de tamaño del organismo o la parte anatómica en cuestión y por tanto sobre su taxonomía. Se usaron flechas de colores para señalar partes anatómicas que debían ser identificadas en las imágenes (Fig. 1).



Figura 1. Ejemplos de preguntas. Los rectángulos blancos son el espacio donde el examinando escribe su respuesta. A. Molusco bivalvo, muestra una disección y la utilización de flechas de colores para solicitar la identificación de estructuras. B. Cyanobacteria, ejemplifica la simbología y formato de la muestra de la colonia a escala normal y el individuo filamentosos al microscopio. Flechas para indicar la identificación de, en este caso, tipos celulares concretos. También se puede comprobar las diferencias entre las preguntas de zoología y de botánica con indicaciones en la parte superior y colores distintos.

El formato de las preguntas fue de respuesta corta rellenando un espacio en blanco (Fig. 1). Dentro de los formatos de pregunta de Moodle son las “Respuestas anidadas (Cloze)”. El código empleado para que aparezca el enunciado con espacio para rellenar fue el siguiente: “Enunciado: {1:SHORTANSWER: = respuesta correcta}”. Donde en “Enunciado” se pedía el taxón o parte anatómica a identificar y el texto correcto correspondiente en “respuesta correcta”. Se optó por no automatizar la corrección para no limitar la respuesta correcta exacta y tener flexibilidad a la hora de responder y durante la corrección.

Durante la prueba cada muestra a identificar aparece en una página distinta de forma secuencial sin poder retroceder a preguntas anteriores. En total los examinandos tienen 1min 30s por pregunta, un total de 30min (Estos 30 segundos menos por pregunta en comparación con la prueba presencial se justifican por la ausencia de cambio de puestos, movimiento de personas o material de apoyo durante la versión *online* y para evitar en lo posible que consultas con terceros). No está permitido, pero la versión digital de la prueba facilita la comunicación con terceros o la detección automática de imágenes. Se optó por un nivel de identificación medio de los examinados y la prueba se realizó de manera síncrona, basándonos en la nomenclatura de Garcia-Peñalvo *et al.* (2020).

3.3. Encuesta de satisfacción y opinión

La encuesta realizada a las personas que hicieron la prueba presencial en enero y, posteriormente, la prueba *online* en septiembre se realizó a través de Google Forms®. Ésta estuvo dividida en varias secciones de preguntas. Una sección se centró en preguntas relacionadas con la comparación entre la prueba presencial y la prueba telepresencial. Se busca conocer si la dinámica, dificultad, sensación de preparación, ansiedad y nervios eran semejantes. Otra sección estuvo centrada en los recursos que emplearon como apoyo durante la prueba presencial y durante la prueba *online*. La última sección se centró sobre la facilidad para hacer trampas durante ambas pruebas. A su vez, se quiso conocer la opinión de los estudiantes sobre la validez de la prueba para evaluar el conocimiento adquirido en las sesiones prácticas. Finalmente, se pedían sugerencias de mejora para la prueba. El formato seguido para este cuestionario está basado en las recomendaciones publicada en la literatura (Barrado et al. 1999). Las preguntas se redactan como afirmaciones y el estudiante encuestado contesta a la pregunta señalando su grado de acuerdo con la afirmación, en una escala de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo). Por último, cada pregunta presenta una caja de texto donde poder explicar los motivos de su respuesta lo cual consideramos permitió añadir matices a este tipo de preguntas en ocasiones restrictivas a la hora de ofrecer una opinión completa.

3.4. Análisis estadísticos

Se realizaron varios análisis estadísticos basados en el test de la chi-cuadrado para comprobar si los resultados obtenidos por el alumnado en la prueba *online* fueron significativamente diferentes a los de años anteriores. Para ello se comparó el número de aprobados y suspensos de esta convocatoria con anteriores. Analizando también dichos números separando entre cifras de convocatorias ordinarias y extraordinarias para verificar si el hecho de no ser presencial tenía un efecto mayor que ser una convocatoria extraordinaria. Para dichos análisis se empleó el software R (R Core Team 2017).

4. Resultados

La prueba fue realizada por 12 estudiantes que repetían tras haber suspendido la convocatoria ordinaria presencial en enero 2020 y 9 estudiantes que superaron la prueba extraordinaria de teoría y se presentaban al examen de

prácticas por primera vez. La tabla 1 resume los resultados de las convocatorias de este estudio (*Online Sep-20*) y las anteriores que fueron presenciales.

Tabla 1. Resumen de la participación y calificación de las pruebas presenciales y telepresenciales de la convocatoria ordinaria y extraordinaria del curso 2019-2020 y de la prueba ordinaria y extraordinaria presenciales del curso 2018-2019.

Tipo de Prueba		Presencial	Presencial	Presencial	<i>Online</i>
Fecha		Ene-19	Jul-19	Ene-20	Sep-20
Datos de participación y aprobado	Nº Participantes	28	15	35	21
	% Aprobados	75%	47%	63%	38%
	% Suspensos	25%	53%	37%	62%
Notas	Media General	7.55±2.26	5.82±2.52	6.95±2.55	4.5±2.81
	Media Aprobados	8.79±0.68	8.34±0.83	8.84±0.62	7.81±1.23

En general, los resultados en la prueba telepresencial fueron más pobres que en la convocatoria presencial. Sin embargo, al aplicar un análisis estadístico basado en el test de la chi-cuadrado se observó que al comparar las cifras de aprobados y suspensos en pruebas presenciales (Ene-19, Jul-19 y Ene-20) con las cifras de la prueba *online* (Sep-20) la diferencia estaba próxima pero no fue significativa (p -valor = 0.058). Al comparar las cifras de exámenes de convocatoria ordinaria (Ene-19 y Ene-20) y convocatoria extraordinaria (Jul-19 y Sep-20) si hubo una diferencia significativa (p -valor = 0.018). Al comparar solo entre las convocatorias extraordinarias no hubo diferencia significativa. Por tanto, que se trate de la convocatoria ordinaria, la más próxima al periodo cuando la asignatura fue impartida, o convocatoria extraordinaria, la menos próxima al periodo cuando la asignatura fue impartida, parece tener un impacto mayor que la presencialidad. No obstante, los resultados de la prueba telepresencial (Sep-20) siguen siendo de los peores resultados registrados y más pruebas telepresenciales hubiesen mejorado la comparación. Cabe remarcar que esta prueba telepresencial se trató de un examen 9 meses después de la convocatoria ordinaria. Además, para 9 de 21 participantes la prueba telepresencial era su primera vez enfrentándose al examen de prácticas. El porcentaje de suspensos fue más elevado que en las convocatorias presenciales. Las notas medias generales son difíciles de evaluar ya que fallos en preguntas básicas llevan al suspenso por lo que no necesariamente contemplan solo porcentaje de acierto. Las notas medias de los aprobados también fueron de media inferiores. No obstante, se dieron casos de notas superiores al 9 durante la prueba telepresencial. De los estudiantes que se examinaban por segunda vez de la prueba

un 58% aprobó y de los que se examinaron por primera vez solo 1 de 9 aprobó. Los valores presentes en la tabla 1 muestran que los resultados de las convocatorias extraordinarias (Jul-19, Sep-20) suelen ser peores que los de las convocatorias ordinarias (Ene-19, Ene-20). Por ello, parte de la razón para los resultados inferiores de la prueba *online* pueda estar relacionado con esta circunstancia junto con otros aspectos descritos anteriormente. Sin embargo, los resultados de la prueba *online* son incluso inferiores a la convocatoria extraordinaria presencial anterior.

Muchos examinandos no lograron finalizar la prueba. Por consiguiente, aumentaron su número de fallos y suspensos y bajaron la nota media. Por otro lado, ven algunos exámenes apresurados dejando numerosos apartados sin responder. Pese a contar con 30 minutos finalizaron en menos de 17 minutos en 2 casos. Los resultados se han visto influenciados por una mala gestión del tiempo de duración de la prueba.

5. Discusión

5.1. Análisis de la dedicación y otros aspectos de la prueba *online*

En la búsqueda de posibles explicaciones para los resultados inferiores se analizaron datos almacenados por el sistema sobre el comportamiento del examinando durante la prueba, aspecto solo posible en la prueba *online*. En concreto se confrontó el desempeño durante la prueba con los datos de tiempo de dedicación por pregunta de cada examinando. De media el examen se realizó en 26.5 ± 4.3 minutos; siendo 23.7 para pruebas aprobadas y 28.2 para pruebas suspensas (las suspensas incluyen pruebas incompletas que duraron los 30 minutos de examen). Solo 5 examinandos (23,8%) no completaron la prueba a tiempo. Consideramos que esto es indicativo de que la prueba era superable en tiempo y forma con una adecuada preparación. El tiempo de duración de la prueba y el recomendado por pregunta aparecen en las instrucciones de la prueba y fueron conocidas de antemano por el alumnado. Pese a ello ha habido tiempos de dedicación por pregunta anómalos. La figura 2 evidencia la dedicación media por pregunta separando a los examinandos que no completaron la prueba, a los suspensos que la completaron y a los aprobados por encima y debajo del 8. Se puede observar como la dedicación media al inicio de la prueba durante las cinco primeras preguntas es inadecuada para aquellos que suspendieron. No es hasta la pregunta 7 aproximadamente que las pruebas se ajustan mejor a los tiempos óptimos, aunque debiendo compensar el exceso previo. Se observa también que fueron más ágiles y constan-

tes en aquellas pruebas donde se obtuvo mejor calificación. La dedicación anómala de exámenes incompletos, que llegó en algunos casos a ser de 4, 8, 9 y 11 minutos en al menos una pregunta, tiene 3 posibles causas: no haber comprendido que la duración de la prueba era de 30 minutos, intentar algún tipo de consulta sobre el examen con terceros o no llevar el material preparado y requerir un tiempo excesivo para apoyarse en el material adicional.

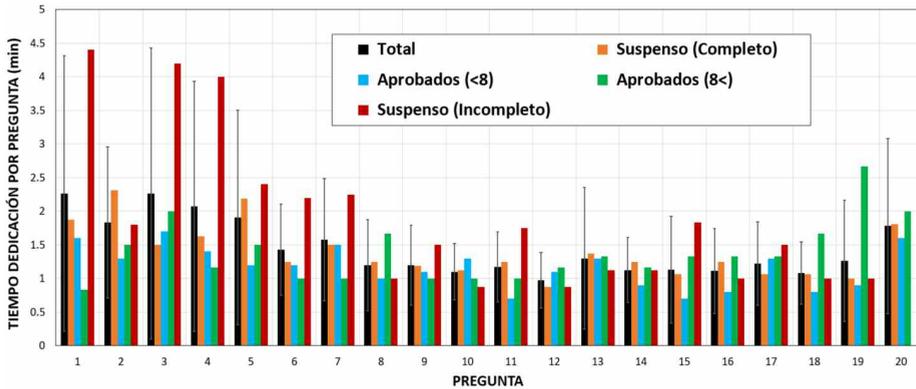


Figura 2. Tiempo de dedicación promedio por pregunta durante la prueba separado en los grupos de la leyenda. Las barras de error son la desviación estándar de la media total. Número de examinados (N) en cada categoría: N(total)=21, N (Susp. Comp.) =8, N (Apr. <8) =5, N (Apr. 8<) =3, N (Susp. Incomp.) =5 (no para todas las preguntas).

Determinados errores en dicha prueba son de una alta gravedad y llevan a que la prueba esté suspendida. Por ello ciertos errores durante la prueba merecen ser mencionados porque podrían estar relacionados con la realización *online* y tal vez requieran alguna medida paliativa. Uno de los examinandos cometió más de uno de estos errores, pero por sus respuestas se pudo observar que confundió un organismo estudiado en zoología por uno estudiado en botánica. Esto no es necesariamente excusable, pero es cierto que podría haber sido un error evitable durante la prueba presencial, aunque, todo sea dicho, es un error que se ha cometido en la prueba presencial. En cualquier caso, los indicadores que informan si se trata de un organismo estudiado en prácticas de botánica o zoología tal vez requieran ser reforzados o procurar habilitar algún sistema que permita proceder con preguntas mezcladas por secciones. Cabe añadir que otros examinandos con la misma imagen no cometieron dicho error. Por otro lado, un examinando mencionó tener proble-

mas con la conexión durante los últimos organismos lo cual en una prueba como esta puede ser fatal si va con el tiempo apurado. Esta problemática pone de manifiesto que tal vez la prueba *online* debería ser más flexible con el tiempo pese a no tener los desplazamientos de la presencial. También puede estar relacionado con la desigualdad en el acceso a la conexión como se ha evidenciado durante este periodo de gran dependencia de la misma para la formación y evaluación telepresencial (Díez-Gutierrez & Gajardo-Espinoza 2020; Pérez López et al. 2021). Por ello una prueba dependiente del tiempo y donde es necesario responder correctamente determinadas preguntas puede verse particularmente perjudicada por una mala conexión y puede contribuir a las gestiones anómalas de tiempo. No obstante, no fue la situación habitual y no se trató de los casos más desproporcionados de mala gestión de tiempo que no manifestaron ningún problema de conexión.

5.2. Valoración de la encuesta de opinión de los examinandos

Las encuestas buscaban ser otra fuente de información con la que poder evaluar los motivos detrás de los resultados inferiores de la prueba *online* sin embargo la participación no fue muy adecuada.

Solo 4 de 12 estudiantes que conocían ambas pruebas accedieron a contestar la encuesta. La baja participación se pudo deber parcialmente al descontento y a que la prueba fue de las últimas del año académico. Las 4 encuestas han abarcado muchas opiniones diferentes y consideramos que encapsulan de manera relativamente adecuada la opinión de los examinandos. La disparidad de opiniones se hace evidente en varios aspectos. La utilización de fotos de las muestras y la complementación con fotos en el medio ha generado descontento al no ser igual que la muestra presencial que permite mayor interacción. Sin embargo, una de las opiniones ha considerado que las fotos en el medio han podido servir de ayuda. La mayoría de encuestados han manifestado disgusto con la duración de la prueba argumentando que ha aumentado la dificultad y sus nervios. Sin embargo, también han constatado que esta duración dificulta las consultas a terceros y no contemplaron la suplantación como posibilidad *online*. Todas encuestas responden que durante la presencial es más difícil hacer trampas. Aunque fueron críticas, las encuestas mostraron satisfacción con el examen de prácticas y la mayoría lo consideró superable con preparación adecuada. Se planteó la posibilidad de que se evalúe cada práctica y no depositar la superación de la asignatura en el aprobado del examen donde consideran es arriesgado que equivocarse en preguntas clave no permita llegar al aprobado. Las respuestas sobre el material de apoyo

que el alumno crea que lo puede consultar más rápido que el impreso. Esto no es así especialmente cuando no reconoce el organismo y debe recorrer todo el material digital.

El tiempo ha tenido gran influencia en que los examinandos estuvieran más nerviosos o al menos así lo han manifestado en la encuesta. También temían por los problemas de conexión antes discutidos.

El efecto de los exámenes *online* sobre la ansiedad descrito en el trabajo de 2010 por Stowell y Bennet (Stowell & Bennett 2010) mostró unos resultados diferentes a los observados aquí. Dichos autores observaron estudiantes con ansiedad elevada en el presencial y con menos ansiedad *online* y viceversa. En este caso puede que las personas encuestadas se viesen afectadas negativamente por esto, pero contemplamos que en este caso puedan haber influido las circunstancias anormales de pandemia y falta de familiaridad con el sistema *online* que se iba a emplear. Por lo que la realización de simulacros con otros elementos que no sean los de la prueba podrían ayudar a mejorar la gestión del tiempo y a que los estudiantes se enfrenten a las dificultades de la prueba e incluso para evaluar la calidad de las conexiones en un escenario con menos consecuencias. Sin embargo, cabe añadir que los estudiantes fueron informados hasta 2 meses antes de las condiciones de la prueba. No hubo ninguna petición de cambio, comprobación de conexión o cuestionamiento de la dinámica de la prueba. Solamente una alumna acudió a una tutoría *online* para revisar su material de apoyo y asegurar algunas de las condiciones de la prueba. Dicha alumna tuvo un desempeño excelente en la prueba y parecía haber mostrado mucho interés en su agilidad para identificar y en familiarizarse su material.

5.3. Análisis de ventajas, limitaciones y oportunidades de ambas modalidades

Durante la creación de la prueba los docentes encargados de su realización y con experiencia en ambas modalidades valoraron las ventajas y limitaciones de cada uno de los formatos de evaluación (Tabla 2). Ninguna de estas limitaciones invalida las pruebas, pero ponen de manifiesto fortalezas y debilidades de cada una. Las pruebas *online* podrían servir de herramienta TAC para que los alumnos autoevalúen su capacidad de identificación. La introducción de recursos digitales durante el examen abre la puerta a emplear durante la prueba vídeos y complementar las sesiones prácticas con identificación de organismos y procesos captados en vídeo. Utilizar vídeos durante la prueba presencial es relativamente aparatoso, pero en la prueba *online* es posible y una

mayor inclusión de vídeos durante las sesiones prácticas y en cuestionarios autoevaluables puede resultar muy estimulante para los alumnos (Pfeiffer et al. 2008; Bondyale-Juez et al. 2018). Utilizar imágenes resta la dependencia de muestras almacenadas en perfecto estado que no siempre es posible por lo que el apoyo digital en el contexto de contar con muestras para identificar ofrece muchas ventajas, siendo la mayor limitación la escasa interacción con la muestra. Esta limitación se suple con una mayor interacción durante las sesiones prácticas en el laboratorio y la salida de costa. Estas salidas de costa son otra buena opción a incentivar para el desarrollo de conocimientos en biodiversidad en situaciones donde no se deben compartir espacios cerrados como las prácticas de laboratorio y como alternativa a la formación a través de pantallas (Guerra-García et al. 2012; Middlebrooks & Salewski 2021).

La mayoría de diferencias entre las pruebas están relacionadas con la organización y la supervisión de los examinandos. Por ello se buscó apoyar estas observaciones con las encuestas para poder verificar la sensación de los examinandos y el efecto a nivel de ansiedad de la realización *online* y presencial (Stowell & Bennett 2010) junto con su percepción de la realización de trampas donde no parecieron ni siquiera pensar en la posibilidad de suplantación solo de comunicación con terceros como algo difícil por la limitación temporal y exámenes personalizados. Estos riesgos son de particular importancia si las respuestas son cortas como fue el caso presentado (López et al. 2012).

Tabla 2. Recopilación de ventajas y limitaciones observadas durante la implementación de las pruebas.

	Ventajas	Limitaciones
PRESENCIAL	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mayor posibilidad de interacción con la muestra. ■ Se pone a prueba la habilidad con instrumentación como estereoscopios y microscopios. ■ Mayor facilidad para controlar la identidad de la persona examinanda. ■ Mayor facilidad para responder ante imprevistos. ■ Se puede evaluar el uso correcto de formato de nomenclatura taxonómica. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Los organismos están en el mismo orden y todas las pruebas son idénticas entre el alumnado. ■ Solo se emplean muestras de las preservadas en formol y almacenadas en la colección de prácticas. ■ Requiere de mecanismos de espera y control para los alumnos mientras esperan a examinarse. ■ Es aparatoso todo el desplazamiento de los examinandos cada dos minutos. ■ Requiere supervisión presencial durante la prueba.

Tabla 2 (continuación). Recopilación de ventajas y limitaciones observadas durante la implementación de las pruebas.

	Ventajas	Limitaciones
ONLINE	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ofrece la posibilidad de personalizar los exámenes con mayor mezcla en el orden de las preguntas. ■ Requiere menos organización de los participantes para acceder y ninguna para desplazarse durante la prueba. ■ Permite el uso de imágenes del organismo para identificar en la naturaleza e incluso la utilización de vídeos sin limitación de las muestras en el laboratorio. ■ Mayor inclusión de la prueba para personas con movilidad limitada. ■ El montaje de la prueba es más sencillo y rápido. ■ Permite el análisis de datos relacionados con la dinámica de la prueba. Ej.: Tiempo de respuesta. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se puede evitar el uso de herramientas digitales de comunicación con terceros. ■ No se puede asegurar que la persona examinada esté realizando la prueba o sea otra. (López <i>et al.</i> 2012) ■ Riesgos de caída de conexión o problemas informáticos y electrónicos de índole variada. ■ No se pone a prueba la utilización de instrumentación como estereoscopios o microscopios. ■ No se pone a prueba el uso correcto de formato de nomenclatura taxonómica. ■ Requiere un trabajo previo elevado para la creación de todo el banco de preguntas. Esta dificultad depende de las nociones de manejo de la plataforma de los docentes. ■ Las muestras se limitan a una imagen sin permitir interacción con ella para la obtención de información (Ej.: Tacto).

6. Conclusiones

La implementación de este tipo de examen ha sido un desafío, pero ante los obstáculos aparecen las oportunidades. El examen *online* ha permitido analizar la dinámica de realización de la prueba de una forma que presencialmente no se podría. Ciertos alumnos han estado cómodos con la dinámica alternativa a la presencial. No obstante, el número de suspensos ha sido más elevado que en otras convocatorias, aunque no se trata de una diferencia significativa en comparación con otras pruebas presenciales de convocatoria extraordinaria. Más pruebas telepresenciales en convocatorias ordinarias y extraordinarias permitirían una mejor comparación. Han quedado constatadas las dificultades de gestión del tiempo y su efecto sobre la realización de la prueba. Esto se atribuye en parte al enfoque con el que los estudiantes se han presentado a la prueba. En lugar de familiarizarse y tratar de identificar a los organismos de manera ágil, dependen de manera excesiva de buscar en el manual la imagen correspondiente. Se encuentran por ello con que se trata de una forma ineficaz de completar la prueba. En su lugar deberían familiarizarse con el contenido impartido durante las prácticas. Esto se muestra en los tiempos excesivos por pregunta; si es que no estaban recurriendo a consultas a terceros. La mayoría pudo completar el examen, pero muchos de forma apre-

surada. Para mejorar la gestión del tiempo y garantizar el tiempo por pregunta sería útil implementar en la plataforma Moodle un cuestionario temporizado por pregunta o algún indicador del tiempo restante. Habría que estudiar el efecto de esto sobre los nervios y el desempeño. Otra solución ante estas dificultades manifestadas por los alumnos sería simular el examen con formato similar previo a la prueba oficial. Por otra parte, se podría añadir una mayor integración de videos y fotografías de organismos en su medio durante las prácticas y a través del campus virtual haciendo mayor énfasis en la realización del manual y su estudio para evitar obcecación exclusiva con las fotos de prácticas detectada en este trabajo. Estudiantes y profesorado prefieren la prueba presencial, pero se han podido observar aspectos positivos de la prueba telepresencial. Si se repitiese la necesidad de realización de esta prueba práctica *online* se cuenta ahora con información para una mejor implementación.

Cabe añadir que, pese a lo expuesto, la situación de pandemia se ha encontrado bajo un mayor control desde la realización del estudio. Por ello, para exámenes posteriores a este se ha optado por una prueba presencial en aulas distintas para zoología y botánica para garantizar mayor distancia entre el alumnado examinado y una mejor ventilación. Además, hubo una opción *online* para situaciones excepcionales para alumnos que se encontrasen confinados por presentar síntomas, haber estado expuestos a una persona enferma o haber dado positivo en una prueba diagnóstica. Con estas medidas el número de examinandos telepresenciales fue menor y permitió monitorizar su actividad con la cámara y compartiendo pantalla. Estas modificaciones requirieron de más personal para gestionar los movimientos de examinandos y evitar el uso de móviles, pero también permitía mayor distancia entre los estudiantes. Se optó por un retorno a la prueba presencial porque se asemejaba más a la realidad de la identificación en zoología, pero en el mundo actual donde abundan los vídeos e imágenes digitales se ha procurado que estos estén más presentes y sirvan de reclamo y actividad complementaria durante las sesiones prácticas.

Agradecimientos

Al alumnado por su dedicación y valor a la hora de afrontar la situación derivada de la pandemia y mostrar disposición a la realización de la prueba. Un especial agradecimiento a aquellos o aquellas estudiantes que participaron en la encuesta y que permitieron conocer su opinión y detectar aspectos de mejora.

A los organizadores de las Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC (InnoeducaTIC) por estimular la creación de estudios con este.

Bibliografía

- ARNALDOS SANABRIA, M^a ISABEL, UBERO PASCAL, NICOLÁS A., GARCÍA GARCÍA, M^a DOLORES. 2009. Guía Docente Zoología. Asignatura Troncal. Primer Curso. Licenciatura en Biología. Disponible en:
<https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/3508>
- BARRADO CRISTINA, GALLEGO ISABEL, VALERO-GARCÍA MIGUEL. 1999. «Usemos las encuestas a los alumnos para mejorar nuestra docencia». Jornades Docència del Department d'Arquitectura Computador, Universitat Politècnica de Catalunya pp. 1-22.
- BHUTE, VIJESH J., CAMPBELL, JAMES, KOGELBAUER, ANDREAS, SHAH, UMANG V., BRECHTELSBAUER, CLEMENS. 2020. «Moving to Timed Remote Assessments: The Impact of COVID-19 on Year End Exams in Chemical Engineering at Imperial College London». *Journal of Chemical Education*, doi: 10.1021/acs.jchemed.0c00617.
- BONDYALE-JUEZ DANIEL R., HERRERA ALICIA, ROMERO-KUTZNER VANESA, VIERA-RODRIGUEZ M^a ASCENSIÓN, GÓMEZ MAY. 2018. «Vídeos tutoriales e interactivos como complementos para la formación». V Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el Ámbito las TIC y las TAC. Las Palmas de Gran canaria, pp. 299-304.
- CAGLE FRED R. 1955. «Taxonomy». *The American Biology Teacher*, 17(1). pp. 17-19.
- DÍEZ-GUTIERREZ ENRIQUE J., GAJARDO-ESPINOZA KATHERINE. 2020. «Educating and evaluating in times of coronavirus: The situation in Spain». *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 10 (2). Hipatia Press, pp. 102-134. doi: 10.447/remie.2020.5604.
- GARCÍA-PEÑALVO FRANCISCO J., CORELL ALFREDO, ABELLA-GARCÍA VÍCTOR, GRANDE MARIO. 2020. «La evaluación online en la educación superior en tiempos de la COVID-19». *Education in the Knowledge Society*, 21(12). doi:10.14201/eks.23086.
- GÓMEZ, MAY, VIERA-RODRÍGUEZ, M^a ASCENSIÓN. 2015. «Experiencia en Trabajo Colaborativo en la Asignatura Biodiversidad Marina.» II Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC. Las Palmas de Gran Canaria, pp 12-13
- GÓMEZ, MAY, VIERA-RODRÍGUEZ, M^a ASCENSIÓN. 2017. «El uso de exámenes en Moodle como herramienta de aprendizaje en la asignatura de Biodiversi-

- dad Marina». V Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito las TIC. Las Palmas de Gran Canaria, pp. 299-304.
- GUERRA-GARCÍA, JOSÉ MANUEL, CORZO, JUAN, ESPINOSA, FREE, GARCÍA-GOMEZ, JOSÉ CARLOS. 2012. «Innovación docente en las asignaturas de Biología Marina y Zoología Marina: Aprendizaje basado en problemas y trabajo en pequeños grupos». Actas del I Congreso Internacional de Innovación docente Universitaria en Historia Natural. pp. 240-246.
- HALME, PANU, KUUSELA, SAIJA, JUSLÉN, AINO. 2015. «Why taxonomists and ecologists are not, but should be, carpooling?» *Biodiversity and Conservation*, 24. Springer, pp. 1831-1836. doi: 10.1007/s10531-015-0899-3.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, ROBERTO, MENDOZA TORRES, CHRISTIAN PAULINA. 2018. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw Hill.
- LÓPEZ, DAVID, SÁNCHEZ, FERMÍN, CRUZ, JOSEP-LLORENÇ, FERNÁNDEZ, AGUSTÍN. 2012. «Exámenes no presenciales». *ReVisión*, 5(2). pp. 30-38.
- MIDDLEBROOKS, MICHAEL L., SALEWSKI, ELIZABETH. 2021. «Self-guided field trips take invertebrate zoology students away from their screens and into the environment for hands-on learning». *Invertebrate Biology*, 140. pp. 1-6. doi: 10.1111/ivb.12325.
- MITSONI, FOTINI. 2006. «“I get bored when we don't have the opportunity to say our opinion”: Learning about teaching from students». *Educational Review*, 58(2). Routledge, pp. 159-170. doi: 10.1080/00131910600584041.
- PAKNIA, OMID, RAJAEI SH, HOSSEIN, KOCH, ANDRÉ. 2015. «Lack of well-maintained natural history collections and taxonomists in megadiverse developing countries hampers global biodiversity exploration». *Organisms Diversity & Evolution*, 15: pp. 619-629. doi: 10.1007/s13127-015-0202-1.
- PÉREZ LÓPEZ, EVA, VÁZQUEZ ATOCHERO, ALFONSO, CAMBERO RIVERO, SANTIAGO. 2021. «Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios». *RIED Revista Iberoamericana Educación a Distancia*, 24(1). pp. 331-350. doi: 10.5944/ried.24.1.27855.
- PFEIFFER, VANESSA, GEMBALLA, SVEN, BIZER, BARBARA, JARODZKA, HALSZKA, IMHOF, BIRGIT, SCHEITER, KATHARINA, GERJETS, PETER. 2008. «Enhancing students' knowledge of biodiversity in a situated mobile learning scenario: Using static and dynamic visualizations in field trips». In Kanselaar, G., Jonker, V., Kirschner, P. A., Prins, F. J. (eds.) *International Perspectives in the Learning Sciences: Creating a learning world*. Proceedings of the Eighth International Conference for the Learning Sciences. Utrecht, The Netherlands: International Society of the Learning Sciences. pp. 204-212.

- PROKOP, PAVOL, PROKOP, MATEL, TUNNICLIFFE, SUE DALE. 2007. «Is biology boring? Student attitudes toward biology». *Journal of Biological Education*, 42(1). pp. 36-39. doi: 10.1080/00219266.2007.9656105.
- R CORE TEAM. 2017. «R: A language and environment for statistical computing». Disponible en: <https://www.R-project.org/>
- RANDLER, CRISTOPH. 2008. «Teaching species identification - A prerequisite for learning biodiversity and understanding ecology». *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 4(3). pp. 223-231. doi: 10.12973/ejmste/75344.
- ROJO VELASCO, SANTOS, MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, ANABEL, BORDERA SANJUÁN, SANTIAGO, PÉREZ-BAÑÓN, CELESTE. 2011. «Optimización del proceso enseñanza-aprendizaje en las guías docentes de las asignaturas del área Zoología (Grado en Biología)». En Álvarez Teruel, José Daniel, Tortosa Ybáñez, María Teresa, Pellín Buades, Neus (eds.) *Redes de investigación docente universitaria innovaciones metodológicas*. Alicante, España: Universidad de Alicante, pp. 1247-1265.
- STOWELL, JEFFREY R., BENNETT, DAN. 2010. «Effects of online testing on student exam performance and test anxiety». *Journal of Educational Computing Research*, 42(2). pp. 161-171. doi: 10.2190/EC.42.2.b.
- VIERA-RODRÍGUEZ, M^a ASCENSIÓN, GÓMEZ, MAY (2016) «Implementación de la realización de vídeos en la asignatura Biodiversidad Marina». III Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito las TIC. Las Palmas de Gran canaria, pp. 141-144.

Tecnología Inmersiva para la educación en Ciencias de la Salud en situación de COVID-19. Experiencia práctica en docencia en Anatomía para el Grado de Medicina

7

Pedro L. Castro^a, M. Maynar^{a, b}, M. A. Rodríguez-Flórido^{a, b}

^aGrupo de Innovación educativa “Simulación para la formación en CCS” (ULPGC)

^bCátedra de Tecnologías Médicas (ULPGC)

pedro.castro@ulpgc.es; manuel.maynar@ulpgc.es; marf@motivando.me

Resumen:

La pandemia de la COVID-19 ha puesto de manifiesto las deficiencias digitales que existen en el ámbito de la docencia en la Universidad y, en particular, en la Facultad de Medicina. Además, para más limitaciones, la medicina es una profesión que requiere de formación en el acto humano y de contacto físico para su práctica, por lo que, resultado de la pandemia y las normas de seguridad sanitaria, se ha tenido que limitar, o incluso eliminar, el acceso de los estudiantes del grado de Medicina a las actividades prácticas desarrolladas en los centros hospitalarios, de salud o la propia facultad (salas de prácticas, laboratorios compartidos, etc.). En este contexto es donde surge nuestra propuesta, que pretende, alineándose con los planes de estudios propios del grado de Medicina, incorporar tecnologías inmersivas que ayuden a minimizar el efecto de distanciamiento y la falta de contacto entre docente y estudiante, así como con su cercanía o interacción con enfermo durante la etapa de formación de grado. Para ello, proponemos la utilización de recursos, medios y metodologías digitales que ayuden al profesorado de Ciencias de la Salud a incorporar “presencialidad” en los centros sanitarios, de salud o aulas de la facultad, sin necesidad de que los estudiantes estén presentes físicamente: la metodología inmersiva nos ayudará a ello.

En este capítulo presentamos una descripción general de la propuesta que estamos trabajando desde la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria con el objetivo de aportar a los docentes y estudiantes de Ciencias de la Salud, una capacidad adicional que les permita desarrollar sus asignaturas minimizando

los efectos de la falta de cercanía entre estudiantes, con el profesor o con el enfermo, potenciando la cultura del aprendizaje a distancia supervisado. Nuestra propuesta, al ser complementaria, es totalmente compatible con un escenario de docencia presencial y, de hecho, nuestra experiencia práctica, se ha desarrollado en ambas condiciones. En particular, en la experiencia docente realizada, doscientos setenta y cuatro (274) estudiantes utilizaron la aplicación de realidad virtual (RV) Anatomyyou® en sus teléfonos móviles y mediante el uso de gafas RV (carcasas para insertar el teléfono móvil y crear sensación inmersiva de los contenidos) navegaron por la anatomía de varios sistemas anatómicos (circulatorio, respiratorio, digestivo, urinario, ocular y genital femenino) en el contexto de tres asignaturas del grado. Para conocer el nivel de satisfacción de los estudiantes con el uso de esta nueva metodología basada en un tipo de esquema inmersivo, la RV con fines formativos, se recabaron datos mediante un cuestionario estandarizado tipo Likert. En general, la valoración de los estudiantes fue positiva, especialmente por su aplicabilidad al aprendizaje, mostrando compromiso y motivación. El estudiantado consideró que el uso de este tipo de medios inmersivos les permitiría asimilar los conceptos básicos de la Anatomía y extender su aplicación en asignaturas más clínicas impartidas en cursos académicos superiores. Estos resultados invitan a pensar, y así se ha estado corroborando durante el curso posterior al confinamiento, que las aplicaciones con capacidad inmersiva pueden convertirse en una estrategia valiosa en situaciones de distanciamiento o en escenarios de pandemia. De hecho, las puntuaciones del cuestionario muestran un fuerte acuerdo en todos los sujetos participantes en reafirmar como positivo el uso de este tipo de herramientas. Nuestra propuesta en este capítulo muestra nuevos instrumentos que pueden potenciar los resultados académicos y que, a corto y medio plazo, se pueden convertir en un estándar para la docencia en las Ciencias de la Salud.

Palabras clave:

Tecnología Inmersiva, Medicina, Anatomía, Realidad Virtual, Gafas RV.

1. Introducción

En los últimos años, la tendencia y el amplio desarrollo tecnológico han provocado un aumento y predisposición a la utilización de sistemas digitales de soporte y apoyo a la educación (Collins & Halverson, 2018). En particular, el aumento de las capacidades de los dispositivos móviles (teléfonos y tabletas)

ha democratizado la adquisición y uso de las aplicaciones informáticas en todos los entornos educativos, desde primaria a la universidad (Shuler et al., 2013). Este marco, catalizado por la pandemia mundial de la COVID-19, ha ocasionado el aumento y necesidad del uso de este tipo de aplicaciones en los procesos educativos, más aún en el caso de las Ciencias de la Salud, donde se adolece de la cultura de uso de estas herramientas.

Las técnicas inmersivas son aquellas que, basándose en un dispositivo que procesa y gestiona el contenido digital, producen un efecto sensorial envolvente del usuario. En este sentido podemos destacar varias:

1.1. Realidad Virtual

El usuario se encuentra inmerso en un entorno 3D digital sintético en el cual puede ver e interactuar, mediante el uso de dispositivos que acopla a su cuerpo (gafas, guantes, auriculares, mandos, etc.), con dicho escenario 3D. Ejemplos de este tipo son los sistemas tipo casco o gafas que, conectados a un ordenador o un dispositivo móvil, reproducen este efecto inmersivo.



Figura 1: Alumnado del grado en Medicina de la ULPGC usando gafas de RV

1.2. Realidad Aumentada

El usuario se encuentra inmerso en su entorno físico (una habitación, por la calle, etc.) como está de forma natural y, mediante el uso de dispositivos que acopla a su cuerpo (gafas, cascos, etc.) o de dispositivos móviles (tabletas, te-

léfono inteligente, pantallas, etc.), percibe, superpuestos al espacio físico, información 3D digital sintética que complementa el contenido del entorno en el que está inmerso. A modo de ejemplo podríamos pensar en dispositivos como las Hololens (Moro et al., 2021).

1.3. Vídeos 360

El usuario se encuentra inmerso, mediante el acoplamiento de dispositivos (gafas, cascos, etc.) a su cuerpo o manejo de otros (tabletas, móviles, etc.), en un vídeo digital, en tiempo real o grabado, en el que se ha dispuesto de una cámara llamada 360 que obtiene imágenes de vídeo de forma esférica a su posición. En este caso la interacción del usuario es sólo visual a modo de espectador del escenario que se muestre en el vídeo. Un ejemplo típico de este tipo de contenidos es el que se puede encontrar en apps como youtubeVR.

1.4. Hápticos

El usuario percibe señal táctil del sistema que lo conecta con los espacios digitales en 3D con los que interacciona. Esta respuesta permite al usuario percibir la sensación de tocar, estirar, etc.

1.5. Sonido envolvente

El usuario percibe señal acústica que le permite localizar espacialmente la fuente del sonido. Un ejemplo popular de este tipo de métodos inmersivos se utiliza en las salas de cine para envolver al usuario en el escenario representado en la película.

1.6. Visualización Estereoscópica

El usuario, utilizando unas gafas polarizadoras, tiene la percepción de profundidad que se genera a partir de las imágenes 2D que se proyectan. Ejemplo popular son las llamadas películas en 3D de los cines o sistemas pensados para la educación con el Zspace (Dye et al., 2021) que combina elementos de realidad virtual y aumentada permitiendo interactuar con objetos simulados en entornos virtuales como si fueran reales.

1.7. Hologramas

Tecnología que permite la reconstrucción 3D de un objeto o animación. En este caso puede haber dispositivos tipo gafas, que se acoplan al usuario, para disponer de la sensación inmersiva, o bien, hay dispositivos aislados que generan los objetos 3D en nuestro entorno. Esta metodología aún no está lo suficientemente desarrollada para que sea práctica en un entorno educativo o profesional.

Tabla 1. Cuadro resumen de las técnicas inmersivas más destacadas y utilizadas en el estado del arte según el sentido que sobre el que actúa en el usuario

Sistemas Inmersivos	Sentido Humano	Característica
Realidad Virtual	Vista	Imagen 3D sintética
Realidad Aumentada	Vista	Imagen real + sintética
Vídeos 360	Vista	Imagen de vídeo real
Hápticos	Tacto	Percepción entorno
Sonido envolvente	Oído	Percepción 3D del sonido
Visualización Estereoscópica	Vista	Polarización de la imagen
Hologramas	Vista	Imagen 3D sintética

Desde la Cátedra de Tecnologías Médicas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ctm.ulpgc.es) se han estado utilizando sistemas emergentes para la formación en Ciencias de la Salud (Ballesteros-Ruiz *et al.*, 2013; Crisóstomo *et al.*, 2014) desde el grado, pasando por los programas de residentes y la actualización de los especialistas. En este contexto, y aprovechando el auge de los medios emergentes mencionados, se ha comenzado a establecer una estrategia para desarrollar una metodología educativa que, apoyada sobre este conjunto de técnicas, complementa la formación de los estudiantes de grado. De hecho, en esta línea, se promovió y participó en el desarrollo de la aplicación Anatomyou (<https://anatomyou.com>), una app para dispositivo móvil (teléfono inteligente o tableta) que permite, a través de la realidad virtual, sumergir a los usuarios (estudiantes de grado) en los sistemas anatómicos (endoluminales) en los que se aplican las técnicas mínimamente invasivas (Ballesteros *et al.*, 2014). Es la experiencia de uso de esta app para la formación en Anatomía y la propuesta de esta nueva metodología el contenido principal de este capítulo.

Nuestro punto de partida surge de observar que las tendencias en educación apuntan a que la tecnología y la educación evolucionan en paralelo y las

necesidades educativas conducen a un progreso digital al que hay que adaptarse (Collins & Halverson, 2018). El proceso de aprendizaje se podrá, y deberá, en situaciones como las de la pandemia COVID-19, realizarse en cualquier lugar, en cualquier momento, a través de métodos de interacción en línea y cara a cara. Debe adaptarse para ser accesible, inmediato, interactivo e independiente del contexto, considerándose que el modelado digital 3D y la simulación interactiva con estos escenarios en 3D son métodos de enseñanza de gran utilidad en las disciplinas médicas (Stepan *et al.*, 2017; Ekstrand *et al.*, 2018). Concretamente, en el caso de la asignatura de Anatomía, donde la docencia se ha basado tradicionalmente en combinar explicaciones teóricas con el apoyo de material multimedia o representación en dos dimensiones, es un área donde, como se ve en este capítulo, tiene gran repercusión y aplicabilidad. Estas técnicas son altamente complementarias y permiten que los estudiantes puedan visualizar, localizar y analizar estructuras anatómicas tridimensionalmente y la manipulación virtual de los elementos estudiados, lo que facilita la accesibilidad a los contenidos estudiados (Izard *et al.*, 2017; Jang *et al.*, 2017). Sin embargo, aunque prometedoras, aún no se han experimentado sistemáticamente en un contexto real. Existen pocos datos objetivos que apoyen el uso de esas herramientas, particularmente RV, en la enseñanza de Anatomía médica (Stepan *et al.*, 2017) y el interés potencial de los estudiantes de pregrado.

El capítulo se estructura de la siguiente manera: después de esta introducción de los conceptos fundamentales sobre esquemas inmersivos, sus diferencias y sus aportaciones para el usuario, desarrollaremos un marco metodológico de cómo proponemos introducir la RV inmersiva en la educación de las Ciencias de la Salud, planteando una propuesta metodológica y el diseño de nuestra experiencia práctica piloto. Finalmente, presentaremos los resultados de la experiencia práctica, una discusión sobre ellos y unas conclusiones y descripción de líneas futuras que desarrollaremos según el marco metodológico descrito en la sección anterior.

2. Marco metodológico

En este capítulo presentamos un nuevo marco metodológico para impartir y recibir docencia en Ciencias de la Salud. Este nuevo modelo propone el uso de la metodología inmersiva como herramienta docente que complementa la impartición de los contenidos de los planes de estudios de las Facultades de Medicina, permitiendo reforzarlos para catalizar los procesos de aprendizaje del estudiantado y, sobre todo, adaptarlos en situaciones de distanciamiento físico (p.ej. situaciones como las vividas con la pandemia de la COVID-19).

2.1. Aportación de la Tecnología Inmersiva a los métodos educativos en sanidad

En las Facultades de Medicina se enseñan muchos contenidos (p.ej. Anatomía, Histología, Bioquímica, Fisiología, etc.) que requieren del acercamiento, visualización y contacto de los estudiantes con las diferentes estructuras biológicas que forman parte de la constitución o naturaleza de la vida humana. Además, y es la finalidad propia del grado, se enseñan los procesos por los cuales el cuerpo humano enferma, cómo detectarlos, tratarlos, evitarlos o minimizarlos, así como conocer diferentes técnicas o procedimientos terapéuticos para reparar los daños producidos por la enfermedad o lesión. Tradicionalmente estos contenidos han sido enseñados mediante modelos simulados (maniqués, etc.), imagen médica o microscópica, cadáveres, vídeos, software y cualquier representación que permitiera mostrar a los estudiantes cuál es la biología propia del ser humano, cómo se muestra la enfermedad y cómo tratarla.

Estos contenidos se transmiten en sesiones teórico-prácticas que se imparten en la Facultad de Medicina, laboratorios docentes y centros hospitalarios o de salud. Sin embargo, dada la cantidad de estudiantes que requieren de formación, se hace complicada una educación personalizada para cada alumno o alumna, compartiendo recursos materiales y actividades presenciales con otros y, por tanto, minimizando la enseñanza personalizada del estudiante. Esto se amplifica aún más cuando la educación se realiza en escenarios de pandemia, como actualmente con la COVID-19, donde se debe maximizar la distancia física de los participantes en la docencia para minimizar el contacto social entre ellos. Por ello, los procesos inmersivos, descritos anteriormente, nos aportan una herramienta docente que nos permite personalizar la docencia y favorecer el aprendizaje supervisado por computador del estudiante (p.ej. con su propio teléfono móvil) y utilizarla en situaciones extraordinarias como las ocurridas en situaciones de pandemia sanitaria (p.ej. COVID-19).

2.2. Contexto metodológico

En el marco descrito en la sección anterior del capítulo proponemos utilizar la ciencia inmersivas, aquellas que potencian la sensación de estar sumergido en un escenario que incluye contenidos digitales 3D adicionales a la realidad, en diferentes asignaturas o áreas docentes de las Facultades de Ciencias de la Salud para aportar:

- Capacidad individual de aprendizaje y entreno en un entorno inmersivo. Cada estudiante tiene la posibilidad de utilizar este tipo de métodos con sus dispositivos y de manera conectada y deslocalizada.

- Capacidad de “transportar” digitalmente a los estudiantes a los entornos naturales de formación (quirófanos, centros de salud, laboratorios de Anatomía, etc.).
- Capacidad de sumergir digitalmente a los estudiantes en entornos sintéticos creados para el aprendizaje de ciertos contenidos en un formato diferente (p.ej. sumergir a los estudiantes en un proceso biológico de una célula para que sea espectador de algún proceso).
- Capacidad de simular situaciones o entornos que de manera natural no se visualizan (p.ej. insertar hologramas informativos en escenarios de simulación o de prácticas con cadáveres para aportar información complementaria a la percibida físicamente).

Todas estas capacidades se alinean con los diferentes tipos de esquemas inmersivos enunciadas en la introducción de este capítulo y actualmente se están trabajando en nuestro grupo para ir incluyéndose, en concordancia con los contenidos impartidos en el grado, en la docencia habitual en la Facultad de Medicina de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. En este capítulo presentamos nuestros resultados con una de ellas, la RV, y su uso individual de los estudiantes en el contexto de varias asignaturas del grado.

Dentro del currículum formativo de nuestro sistema educativo, son muchas las áreas donde las técnicas inmersivas pueden ser integradas (Gómez García *et al.*, 2019). Concretamente, en los estudios de Medicina hay una tendencia para relegar el estudio memorístico, con una enseñanza más relevante y práctica desde el punto de vista clínico. El aprendizaje basado en problemas, la capacitación en habilidades de comunicación y la utilización de la simulación de forma habitual en los planes de estudio.

En la Cátedra de Tecnologías Médicas de la ULPGC, con amplia experiencia en la utilización de la simulación, hemos extrapolado este concepto mediante el uso de los sistemas inmersivos para potenciar las capacidades educativas mencionadas anteriormente. Estas capacidades son de gran relevancia para la docencia en los procesos médicos donde es necesario capacitar al personal médico con ciertas habilidades.

2.3. Nuestra propuesta en el contexto de COVID-19

La incidencia de la pandemia de la COVID-19 ha replanteado el enfoque de la educación en general y de la educación en Medicina, en particular. Aunque actualmente se desconoce el alcance completo de la COVID-19, es esencial con-

siderar posibles escenarios de distanciamiento social para comenzar el proceso de preparación para el futuro (Goh & Sandars, 2020). La pandemia ha provocado una interrupción más o menos generalizada de la educación médica y la formación profesional (Ahmed *et al.*, 2020). Las medidas para garantizar el distanciamiento social han incluido el cierre de las Facultades de Medicina y el teletrabajo tanto para educadores como para estudiantes. Ha cesado la asistencia física a cursos, simposios, conferencias, así como se han suspendido o limitado muchas de las prácticas presenciales, esenciales en la enseñanza de la práctica médica.

Estas situaciones, que pueden conducir a un empeoramiento de la calidad de la formación, pueden ser paliadas mediante el uso de herramientas de uso individual, combinadas con unas directrices por parte del profesorado, y en este escenario tiene cabida nuestra metodología de uso de los medios inmersivos. En el caso particular del estudio de la anatomía es especialmente relevante; ya que las prácticas de laboratorio en muchos casos se realizan con escasas posibilidades de distanciamiento social, tanto por la incidencia de la pandemia como por el volumen de los grupos de los estudiantes de Medicina, numerosos en general en espacios limitados.

Por tanto, la metodología propuesta en este capítulo no sólo es útil como complemento a la docencia rutinaria, sino que es una herramienta extraordinaria para paliar los efectos colaterales de la pandemia de la COVID-19.

3. Propuesta metodológica

En esta sección describimos la metodología utilizada para desarrollar nuestra primera experiencia para incluir las técnicas inmersivas en la docencia de las Ciencias de la Salud, en particular, en el grado en Medicina. En concreto utilizamos, aprovechando desarrollos propios de la Cátedra de Tecnologías Médicas, una aplicación de RV para enseñar y aprender la anatomía asociada a las técnicas mínimamente invasivas: Anatomyou (<https://anatomyou.com>).

En el caso del resto de métodos inmersivos que proponemos en este capítulo, la metodología utilizada en esta primera experiencia práctica puede ser utilizada para medir la bondad de la incorporación de la misma en los procesos educativos rutinarios de medicina.

3.1. Muestra

Este estudio se realizó en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) Canarias, España. Dispone de

una capacidad anual de nuevos ingresos en el grado de Medicina de 135 estudiantes. Para implementar la propuesta realizada en este capítulo los estudiantes participantes fueron incorporados al estudio durante el desarrollo de tres asignaturas incluidas en el grado.

Las asignaturas seleccionadas fueron escogidas como muestra experimental de asignaturas con diferente perfil académico. Por un lado, se utilizó una disciplina básica, Anatomía Humana III (Anatomía), una disciplina técnico-tecnológica básica, Física y Tecnología Médicas, (Tec Med) y una disciplina clínica, Anestesiología y Control del dolor (Anestesia). El desarrollo de la experiencia se introdujo durante el semestre académico como una actividad complementaria de prácticas de laboratorio. El número de estudiantes participantes en el estudio, el número de créditos de cada asignatura y el año de desarrollo se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Asignaturas participantes y características académicas, carga docente en créditos y alumnado matriculados /encuestas cumplidas

Asignatura	Tec Med	Anatomía	Anestesia
Año académico	1º	2º	4º
Créditos de asignatura	6	6	3
Estudiantes/encuestas	140/103	149/101	63/53

Para facilitar la organización de la experiencia se contó con un grupo de 8 voluntarios captados en la asignatura de Física y Tecnología Médicas, donde fueron entrenados en la instalación y uso de la aplicación de RV a utilizar. Posteriormente, este estudiantado actuó de formador del resto de participantes de la experiencia. De esta manera, se consiguió que todos los participantes de la muestra estuvieran entrenados por sus iguales y fueran capaces de usar fácilmente, según instrucciones de los docentes de cada asignatura, el aplicativo RV durante las sesiones prácticas.

3.2. Recursos y organización de sesiones

Las sesiones prácticas realizadas para el estudio fueron organizadas por los docentes durante las horas asignadas a prácticas de laboratorio: 2 horas para grupos de veinticinco estudiantes subdivididos en grupos de cinco estudiantes. Se utilizó como soporte de la aplicación Anatomyou® VR (anatomyou.com), desarrollada por la Cátedra de Tecnologías Médicas de la ULPGC para ayudar

a mejorar la identificación y localización en 3D de las regiones anatómicas asociadas a las técnicas mínimamente invasivas (p.ej. endoscopias).

Después de haber sido entrenados por sus iguales (voluntarios), el estudiantado descarga la aplicación en sus smartphones o tabletas y visualizan de forma inmersiva mediante RV, según indicaciones del profesorado, los diferentes entornos anatómicos (sistemas circulatorio, respiratorio, digestivo, urinario, ocular y genital femenino) de interés en los contenidos de cada asignatura. Aunque la aplicación se puede usar en modo pantalla completa en el dispositivo móvil, para una experiencia completamente inmersiva, los estudiantes insertaban sus smartphones en un dispositivo tipo gafas VR (Fig. 1). El estudiante interactúa con los controles de navegación y los elementos de información anatómica que ofrece la app y desarrollan la actividad propuesta por el docente dentro del contenido de cada asignatura.

3.3. Encuesta de satisfacción

El estudiantado de Medicina participante (Tabla 2) fue encuestado en otoño de 2019 sobre su percepción de la nueva metodología propuesta, basada en realidad virtual inmersiva utilizando declaraciones en una escala Likert de cinco puntos (Likert R., 1932) que van desde “muy en desacuerdo” (1) a “totalmente de acuerdo” (5). La evaluación de la satisfacción con la aplicación fue voluntaria y se determinó al final de cada experiencia, mediante una encuesta semiestructurada y anónima utilizando la herramienta Google Form. La encuesta consta de ocho preguntas centradas en el potencial de aprendizaje o su opinión sobre la experiencia (Tabla 3), donde las respuestas del alumnado expresan su grado de acuerdo con las preguntas. La encuesta fue respondida tras las sesiones mediante sus teléfonos móviles y sin límite de tiempo. Los y las estudiantes, además, fueron libres de expresar en formularios anónimos adicionales, cualquier sensación o inquietud enfocada en la gestión de la herramienta.

Tabla 3. Preguntas planteadas al alumnado de las asignaturas de los distintos grupos muestrales

Aplicabilidad al aprendizaje	1.- RV es útil para el aprendizaje de la materia
	2.- RV mejora la enseñanza en Medicina
	3.- RV es útil para la Anatomía Endoscópica
	4.- RV es útil para exámenes de la materia
Opinión sobre su uso en docencia	5.- RV hace el aprendizaje entretenido
	6.- RV implica en el proceso de aprendizaje
	7.- RV promueve la autonomía
	8.- Repetiría la experiencia con RV

3.4. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza utilizando el paquete estadístico SSPS para Windows (Statistical Software System, Versión 26.0) (Armonk, NY: IBM Corp.). La consistencia y fiabilidad fue verificada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, coeficiente usado para saber cuál es la fiabilidad de una escala o test. La significación de las diferencias entre las medias se analizó mediante ANOVA de una vía seguida de la prueba de rango múltiple de Duncan, para un nivel de significación de $p < 0,05$.

4. Resultados

En esta sección del capítulo presentamos los resultados de la experiencia práctica que se realizó con la app RV en la docencia rutinaria del grado de Medicina. En este experimento se persigue evaluar el uso de la RV en diferentes materias, analizando su contribución a las mismas, así como detectar posibles mejoras enfocadas a su adaptación a la docencia.

Las puntuaciones obtenidas en las encuestas de satisfacción se muestran en las Figura 2 y 3 y los p valores correspondientes se muestran en la Tabla 4. El coeficiente alfa de Cronbach arrojó un valor de 0.91, siendo la mayor fiabilidad teórica que podemos obtener de 1. Se considera apropiada por encima de 0.80. El análisis del coeficiente indicó que eliminar algún grupo muestral empeora ligeramente la fiabilidad de la encuesta. Las preguntas se agruparon en relación con la **aplicabilidad al aprendizaje** (Figura 2) y la **opinión general** sobre la experiencia (Figura 3).

Tabla 4. Nivel de significación (p valor) de la comparación de medias de las asignaturas de los distintos grupos muestrales

Pregunta n°	1	2	3	4	5	6	7	8
p - value	.000	.002	.034	.004	.418	.001	.371	.002

El estudiantado de Tec Med, que corresponde a primer año (Tabla 2), alcanzaron puntuaciones intermedias con diferencias estadísticamente significativas entre grupos, principalmente con el alumnado de 4° curso. De acuerdo con los resultados, el estudiantado disfrutó de la experiencia y consideró que la RV era beneficiosa con relevancia pedagógica para adquirir competencias médicas, incluida la anatomía enfocada para fines endoscópicos (Figura 2). Además, este estudiantado considera que la RV es una firme candidata para representar un rol en la tarea de hacer el estudio más entretenido promoviendo un aprendizaje autónomo. También considera este estudiantado que las experiencias virtuales ayudarían al aprendizaje, estando predispuestos a repetir la experiencia (Figura 3). Los y las estudiantes estuvieron menos de acuerdo con el uso de la aplicación como herramienta de evaluación (Figura 2).

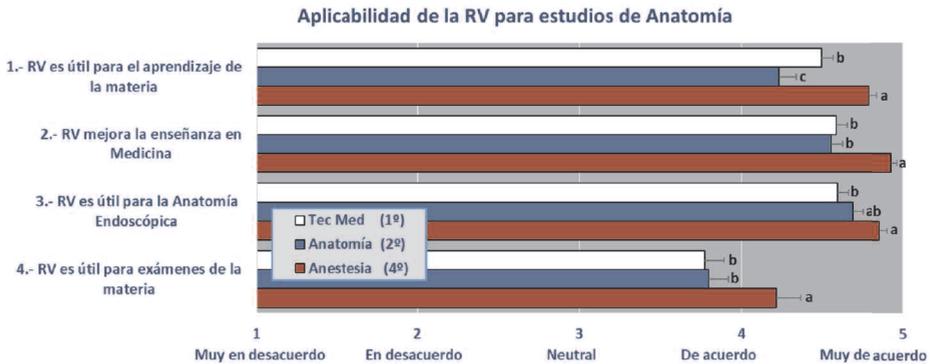


Figura 2. Encuesta de satisfacción con la herramienta de RV relacionada con el proceso de enseñanza

El estudiantado de segundo año hizo uso de la aplicación dentro de las sesiones prácticas de la asignatura Anatomía. Este colectivo considera la actividad decididamente positiva con un nivel de aprobación similar al concedido por los estudiantes de primer año (Figura 2 y 3) aunque ligeramente inferior en

preguntas clave como la cuestión nº1, enfocada en la utilidad de la herramienta como mejora del aprendizaje. En comparación con el alumnado de 4º año se encontraron diferencias significativas en la mayoría de las respuestas de las preguntas planteadas (Tabla 3). Al igual que sus compañeros de primer año, se mostraron positivos, pero no completamente convencidos de la aplicabilidad de la herramienta para evaluaciones.

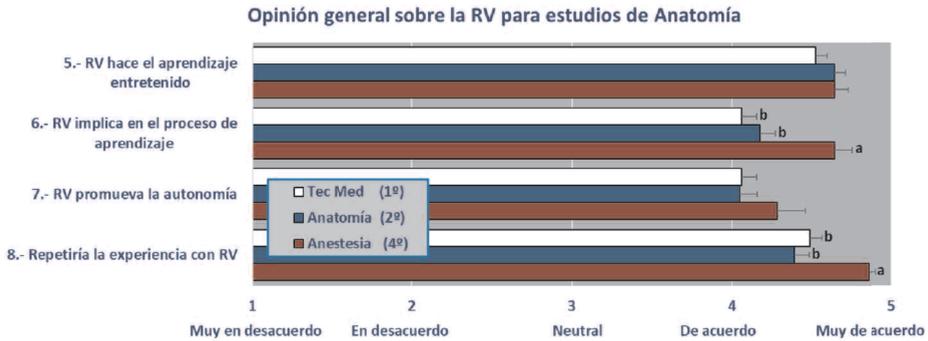


Figura 3. Encuesta de satisfacción relacionada con la opinión de los estudiantes

En cuanto a la asignatura Anestesia, de cuarto año, las puntuaciones de los y las estudiantes destacaron en todas las cuestiones, tanto relacionadas con el proceso de aprendizaje, como en aquellas relacionados con la opinión general. El estudiantado de Anestesia se beneficia de explorar la herramienta mientras fijan bases anatómicas enfocadas hacia procedimientos clínicos. El alumnado percibe su aplicabilidad práctica más allá del mero aprendizaje anatómico, materia estudiada en cursos anteriores y ya superada. Estos estudiantes de cuarto año otorgaron las puntuaciones más altas a la pregunta nº 4 relacionada con la RV y su uso como herramienta para evaluar la adquisición de competencias.

5. Discusión

En este capítulo proponemos el uso de la tecnología inmersiva como herramienta que permita representar los contenidos de las asignaturas del grado de Medicina de forma complementaria a los métodos tradicionales y con la ventaja de potenciar el autoaprendizaje deslocalizado, así como la inmersión de los estudiantes en los entornos sanitarios de aprendizaje (p.ej. la anatomía

o un quirófano). Esto último bastante útil en el caso de situaciones como las actuales afectadas por una pandemia sanitaria mundial.

Para demostrar la bondad de nuestro método partimos de una app, Anatomyou®, para aprender anatomía tal cual se observa en las técnicas sanitarias mínimamente invasivas mediante el uso de una de las técnicas inmersivas consideradas: la realidad virtual. Esta experiencia práctica, dado que el cambio del sistema inmersivo a utilizar no cambiaría sustancialmente el método de implementación nos da una medida de la percepción de los estudiantes, su adaptabilidad para su uso y su inclusión dentro de los métodos docentes habituales en Medicina.

En particular, en la experiencia realizada se ha podido conocer y comparar las percepciones que con la RV han tenido los estudiantes y se ha adaptado al proyecto docente de las asignaturas, evaluando el impacto en diferentes enfoques del uso y aprendizaje de la anatomía.

El estudio abarcó dos períodos incluidos en dos cursos académicos consecutivos. El primer periodo, desarrollado durante el curso académico 2018-2019, se centró en formar a los estudiantes y docentes en la instalación, uso y manejo de la aplicación Anatomyou® y su entrenamiento para realizar las experiencias con gafas de RV. La aplicación fue previamente instalada y utilizada en los dispositivos móviles de los profesores, para conocer y probar de antemano el potencial de la RV (ejemplo práctico de una sistema inmersivo) aplicada a los sujetos participantes.

Por otra parte, en un segundo periodo, durante el curso 19-20, justo antes de que surgiera la crisis sanitaria de la COVID-19, se desarrollaron las experiencias de uso en las sesiones prácticas de las asignaturas y la realización de las encuestas. Para la encuesta se seleccionó la escala Likert dada su afinidad y sensibilidad en estudios asociados al sector salud (Bisquerra & Pérez., 2015).

La asignatura Tec Med incluye a los estudiantes más jóvenes del estudio, lo que significa estudiantes recién incorporados. Durante el primer curso, los estudiantes de nuestra Universidad tienen un contacto limitado con la organografía, ya que el primer año está dedicado a embriología, osteología y estructura muscular. Por tanto, el alumnado experimentó su primer contacto con la RV durante la enseñanza de esta asignatura Tec Med. Esta asignatura combina la docencia teórica de conceptos de Física Médica convencional e introduce las diferentes tecnologías médicas, asentadas en las prácticas clínicas, que surgen de la aplicación de estos conceptos y procesos físicos. En consecuencia, la experiencia se incorporó como otro contenido práctico de dicha asignatura. El plan docente de Tec Med abarca un amplio espectro de medios

técnicos usados en medicina, incluyendo, aparte de técnicas en radiología, ultrasonidos o robótica, contenidos asociados a sistemas emergentes, como las tecnologías inmersivas, que pueden ser aplicadas en los procedimientos sanitarios. Este contenido propiamente tecnológico-técnico ha podido influir en determinadas respuestas. Este grupo de estudiantes experimentó con la aplicación en sistemas anatómicos aún no estudiados, sin embargo, a pesar de esta aparente indiferencia, el estudiantado de Medicina de primer año encontró el potencial para promover una mejora adicional o la inclusión de metodologías análogas para sus estudios de Medicina.

La asignatura Anatomía, estudiada en el 2º curso, comprende la anatomía estructural básica, siendo estos estudiantes los beneficiarios más elegibles en el uso de la herramienta. Sin embargo, en aquellas preguntas relacionadas con el uso académico de la realidad virtual a lo largo del trimestre, los estudiantes mostraron un poco menos de entusiasmo, casi indistinguible de lo manifestado por sus compañeros de primer año. Los alumnos y alumnas, conscientes de ser los principales destinatarios de la experiencia, podrían haber percibido la propuesta como una nueva carga añadida al trabajo en el aula, las sesiones prácticas de laboratorio y el estudio personal. Sin embargo, las sensaciones sobre la herramienta mejoraron cuando se les preguntó sobre la opinión, percibiendo la herramienta exclusivamente como un complemento a su formación. Los estudiantes de segundo año acostumbrados al estudio de estructuras anatómicas eran más conscientes del potencial de la herramienta. La RV se puede utilizar como herramienta didáctica y educativa que aporta experiencias de usuario, lo que permite una comprensión más profunda de la interrelación de las estructuras anatómicas que no se puede lograr por ningún otro medio, incluida la disección cadavérica (Pensieri & Pennacchini, 2016).

Los estudiantes de cuarto año (Anestesia) pertenecen a una asignatura operativa, por tanto, no todos los estudiantes están obligados a cursar la asignatura. Estos estudiantes tienen una relación diferente con los sistemas anatómicos, migrando el interés hacia una aplicación clínica para fortalecer y sentar las bases anatómicas (Kulcsár *et al.*, 2013). Se ensayó especialmente la anatomía del sistema respiratorio, lo que representó un importante refuerzo visual y espacial asociado a la enseñanza del manejo de la vía aérea. Pueden presenciar, aprender y practicar la anatomía relacionada con el control de las vías respiratorias, la intubación traqueal y la ventilación manual de los pulmones. Asimismo, la canulación de venas y arterias, la reanimación cardiopulmonar, la punción lumbar, la realización de bloqueos con anestésicos locales, etc., siendo una herramienta útil para el aprendizaje de protocolos con resultados mejores que con el uso de libros de texto tradicionales. Seymour *et al.*, (2002), demos-

traron que 16 residentes de cirugía entrenados con técnicas de RV realizaron operaciones un 29% más rápido que los que usaron técnicas tradicionales, lo que nos muestra otro ejemplo del potencial de las tecnologías inmersivas, la realidad virtual en particular, en los procedimientos clínicos (Gutiérrez *et al.*, 2007).

Respecto a su percepción sobre la RV, comparando entre estudiantes de tercer y cuarto año, no presentan diferencias significativas con respecto al acuerdo de que la RV es de interés y ofrece una manera atractiva de aprender. Los estudiantes más jóvenes consideraron sustancial tener más comprensión virtual, mientras que la exploración y la interactividad eran importantes para los estudiantes de cuarto grado. Por tanto, podemos deducir, dados los resultados de nuestra experiencia piloto con la RV, que el uso de sistemas inmersivos en la docencia de las ciencias de la salud, en general, y la medicina, en particular, aportan una metodología educativa gratificante, como se deduce de valores de puntuación en torno a cuatro.

Este hallazgo sugiere que el recurso podría ser una herramienta eficaz para ayudar a los estudiantes a aprender diferentes sistemas anatómicos u otros contenidos, relacionados con el enfermo, en medicina. Y además aportar una herramienta que puede ser utilizada, bajo la supervisión del docente, de forma autónoma y deslocalizada, beneficio crucial en el caso de las ciencias de la salud donde la actividad práctica y contacto con el enfermo es parte básica de la formación. Los sistemas inmersivos nos permiten acercarlos al enfermo, y sus circunstancias, sin necesidad de estar físicamente cerca de ellos.

Por ello, nuestra hipótesis de que las tecnologías inmersivas promueven el aprendizaje es consistente con los hallazgos de otros estudios donde se ha usado este tipo de técnicas (Fairen *et al.*, 2020; Nicholson *et al.*, 2006; de Faria *et al.*, 2016). El hecho de que estudiantes de diferentes cursos hayan acordado que las aplicaciones de RV ayudan a mejorar el proceso de aprendizaje, nos anima a continuar implementando otros tipos de sistemas inmersivos que favorezcan captar la atención de los estudiantes.

Sin embargo, el nivel de compromiso no estuvo acompañado de un interés relevante en su uso para evaluar conocimientos en un examen. En nuestra experiencia, la aplicación no implementa un “modo de evaluación”, por lo que no se pudo profundizar más en este aspecto. Además, como no existe este modo de uso, los estudiantes no pueden medir con anticipación sus capacidades para realizar la actividad y, por ende, conocer si pueden superar una prueba. Por otra parte, los estudiantes del grado de Medicina, aunque son nativos digitales, no están alfabetizados tecnológicamente, lo que significa que desconfían de la herramienta como método de evaluación.

En otro orden de cosas, la pregunta relacionada con el aprendizaje autónomo paradójicamente obtuvo menor acuerdo de lo esperado, considerando que podría ser uno de los puntos fuertes de la herramienta. El alumnado puede repetir el proceso de reconocimiento anatómico tantas veces como desee sin necesidad de acceder a las instalaciones y laboratorios prácticos. Esto puede ser debido a que la formación durante el desarrollo de la presente experiencia, realizada en grupos y en un marco lúdico, no los ha puesto en el contexto del uso individual. Por ello, el uso rutinario de la herramienta más allá de este experimento de demostración, circunscrito a una experiencia de 120 minutos, desarrollaría todo su potencial.

El volumen de estudiantado hizo necesario la organización de grupos para el uso y acceso a los soportes de gafas VR y ajustar la configuración en sus Smartphone, además de familiarizarlos con la gestión de la aplicación (navegación a través de la app, acceso a diferentes estructuras anatómicas, etc.). En general, y resultado de la experiencia práctica realizada en la asignatura Tec Med, todos los grupos de estudiantes mostraron un desarrollo de uso y navegación con la aplicación positivo. La falta de entrenamiento previo no hizo que la navegación fuera poco ágil utilizando sus móviles en las gafas RV. El grupo de estudiantes voluntarios, entrenados en el uso del aplicativo, guiaron a sus compañeros y lograron que todos pudieran comprender el funcionamiento del sistema y utilizarlo a la perfección después de sólo unos minutos de ejecución. Las sensaciones adicionales se recopilaron en formularios adicionales suministrados en papel que se completaron de forma anónima, no aportando información académica significativa. Este sondeo adicional se añadió ya que las respuestas de los cuestionarios en línea no reflejan necesariamente preocupaciones específicas entre los estudiantes, ya que no permiten la conversación, la aclaración de preguntas y el intercambio mutuo (Conrad *et al.*, 2015).

Por otra parte, es indudable que el uso de herramientas tecnológicas, como los inmersivos, permite a los estudiantes gestionar sus conocimientos y habilidades prácticas desarrollando nuevas formas de innovación en el aprendizaje y elevando la calidad del proceso académico (Izard *et al.*, 2018). El estudiantado de Medicina aprende a interactuar con esos medios, adquiriendo un conjunto de habilidades que los predisponen a un campo tecnológico cada vez más común en el ámbito laboral sanitario (Costello *et al.*, 2014). Los métodos inmersivos, la RV en particular, ofrecen beneficios para estudiantes y educadores, ya que brinda capacitación clínica y aprendizaje rentable, repetible y estandarizado a demanda (Pottle, 2019).

Como última reflexión objetiva y realista, nos gustaría destacar que los métodos inmersivos no reemplazan ni condicionan el juicio del docente experto,

sólo les ayuda, favoreciendo que cuando este tipo de técnicas se usan de forma individual, o para complementar los recursos en papel o en línea tradicionales, se perciben como más interesantes y atractivas, motivadoras y útiles para comprender las relaciones espaciales de las estructuras anatómicas (Birbara *et al.*, 2020). Sin embargo, los y las docentes deciden los objetivos para mejorar y determinan el método de entrega más apropiado (Pottle, 2019) en comparación con los órganos formolados o plastinados, los modelos o los cadáveres y la disección.

Por tanto, y como se ha ido afirmando durante todo el desarrollo de este capítulo, los resultados son alentadores y motivadores, pero complementarios, y no sustitutivos, de las herramientas tradicionales para enseñar Medicina. El método propuesto en este capítulo así lo propone y como ayuda a proporcionar un entorno de aprendizaje útil en un escenario como el provocado por la COVID-19 (Singh, 2020).

6. Conclusiones y líneas futuras

Las tecnologías inmersivas propuestas en este capítulo resultan ser un medio poderoso para educar materias médicas. En particular, nuestra experiencia con la RV para enseñar Anatomía endoscópica o para el entrenamiento de procedimientos prácticos clínicos que se basan en una habilidad anatómica, así lo indican. El estudiante de medicina de diferentes materias o niveles académicos evaluó positivamente la metodología, especialmente en lo relacionado con la aplicabilidad docente y la satisfacción general, mostrando compromiso, disfrute y motivación. Las puntuaciones medias fueron significativamente altas, lo que da una fuerte evidencia de que el recurso podría ser un método válido para enseñar en el grado en Medicina. Los estudiantes pueden practicar en cualquier lugar permitiendo la mejora continua para adaptarse a sus necesidades, especialmente interesante en situaciones de distanciamiento social (p.ej. situación por la COVID-19) y dificultades para lograr la competencia técnica. Desde el punto de vista metodológico, estos elementos pueden traducirse en una estrategia didáctica útil para el aprendizaje en Medicina y de los procedimientos clínicos, con alto potencial para transformar la educación anatómica.

La comunidad docente está de acuerdo en que es poco probable que se vuelva a las dinámicas educativas anteriores a la pandemia, especialmente cuando existen herramientas que nos permiten salvaguardar este aspecto y complementar los métodos tradicionales sin desvirtuar los de su objetivo.

En cuanto a líneas futuras de nuestro trabajo, pretendemos seguir implementando nuevas experiencias con otros sistemas inmersivos, consolidando contenidos en asignaturas, adaptando los que ofrece este tipo de herramientas y, según lo experimentado, aumentar el número de asignaturas implicadas. Como se ha descrito anteriormente, nuestro capítulo propone una metodología general que permita mejorar, actualizar y deslocalizar, dentro de los límites que los docentes decidan, la educación en las Ciencias de la Salud.

7. Referencias

- AHMED, H., ALLAF, M., ELGHAZALY, H., 2020. «COVID-19 and medical education». *Lancet Infect. Dis.* 20, 777-778.
- BALLESTEROS-RUIZ, J., MAYNAR, M., RODRIGUEZ-FLORIDO, M.A., 2013. «Training Surgical Skills under Accredited Education: Our Regional Experience», in: *International Conference on Computer Aided Systems Theory*. Springer, pp. 209-217.
- BALLESTEROS, J., MAYNAR, M., MELIÁN, R., RODRIGUEZ-FLORIDO, M.A., 2014. «Technology assembly for education in health with a smartphone-based immersive environment», in: *Proceedings of the 2014 Summer Simulation Multiconference*. pp. 1-8.
- BIRBARA, N.S., SAMMUT, C., PATHER, N., 2020. «Virtual Reality in Anatomy: A Pilot Study Evaluating Different Delivery Modalities». *Anat. Sci. Educ.* 13, 445-457.
- BISQUERRA, R., PÉREZ-ESCODA, N., 2015. «¿Pueden las escalas Likert aumentar en sensibilidad? REIRE». *Rev. d'Innovació i Recer. en Educ.* 8, 129-147.
- COLLINS, A., & HALVERSON, R. (2018). «Rethinking education in the age of technology: The digital revolution and schooling in America». *Teachers College Press*.
- CONRAD, F.G., SCHOBER, M.F., JANS, M., ORLOWSKI, R.A., NIELSEN, D., LEVENSTEIN, R., 2015. «Comprehension and engagement in survey interviews with virtual agents». *Front. Psychol.* 6, 1578.
- COSTELLO, E., CORCORAN, M., BARNETT, J.S., BIRKMEIER, M., COHN, R., EKMEKCI, O., FALK, N.L., HARROD, T., HERRMANN, D., ROBINSON, S., WALKER, B., 2014. «Information and communication technology to facilitate learning for students in the health professions: Current uses, gaps, and future directions». *J. Asynchronous Learn. Netw.* 18. <https://doi.org/10.24059/olj.v18i4.512>
- CRISÓSTOMO, V., RODRÍGUEZ-FLORIDO M.A., CABRERA, Y., BALLESTEROS, J., ZANDER, T., BENÍTEZ JM., SÁNCHEZ, FM., MAYNAR, M. 2014. «Plataforma de Desarrollo y Formación para el Diagnóstico y Tratamiento mediante Mínima Invasión», en:

- Actualizaciones SERAM/Investigación en Radiología*, pp. 81 – 90, 978-84-941730-1-1. Sociedad Española de Radiología Médica.
- DE FARIA, J.W.V., TEIXEIRA, M.J., DE MOURA SOUSA JÚNIOR, L., OTOCH, J.P., FIGUEIREDO, E.G., 2016. «Virtual and stereoscopic anatomy: When virtual reality meets medical education». *J. Neurosurg.* 125, 1105–1111.
- DYE, P., & GASKILL, M. 2021. «Virtual Reality, 3D and 2D Learning: A Study in Visual, Interactive Tools in the Field of Medicine». In *Innovate Learning Summit* (pp. 90-94). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- EKSTRAND, C., JAMAL, A., NGUYEN, R., KUDRYK, A., MANN, J., MENDEZ, I., 2018. «Immersive and interactive virtual reality to improve learning and retention of neuroanatomy in medical students: a randomized controlled study». *C. Open* 6, E103–E109.
- FAIRÉN, M., MOYÉS, J., & INSA, E. (2020). «VR4Health: Personalized teaching and learning anatomy using VR». *Journal of medical systems*, 44(5), 1-11.
- GOH, P.-S., SANDARS, J., 2020. «A vision of the use of technology in medical education after the COVID-19 pandemic». *MedEdPublish* 9.
- GÓMEZ GARCÍA, G., RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, C., RAMOS NAVAS-PAREJO, M., 2019. «La realidad virtual en el área de educación física».
- GUTIÉRREZ, F., PIERCE, J., VERGARA, V.M., COULTER, R., SALAND, L., CAUDELL, T.P., GOLDSMITH, T.E., ALVERSON, D.C., 2007. «The effect of degree of immersion upon learning performance in virtual reality simulations for medical education». *Stud. Health Technol. Inform.* 125, 155–160.
- IZARD, S.G., JUANES MÉNDEZ, J.A., PALOMERA, P.R., 2017. «Virtual Reality Educational Tool for Human Anatomy». *J. Med. Syst.* 41, 76.
- IZARD, S. G., JUANES, J. A., PEÑALVO, F. J. G., ESTELLA, J. M. G., LEDESMA, M. J. S., & RUISOTO, P. (2018). «Virtual reality as an educational and training tool for medicine». *Journal of medical systems*, 42(3), 1-5.
- JANG, S., VITALE, J.M., JYUNG, R.W., BLACK, J.B., 2017. «Direct manipulation is better than passive viewing for learning anatomy in a three-dimensional virtual reality environment». *Comput. Educ.* 106, 150–165.
- KULCSÁR, Z., O'MAHONY, E., LÖVQUIST, E., ABOULAFIA, A., ŠABOVA, D., GHORI, K., IOHOM, G., SHORTEN, G., 2013. «Preliminary evaluation of a virtual reality-based simulator for learning spinal anesthesia». *J. Clin. Anesth.* 25, 98–105.
- LIKERT, R., 1932. «A technique for the measurement of attitudes». *Arch. Psychol.*

- MORO, C., PHELPS, C., REDMOND, P. AND STROMBERGA, Z. 2021. «HoloLens and mobile augmented reality in medical and health science education: A randomised controlled trial». *Br. J. Educ. Technol.*, 52: 680-694.
- NICHOLSON, D.T., CHALK, C., FUNNELL, W.R.J., DANIEL, S.J., 2006. «Can virtual reality improve anatomy education? A randomised controlled study of a computer-generated three-dimensional anatomical ear model». *Med. Educ.* 40, 1081-1087.
- PENSIERI, C., & PENNACCHINI, M. (2016). «Virtual reality in medicine». In *Handbook on 3D3C Platforms* (pp. 353-401). Springer, Cham.
- POTTLE, J., 2019. «Virtual reality and the transformation of medical education». *Futur. Healthc. J.* 6, 181-185.
- SEYMOUR, N.E., GALLAGHER, A.G., ROMAN, S.A., O'BRIEN, M.K., BANSAL, V.K., ANDERSEN, D.K., SATAVA, R.M., PELLEGRINI, C.A., SACHDEVA, A.K., MEAKINS, J.L., BLUMGART, L.H., 2002. «Virtual reality training improves operating room performance results of a randomized, double-blinded study». *Ann. Surg.* 236, 458-464.
- SHULER, C., WINTERS, N., WEST, M., 2013. «The future of mobile learning - Implications for policy makers and planners». UNESCO - *United Natl. Educ.* 1-44.
- SINGH, R.P., JAVAID, M., KATARIA, R., TYAGI, M., HALEEM, A., SUMAN, R., 2020. «Significant applications of virtual reality for COVID-19 pandemic». *Diabetes Metab. Syndr. Clin. Res. Rev.* 14, 661-664.
- STEPAN, K., ZEIGER, J., HANCHUK, S., DEL SIGNORE, A., SHRIVASTAVA, R., GOVINDARAJ, S., LORETA, A., 2017. «Immersive virtual reality as a teaching tool for neuroanatomy», in: *International Forum of Allergy and Rhinology*. Wiley Online Library, pp. 1006-1013.

Software libre para aprendizaje autónomo: Topografía, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica en el ámbito Forestal

8

Juan Luis Rodríguez^a, Xana Álvarez^a, Carolina Acuña-Alonso^a, Ana Novo^{a,b}

^aEscuela de Ingeniería Forestal, Universidad de Vigo,
Campus A Xunqueira s/n 36005, Pontevedra, España

^bGeotech Group, CINTECX, Department of Natural Resources
and Environmental Engineering, School of Mining Engineering,
University of Vigo, 36310 Vigo, Spain

jlsomoza@uvigo.es; xaalvarez@uvigo.es; carolina.alonso@uvigo.es; annovo@uvigo.es

Resumen:

La materia de Topografía, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica en el ámbito Forestal es una materia transversal, que presenta un alto componente tecnológico por lo que requiere de ciertas destrezas en cuanto a conocimientos y manejo de diferentes equipos, sensores y técnicas de medición utilizados en la captura de datos gráficos y geoespaciales los cuales son susceptibles de analizar y estudiar. Se trata de una materia con un alto componente práctico tal y como se muestra en la guía docente. Gran parte de las prácticas se deben desarrollar en grupo y en campo, por lo que es necesario una planificación metodológica docente adecuada a los tiempos de pandemia. Se opta por una planificación teórica de trabajo en grupo, donde se imparte la teoría de forma amena, adaptada a la aplicación práctica y en la que se intenta implicar al alumno en las clases. Con respecto a la parte práctica, también se opta por el aprendizaje en grupo, el trabajo en equipo y el trabajo basado en proyectos (ABP). La metodología propuesta permite al alumno adquirir los conocimientos y las competencias clave a través de la elaboración de proyectos que dan respuesta a problemas de la vida real. Los estudiantes de segundo grado en ingeniería forestal de la Universidad de Vigo (UVIGO) tuvieron un papel clave en la planificación de la asignatura ya que colaboraron activamente resultados y mejoraron su nivel de motivación y participación en la asignatura, lo cual condujo a unas buenas calificaciones finales de la materia a nivel general. El 93% de alumnos superaron la materia en el curso 2020/2021 y el 7% restante de alumnos no se han presentado por lo que no hay

ningún alumno que haya suspendido la asignatura. En conclusión, la metodología docente propuesta desde la adaptación a la innovación educativa en tiempos de pandemia fue adecuada. Si comparamos los resultados obtenidos con los del curso 2019/2020, en este caso se impartieron 3 clases presenciales, mientras el estado de alarma no fue decretado y el resto de las sesiones se impartieron en modalidad de teledocencia, siendo el porcentaje de alumnos no presentados a la materia mayor representado por un 29%.

Palabras clave:

Ingeniería Forestal, Topografía, Teledetección, SIG, Geomática, Tecnología, Componente tecnológico, Sensor, Plataformas, Equipos.

1. Introducción

La función de los ingenieros forestales abarca múltiples actividades; mejora del medio ambiente, bienes y servicios del sector forestal, planificación, proyección, reconstrucción, mantenimiento y mejora de infraestructuras forestales, prevención de incendios forestales mediante tratamientos silvícolas, estudios medioambientales, hidrológicos y de conservación de la naturaleza, control de fauna y flora silvestre, gestión de espacios naturales, control y mejora de la producción forestal, aprovechamiento forestal, industria maderera y de productos forestales. Los estudiantes se forman en todos los procesos involucrados, capacitándolos para que en el futuro contribuyan en el desarrollo, administración y protección de los recursos naturales. Además, el alumnado alcanzará entre otras las capacidades para planificar y ejecutar planes de desarrollo relativos a proyectos agroforestales, conocimientos para el fomento y desarrollo del sector forestal, administrar empresas y otras instituciones así como la preservación y la conservación del medio ambiente nacional o regional (EcuRed, 2021). La Ingeniería forestal se define como la aplicación de principios o técnicas de ingeniería necesarios para el manejo de los terrenos forestales. Con este objetivo se persigue un trabajo que garantice la salud y la sostenibilidad de los suelos, de los terrenos forestales y de las cuencas hidrográficas, al tiempo que se desarrollen actividades económicas, como la extracción de madera o el uso recreativo de las mismas (Universitaria, 2021). El grado de ingeniería forestal se puede considerar una carrera multidisciplinar debido a la variedad de competencias adquiridas que permiten al titulado realizar una gran diversidad de trabajos en un amplio rango de áreas profesionales.

Una de las materias que forma parte del plan de estudios de la titulación es la Topografía, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica, aplicada en el ámbito forestal. Como su nombre indica, esta materia se distribuye en tres bloques fundamentales. La Topografía se ocupa del estudio de los métodos para obtener la representación plana de una parte de la superficie terrestre. Así como tiene en cuenta la construcción, el conocimiento y el manejo de los instrumentos necesarios para ello. Todo estudio de ingeniería, desde el proyecto de un tramo de carretera o una línea eléctrica hasta el diseño de un sistema de riego, necesita una representación clara y fidedigna del terreno en el que se va a desarrollar (Martín *et al.*, 1994). La topografía forestal se encarga de realizar el análisis y la interpretación pormenorizada del mapa topográfico a través de distintos instrumentos, aplicando las nociones propias de la disciplina y la cartografía (Geoavance, 2021). El segundo bloque es el de la teledetección, se trata de una técnica que permite obtener información de los objetos a distancia, sin que exista un contacto material. Para que sea posible es necesario que exista algún tipo de interacción entre los objetos observados y el sensor. La interacción producida es un flujo de la radiación de los objetos que se dirige hacia el sensor. En cuanto al origen del flujo puede ser, de tres tipos: radiación solar, reflejada por los objetos (luz visible e infrarrojo reflejado), radiación terrestre emitida por los objetos (infrarrojo térmico) y radiación emitida por el sensor y reflejada por los objetos (radar). Las técnicas basadas en los dos primeros tipos se conocen como teledetección pasiva, mientras que la tercera técnica se conoce como teledetección activa. El análisis de esta información permite el reconocimiento de las características de los objetos observados, así como de los fenómenos que se producen en la superficie terrestre, oceánica o en la atmósfera. Por lo tanto, son muchas las ciencias, tanto naturales como sociales, interesadas en el uso de la teledetección (Geografía, Geología, Meteorología, Agronomía, etc.) (Murcia, 2021). En los últimos años, ha aumentado de forma importante en número de usuarios que consultan información espacial, así como la disponibilidad de datos. Sin embargo, una gran parte de los profesionales han adquirido conocimientos básicos sobre el tratamiento de imágenes satelitales y de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) a partir de cursos impartidos por instituciones o proyectos extrauniversitarios, donde se ha constatado un bajo grado de conocimientos en el campo de la teledetección. Este hecho ha evidenciado la necesidad de darle un mayor impulso y que sea incorporada definitivamente como una materia curricular en diferentes grados, como es el caso de la Ingeniería Forestal, Biología, Geografía, entre otras (Lizeca *et al.*, n.d.). El tercer bloque de la asignatura es el de los SIG que constituyen una de las mayores revoluciones dentro del

campo de la Geografía, que puede considerarse insertada dentro de lo que se denomina actualmente la “sociedad de la información”. Mediante el uso de los SIG se ha reducido el tiempo, los recursos y el número de expertos que requerían complejos procesos de análisis de información espacial. Esta situación, convierte a los SIG en una herramienta indispensable para el desarrollo de diferentes campos como la medicina, la arqueología, la sociología y todas las disciplinas que utilicen alguna variable con expresión en el espacio geográfico (Aliaga, 2006). Según la utilidad de los SIG, se pueden clasificar en dos grandes grupos: por un lado, la gestión y descripción del territorio y por otro lado la ordenación y planificación del territorio. En cada uno de ellos los SIG realizan tareas diferentes, por lo tanto, se utilizan distintas capacidades y funciones (Sendra & García, 2000). En concreto, una de las aplicaciones fundamentales de los SIG es la gestión de los recursos naturales que requiere de la integración de datos referidos tanto a la realidad pasada o presente, como a posibles previsiones futuras. En esta tarea los SIG se manifiestan como una herramienta de trabajo clave, ya que constituyen un sistema único capaz de combinar ambas necesidades (Sánchez *et al.*, 1999).

La asignatura de Topografía, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica del Grado de Ingeniería Forestal se imparte en el segundo curso, y es de carácter obligatorio. La materia se caracteriza por su transversalidad ya que aborda diferentes ramas de la geomática aplicables tanto al sector forestal como a otros sectores de la ingeniería. Se imparten conocimientos de técnicas de medición y control invasivas desde la topografía convencional aplicada tanto al ámbito forestal como a otros ámbitos análogos hasta técnicas de medición o de control no invasivas como es el caso de la teledetección. Además, la gestión, estudio, control y manejo de grandes cantidades de datos gráficos, geospaciales y alfanuméricos para la gestión y ordenación del territorio se hace posible mediante el uso de los SIG. Para cerrar el ciclo de aprendizaje se imparten metodologías que permiten adquirir los conocimientos necesarios para la realización, maquetado y normalizado de productos cartográficos (mapas, planos). Esta materia se considera fundamental debido a la transversalidad de sus contenidos, además de ser complementaria para profundizar en otras asignaturas, como, por ejemplo: Hidrología Forestal, Selvicultura, Repoblaciones Forestales, Aprovechamientos Forestales, Dasometría, Ordenación Forestal y Proyectos entre otras. Además, la materia presenta un alto componente tecnológico lo cual obliga al docente a poseer un nivel de equipamiento altamente actualizado y resulta necesario una formación continua ya que los equipos, plataformas o sensores utilizados se encuentran en constante evolución. Lo que permite al docente transmitir con garantías los conocimientos y

metodologías a utilizar combinando el uso de tecnologías convencionales con las más recientes. Respecto a los softwares, se emplean generalmente de acceso libre, o de forma alternativa se trabaja con licencias gratuitas para estudiantes. Lo que redundará en una completa formación para el alumno a la vez que actualizada, que será de gran ayuda para adquirir la destreza y los conocimientos vanguardistas que le permitirán realizar los trabajos tanto en su etapa académica como profesional. Se considera fundamental mentalizar al alumno de la actualización continua que sufren los contenidos impartidos en esta materia para que en el futuro pueda desempeñar su profesión con garantías de calidad en el trabajo que a su vez le permitirá optimizar los rendimientos. Debido a esta necesidad, se ha empleado el aprendizaje cooperativo, así como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). La metodología del ABP permite a los alumnos adquirir conocimientos y competencias clave a través de la elaboración de proyectos que dan respuesta a problemas de la vida real. Este tipo de enseñanza, innovadora y realista, se considera un avance para el alumno, ya que puede aplicar los conocimientos adquiridos para solucionar problemas de la vida real, lo que tiene como resultado una mayor motivación y participación por parte del mismo.

2. Marco teórico

2.1. Plataforma Campus Remoto Uvigo para la docencia online

El Campus Remoto Uvigo es una réplica digital de cada aula, despacho o sala que forma la Universidad, que centraliza todas las herramientas de tele-docencia en un único punto. Dispone de un sistema denominado “aulas en directo” virtuales, que permite impartir la docencia mediante videoconferencia. Además, esta plataforma posee múltiples funcionalidades adicionales, como compartir pantalla o presentaciones, hacer presentador al alumno, uso del chat o la posibilidad de grabar la clase. La integración de este conjunto de herramientas permite al usuario gestionar el desarrollo de una asignatura, fomentando la comunicación e interacción entre profesor y alumnos.

El Campus Remoto, es un sistema de videoconferencia masiva que utiliza un software de código abierto y que permite desarrollar múltiples aplicaciones en función de las necesidades que puedan surgir. Desarrollado inicialmente para permitir el desenvolvimiento de la actividad académica de forma virtual lo cual permite al alumnado la asistencia a clase desde cualquier lugar. Esta plataforma ha evolucionado en el Campus Íntegra, una herramienta que nos permite impartir la docencia en modalidad presencial y telemática, siendo

esta última modalidad reservada para alumnos que se encuentren en sus domicilios o en otros espacios aislados por problemas de aforo o distancias del protocolo COVID-19 (Suaréz, 2020).

Durante el curso 2020/2021 la Universidad de Vigo aconsejó que las tutorías se realizaran preferentemente en modalidad virtual, motivo por el cual se empleó esta herramienta. Además, permite la opción de realizar seminarios, tutorías grupales e incluso la presentación de trabajos por parte del alumnado.

2.2. Plataforma Moovi/Moodle

La plataforma Moovi, basada en la plataforma estándar de software libre Moodle, presenta las opciones para compartir e intercambiar material entre el docente y el alumnado. El docente dispone de una amplia oferta de herramientas, para poder compartir el material de la asignatura, mediante ficheros, archivos, carpetas, foros, etc. El software Moodle es un sistema para el Manejo del Aprendizaje en línea gratuito, que permite a los educadores crear sus propios sitios web privados, llenos de cursos dinámicos que permiten el aprendizaje, en cualquier momento y en cualquier lugar. El núcleo de Moodle, es extremadamente personalizable, al mismo tiempo que incorpora variedad de características estándar, como por ejemplo; (1) Interfaz moderna e intuitiva, diseñada para ser responsiva y accesible; (2) Tablero personalizado, que permite organizar y mostrar los cursos en la forma que se desee, así como la visualización de los mensajes y las tareas actuales; (3) Actividades colaborativas, que permiten trabajar y aprender conjuntamente en foros, wikis, glosarios, actividades de base de datos son algunas de las utilidades que se encuentran disponibles; (4) Calendario todo en uno, se trata de una herramienta que ayuda a mantener al día el calendario académico, las fechas de entrega dentro del curso, las reuniones grupales y otros eventos personales; (5) Gestión conveniente de archivos, permite arrastrar y colocar archivos desde servicios de almacenamiento en la nube, incluyendo MS OneDrive, Dropbox y Google Drive; (6) Editor de texto, es simple e intuitivo, permite darle formato convenientemente al texto y añadir contenido multimedia; (7) Notificaciones, los usuarios pueden recibir alertas automáticas acerca de nuevas tareas y fechas de entrega, publicaciones en foros, o el envío de mensajes privados siempre que la opción se habilite; (8) Monitoreo del progreso, función disponible tanto para los educadores como para los alumnos así como el estado de una tarea dentro de un conjunto de opciones para el monitoreo de actividades individuales o recursos, así como del curso (Moodle, 2021).

2.3. Aprendizaje cooperativo asociado a Aprendizaje Basado en Proyectos

La teoría desarrollada por Piaget, (1964) sostiene que el aprendizaje se desarrolla con mayor eficacia al trabajar con compañeros. La idea de cognición social sugiere que los alumnos serían fuentes de conocimiento para sus compañeros. Con el objetivo de mejorar el conocimiento del amplio temario que abarca esta materia, se ha desarrollado una metodología basada en el Aprendizaje cooperativo.

Esta tipología de aprendizaje permite que los estudiantes trabajen independientemente y asuman responsabilidades dentro de su propio aprendizaje. Además de aportar otros beneficios, como promover la capacidad crítica, estimular la colaboración entre alumnos, por encima de una actitud más individualista o competitiva. Se ha constatado como esta metodología facilita un mayor rendimiento en áreas como las matemáticas, ciencias y tecnologías, permitiendo el desarrollo de múltiples habilidades (Domingo, 2008).

Las actividades propuestas dentro de este marco colaborativo han adquirido el enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Donde cada uno de los integrantes participa en base a los conocimientos que posea previamente, a su propio contexto o al conocimiento adquirido en el grupo (Ariño, 2017). El ABP les permitirá relacionar un problema nuevo con problemas ya conocidos, lo que les ayuda a generalizar y comprender cuándo un conocimiento previo puede ser aplicado.

2.4. Descripción general de la asignatura

La asignatura Topografía, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica se ofrece en el segundo cuatrimestre del segundo curso académico y es de carácter obligatorio para todas las especialidades de la titulación del Grado de Ingeniería Forestal de la Universidad de Vigo. Posee una carga de 9 créditos académicos y una distribución de horas lectivas de 25 horas teóricas y 50 horas prácticas. En cada curso académico alrededor de 15-20 estudiantes se matriculan en la asignatura.

En la guía docente se encuentran recogidas aquellas competencias transversales, propias del Grado en Ingeniería Forestal, que el alumno debe obtener al cursar con éxito la asignatura:

- Conocimiento y comprensión de las disciplinas de ingeniería de su especialidad, al nivel necesario para adquirir el resto de las competencias de la titulación, incluyendo nociones de los últimos avances.

- Ser consciente del contexto multidisciplinar de la ingeniería.
- Capacidad para analizar productos, procesos y sistemas complejos en su campo de estudio; elegir y aplicar métodos analíticos, de cálculo y experimentales relevantes de forma relevante e interpretar correctamente los resultados de estos análisis.
- Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en su especialidad; escoger y aplicar métodos analíticos, de cálculo y experimentos adecuadamente establecidos; Reconocer la importancia de las restricciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales.
- Capacidad del proyecto utilizando conocimientos avanzados de su especialidad en ingeniería.
- Capacidad para realizar búsquedas bibliográficas, consultar y usar bases de datos y otras fuentes de información con discreción, para realizar simulaciones y análisis con el objetivo de realizar investigaciones sobre temas técnicos de su especialidad.
- Capacidad para consultar y aplicar códigos de buenas prácticas y seguridad de su especialidad.
- Capacidad para proyectar y realizar investigaciones experimentales, interpretar resultados y obtener conclusiones en su campo de estudio.
- Comprensión de las técnicas y métodos de análisis, proyecto e investigación aplicables y sus limitaciones en el ámbito de su especialidad.
- Conocimiento de la aplicación de materiales, equipos y herramientas, procesos tecnológicos y de ingeniería y sus limitaciones en el ámbito de su especialidad.
- Conocimiento de las implicaciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales de la práctica en ingeniería.
- Capacidad para funcionar eficazmente en contextos nacionales e internacionales, individualmente y en equipo, cooperar con los ingenieros o personas de otras disciplinas.
- Capacidad para reconocer la necesidad de una formación continua, realizar esta actividad de manera independiente durante su vida profesional.
- Capacidad para estar al día de las noticias científicas y tecnológicas.

Debido a la situación provocada por el COVID-19, esta asignatura se ha planificado en tres escenarios/modalidades distintas. La opción preferente es la

modalidad presencial, en el caso de que las circunstancias sanitarias lo permitan. Modalidad online (docencia telemática) en caso de que la situación sanitaria requiera/exija el distanciamiento social y no sea posible realizar la docencia en formato presencial se optará por esta vía. Modalidad mixta, se trata de un escenario intermedio entre el presencial y el online y se optará por esta modalidad cuando por condiciones de aforo máximo o confinamiento de algún alumno no sea posible impartir clase a todos los alumnos de forma presencial. En este escenario el docente impartirá clase de forma presencial a los alumnos asistentes en el aula física pero los alumnos que no puedan estar presencialmente se conectarán vía telemática haciendo uso del campus remoto a través del aula virtual asignada para la asignatura.

Durante la mayor parte del curso 2020-2021 la docencia se ha desarrollado en modalidad presencial, pero debido al empeoramiento de la situación sanitaria, a principios del segundo cuatrimestre (mes de febrero) se impartió la docencia en la modalidad online (teledocencia) durante un período de tres semanas a través del aula virtual mediante la plataforma del Campus Remoto Uvigo. Por un lado, esta aula se ha empleado para desarrollar las prácticas teóricas, fomentando la interactividad, comunicación y participación de los estudiantes, además ha servido para fomentar una mejor distribución del tiempo. Por otra parte, en cuanto al desarrollo de las actividades prácticas, se ha intentado optimizar en base a las condiciones sanitarias del momento, inicialmente se optó por impartir las temáticas teóricas necesarias para la realización de las prácticas de campo debido al impedimento de su realización por medios telemáticos. El manejo de equipos topográficos e interpretación del terreno difícilmente es sustituible por medios telemáticos, no obstante existen simuladores de equipos topográficos así como vídeos didácticos, pero no son comparables con la realización de las prácticas de campo presenciales donde los alumnos pueden tocar, manipular, así como las posibles problemáticas y dificultades que puedan surgir a la hora de manejar los equipos topográficos, al mismo tiempo que se asumen los roles de trabajar en equipo. Las prácticas que se han realizado de forma telemática han necesitado la distribución de material complementario de acceso libre de igual manera que guías metodológicas y vídeos multimedia y proyectos reales facilitados por el docente.

En cuanto a la evaluación de la asignatura esta consta de cuatro partes. En primer lugar, se realiza una prueba de preguntas teóricas y problemas cortos, cuya calificación pondera un 20% de la calificación final. En segundo lugar, el desarrollo de un examen de prácticas con un supuesto práctico cuya ponderación sería un 30% de la calificación final. En tercer lugar, la entrega de problemas y ejercicios presentados en clase con una ponderación del 10% de la

calificación final. Por último, la entrega de los proyectos propuestos por el docente en las prácticas, tanto de laboratorio como de campo, en las que cada alumno debe realizar un proyecto final y presentarlo en público, cuya ponderación es de un 40% de la calificación final. Este sistema se considera adecuado, ya que por una parte obliga al alumno a realizar un esfuerzo adicional para adquirir los conocimientos necesarios que le permiten superar la parte teórica y práctica, mientras por otra parte se valora el trabajo diario, el comportamiento, la constancia y la evolución del alumno durante el curso. En el caso de que el alumno no asista a clases ni entregue los trabajos propuestos, no se podría superar la asignatura y tendría que presentarse a un examen final en las convocatorias oficiales. De forma adicional también se valorará: la asistencia, la actitud, la participación, así como los aspectos de organización, adquisición de destrezas y entregables tanto grupales como individuales.

3. Propuesta metodológica

El objetivo general que se persigue en esta asignatura se basa en el diseño de una metodología docente adaptada e innovadora que facilite el aprendizaje, el interés y la motivación del alumno para obtener mejores resultados en cuanto a la asistencia, participación y calificaciones. De tal modo que permita al alumnado adquirir las capacidades necesarias para aplicar técnicas de medición, manejo de equipos, uso de softwares, elaboración de informes, tanto dentro del ámbito de la ingeniería forestal como en otra rama de la ingeniería en las que las metodologías sean análogas.

Los objetivos específicos de la asignatura, persiguen que el alumno sea capaz de medir, inventariar, evaluar los recursos forestales, aplicar y desarrollar técnicas silvícolas, manejo de sistemas forestales y, técnicas de aprovechamiento de productos forestales maderables y no maderables. Debe adquirir la capacidad necesaria para diseñar, dirigir, elaborar, implementar e interpretar proyectos o planes, así como para redactar informes técnicos, memorias de reconocimiento, valoraciones, peritajes o tasaciones. Con el objetivo de poseer la capacidad de trabajar en un entorno multidisciplinar aplicando el conocimiento de las técnicas de representación, la capacidad de visión espacial y la normalización, al mismo tiempo que maneja programas informáticos de interés en ingeniería (diseño asistido por ordenador, modelización del terreno, cálculo de volúmenes de perfiles transversales/longitudinales) y de tratamiento de datos espaciales (SIG).

Por todo ello, se ha diseñado una metodología de aprendizaje que permite al alumno alcanzar todas las competencias necesarias con el fin de formarse

como un experto en la materia, capacitado para enfrentarse a problemas y tareas reales.

3.1. Descripción de la experiencia global

La asignatura tiene un conjunto de competencias específicas y resultados de aprendizaje que están ampliamente detalladas en la guía docente los cuales han sido mencionados en el apartado anterior de este documento. Dichas competencias sirven para realizar el diseño de las actividades propuestas que exigen al profesor la capacidad de coordinar y orientar al alumno en cada una de las actividades a realizar. La función del alumno es realizar el continuo seguimiento de la asignatura, lo que le permitirá el desarrollo de cada una de las actividades programadas, a las cuales debe asistir, y deberá entregar los informes en los plazos estipulados, que le permitirá superar la materia.

3.2. Descripción de la propuesta: Marco teórico

Las clases de teoría preferentemente se imparten en modalidad presencial, en caso de limitaciones de presencialidad debido a la cuarentena de algún alumno causada por la situación sanitaria del COVID 19 se ofrece la posibilidad de realizar las clases en modalidad mixta (presencial y en remoto) haciendo uso de la plataforma campus remoto y en caso extremo de confinamiento total se procederá a la modalidad de docencia online utilizando la misma plataforma mencionada. Además, también se hace uso de la plataforma Moovi/Moodle en la que se facilita toda la información necesaria al alumno, en forma de presentaciones de teoría y distinto material didáctico para los bloques de los que consta la asignatura. Mediante esta herramienta también se realizarán las entregas de los ejercicios y pruebas estipuladas por parte de los alumnos que contarán con un plazo de entrega, además de su uso para establecer una interacción entre profesor y alumnos realizando consultas, comentarios o establecer conversaciones relacionadas con la temática de la asignatura. En el caso de un confinamiento total se realizarían las pruebas teóricas de forma telemática con la herramienta que nos proporciona Moovi/Moodle.

Los contenidos de las presentaciones de teoría, los equipos y los softwares se mantendrán constantemente actualizados siguiendo el avance actual de dichas tecnologías.

Para una mayor implicación y motivación del alumnado se les hace saber que tanto la asistencia, como la actitud y la participación durante las clases de teoría se puntúan favorablemente.

Los temas de teoría a impartir se exponen en las Tablas 1, 2 (Topografía, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica) respectivamente. Cada tema permite al alumno adquirir los conocimientos necesarios que posteriormente le facilitará realizar con garantías las prácticas de la asignatura, adquiriendo las destrezas y conocimientos que podrá aplicar en el futuro de su vida profesional.

Tabla 1. Contenidos teóricos del bloque de Topografía

Nº de tema	Descripción	Objetivos
1	Introducción a la topografía	Iniciación en la materia, conocer sus utilidades, sus principales disciplinas.
2	Mediciones e instrumentación	Conocer los principales métodos de medición, los equipos y sensores utilizados en la asignatura.
3	Radiación	Conocer la utilidad, la metodología para realizar el método de medición por radiación.
4	Itinerario planimétrico cerrado	Conocer la diferencia entre una radiación y un itinerario, conocer los tipos de itinerarios existentes, la diferencia entre ellos. Estudiar la utilidad y metodología para realizar un itinerario planimétrico cerrado.
5	Itinerario planimétrico abierto	Conocer la diferencia entre un itinerario planimétrico cerrado y un Itinerario planimétrico abierto, la diferencia entre ellos. Estudiar la utilidad y metodología para realizar un Itinerario planimétrico abierto.
6	Itinerario altimétrico	Conocer la utilidad, la metodología para realizar un itinerario altimétrico, ver la diferencia entre un itinerario planimétrico y altimétrico.
7	Intersección	Conocer la utilidad, la metodología para realizar el método de intersección.
8	Diseño de un proyecto	Conocer las partes básicas para realizar un proyecto de mediciones topográficas.
9	Cálculo de alturas remotas	Adquirir conocimientos y técnicas para el cálculo de alturas remotas.
10	Replanteos	Conocer en que consiste la operación del replanteo, estudiar las distintas metodologías empleadas y equipos necesarios para realizar el replanteo con cada metodología.
11	MDT y plano curvado	Aprender a realizar representaciones del modelo digital del terreno (MDT), el curvado del mismo, utilizando softwares topográficos para la generación de curvas de nivel.
12	Perfiles y cubicaciones	Aprender a realizar perfiles topográficos (transversales/longitudinales) y cubicaciones de movimientos de tierras, etc.
13	Sistemas de navegación por satélite (GNSS-GPS)	Conocer la teoría de funcionamiento de los sistemas GNSS-GPS, los componentes que lo forman y los equipos que se utilizan para la medición en campo.

Tabla 2. Contenidos teóricos del bloque de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica

Nº de tema	Descripción	Objetivos
1	Guía de instalación de QGIS	Conocer la página de descarga del software, la metodología para una correcta descarga e instalación.
2	Introducción a los sistemas de información geográfica (SIG)	Iniciación en la materia, conocer sus utilidades y principales disciplinas. Introducir al alumno en la filosofía de los sistemas de información geográfica (SIG).
3	Sistemas de proyección	Conocer los principales sistemas de proyección y ver sus características.
4	Modelos SIG	Conocer los diferentes modelos en los SIG.
5	Entrada de datos y operaciones ráster	Conocer los datos ráster, ventajas e inconvenientes respecto a los datos vectoriales y las operaciones que se pueden realizar con este tipo de datos.
6	Entrada de datos y operaciones vectoriales	Conocer los datos vectoriales, ventajas e inconvenientes respecto a los datos ráster y las operaciones que se pueden realizar con este tipo de datos.
7	Repaso de los temas vistos	Refuerzo y repaso de los temas vistos anteriormente.
8	Recursos cartográficos y compositor de impresiones	Conocer las principales plataformas actuales de acceso para descargar recursos cartográficos de referencia. Aprender a conectarse a servidores WMS/WFS/WCS. Aprender a utilizar el compositor de impresiones para la generación de cartografía (mapas/planos).
9	Historia y Fundamentos de la teledetección	Iniciación en la materia, conocer sus utilidades y principales disciplinas. Introducir al alumno en la filosofía de la teledetección.
10	Clasificación de imágenes de satélite	Conocer las principales técnicas de la clasificación de imágenes de satélite.

3.3. Descripción de la propuesta: Marco práctico

Las clases prácticas de laboratorio se ajustan a los mismos criterios establecidos para las clases teóricas, preferentemente se imparten en modalidad presencial y en caso de limitaciones de presencialidad debido a la cuarentena de algún alumno causada por la situación sanitaria del COVID 19 se realizarán en modalidad mixta (presencial y en remoto) haciendo uso de la plataforma Campus Remoto Uvigo. De igual modo que en la parte teórica de la asignatura, se hace uso de la plataforma Moovi/Moodle para facilitar toda la información necesaria relativa al contenido práctico a los alumnos y estos a su vez hacen uso de la plataforma para entregar los trabajos en los plazos estipulados.

Los guiones de las prácticas serán actualizados según la tecnología y los equipos utilizados, preferiblemente estarán enfocadas a la realización de casos reales de estudio mediante el ABP generando de este modo una motivación y atención por parte del alumnado, lo que redundará en un mayor grado de aprendizaje.

El contenido de las prácticas se expone en las Tablas 3, 4 (Topografía, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica) respectivamente, cada práctica permite al alumno adquirir los conocimientos necesarios y profundizar en las diferentes cuestiones teóricas de la materia que podrá aplicar en el futuro en la vida profesional.

La elaboración de las prácticas en el bloque de Topografía se realizó de forma grupal. Los alumnos se dividen en grupos de 3 o 4 personas, donde se les asignan diferentes roles, dichos roles se deben intercambiar entre ellos durante el curso, para que cada uno de los miembros del grupo realice todos los trabajos diseñados por el docente. De ese modo, se fomenta el aprendizaje cooperativo, mediante este modelo de aprendizaje los alumnos procuran obtener resultados que sean beneficiosos para ellos mismos y para todos los integrantes del grupo de trabajo (Johnson *et al.*, 1999). En resumen, se fomenta la adquisición de competencias, así como la mejora en la distribución de tareas o el grado de control y la auto-exigencia.

Cabe destacar que las prácticas de medición con equipos topográficos se realizan en campo, mientras que las prácticas de manejo de los distintos softwares de topografía y dibujo asistido por ordenador se realizan en el laboratorio.

Tabla 3. Prácticas del bloque de Topografía

Nº de práctica	Descripción	Objetivos
1	Familiarización/conocimiento de los principales equipos de topografía utilizados en el ámbito forestal	Conocer/ver los principales equipos de topografía utilizados en el ámbito forestal: Nivel topográfico, taquímetro, estación total, GPS.
2	Manejo de la estación total: estacionamiento y primeras mediciones	Aprender a manejar la estación total, realizar las primeras mediciones y replanteos.
3	Medición por el método de radiación	Aprender a realizar un levantamiento topográfico por el método de radiación.
4	Medición por el método de itinerario	Aprender a realizar un levantamiento topográfico por el método de itinerario.
5	Manejo de GPS topográfico	Aprender a montar un GPS y realizar las primeras operaciones de medición.
6	Medición con GPS topográfico	Aprender a realizar mediciones y replanteos con el GPS, interpretar el terreno a medir y ver las limitaciones del mismo.
7	Prácticas en laboratorio con software de dibujo asistido por ordenador	Familiarización con el sistema de trabajo y aprender a manejar software de dibujo asistido por ordenador.

Tabla 3 (continuación). Prácticas del bloque de Topografía

Nº de práctica	Descripción	Objetivos
8	Producción cartográfica	Conocer la normativa de dibujo para una correcta interpretación de los planos/mapas y generar cartografía con software de dibujo asistido por ordenador.
9	Prácticas en laboratorio con software de topografía	Conocer los principales softwares de topografía para realizar los estudios topográficos.
10	Maquetado de planos	Aprender a realizar el maquetado y ajuste final para la presentación de los mapas/planos a entregar.

Las prácticas relativas al bloque de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica se realizaron de forma individual. Dentro de este bloque todas las prácticas se realizan en el laboratorio mediante el manejo de los distintos softwares empelados en los SIG y la teledetección.

Tabla 4. Prácticas del bloque de teledetección y sistemas de información geográfica

Nº de práctica	Descripción	Objetivos
1	Introducción a los sistemas de información geográfica (SIG)	Familiarización con el sistema de trabajo de los sistemas de información geográfica (SIG).
2	Operaciones básicas con las capas	Conocer las principales operaciones a realizar con las capas en el QGIS.
3	Introducción a los modelos de datos geográficos ráster	Conocer las características de los modelos de datos ráster, aprender a cargarlos y trabajar con ellos en el QGIS.
4	Introducción a los modelos de datos geográficos vectoriales	Conocer las características de los modelos de datos vectoriales, aprender a cargarlos y trabajar con ellos en el QGIS.
5	Fuentes de información, servicios WMS, WFS y WCS	Conocer las principales plataformas actuales de acceso para descargar recursos cartográficos de referencia. Aprender a generar, cargar y usar servicios WMS, WFS y WCS.
6	Georreferenciación y análisis del terreno	Conocer la metodología para georreferenciar una imagen en el QGIS.
7	Compositor de impresiones	Aprender a utilizar el compositor de impresiones para la generación de cartografía (mapas/planos).
8	Procesado de imágenes satelitales	Conocer las principales metodologías para el procesado de imágenes satelitales.
9	Clasificación de imágenes satelitales	Aprender a realizar la clasificación de imágenes satelitales con distintas metodologías, resoluciones y niveles de detalle.
10	Iniciación al procesado de productos fotogramétricos adquiridos con vehículo aéreo no tripulado (UAV)	Conocer los principales modelos de UAV, los sensores que se pueden embarcar como cargas de pago en los mismos, su aplicación para la teledetección y los sistemas de información geográfica, así como los principales softwares de procesado de este tipo de información fotogramétrica.

Las prácticas propuestas en el segundo bloque de la asignatura tienen carácter transversal y los datos que conforman los distintos proyectos son recopilados de forma coordinada con otras materias del grado.

Debido al carácter tecnológico y práctico de la asignatura se considera de suma importancia la realización de salidas de campo, donde el alumno pueda ver como se realizan los trabajos en el entorno profesional de forma real. Debido a la situación actual generada por el COVID-19 no se considera aconsejable realizar estas salidas de campo, por lo que son aplazadas a cursos posteriores en los cuales se presente una mejor situación sanitaria.

Al inicio del curso se les hace entrega a los alumnos del calendario de trabajo con las fechas y temas a impartir tanto para las clases teóricas como para las clases prácticas, así como los horarios, las modalidades de las tutorías y el contacto de los docentes (número de despacho, correo electrónico).

4. Resultados y discusión

Tanto en la parte teórica como en la práctica de la asignatura se seguirá evolucionando hacia un método más interactivo que integre y motive a los alumnos al mismo tiempo que adquieren los conceptos teóricos sin la necesidad de realizar una medición o cuantificación de lo aprendido mediante una prueba o examen, sino que con el trabajo y esfuerzo diario se puedan alcanzar los objetivos óptimos de aprendizaje necesarios para superar la asignatura.

Esta materia presenta un alto componente tecnológico que requiere estar continuamente en proceso de actualización, debido tanto al continuo desarrollo de los equipos de medición como de los softwares y metodologías que se emplean para gestionar y procesar los datos capturados con dichos equipos. Lo que entraña una dificultad, pero al mismo tiempo un reto para el docente, el de mentalizar al alumno que, aun superando la materia, en caso de dedicarse a este ámbito deberá mantenerse actualizado continuamente.

Se ha percibido una mayor participación (asistencia a clases), implicación y un mayor grado de atención en los alumnos al emplear metodologías docentes más amigables como las que se propusieron y se llevaron a la práctica. El hecho de explicar la teoría con la funcionalidad enfocada en la práctica y a su vez, la práctica estar enfocada en la medida de lo posible en trabajos sobre proyectos reales (ABP), se logra motivar al alumno generando un mayor grado de implicación por su parte.

Cuanto mayor sea el grado de implicación por parte del alumno redundará en un mayor número de entrega de los ejercicios solicitados, así como una

mayor calidad de los mismos y finalmente un porcentaje mayor de aprobados en comparación con la metodología de realización de exámenes teóricos y prácticos haciendo uso de los métodos convencionales.

4.1. Objetivos alcanzados

Se puede considerar que se cumplen los objetivos alcanzados, pues con la metodología propuesta, por una parte, logramos una alta participación de los alumnos en la materia y un bajo grado de abandono de la misma, por otra parte, logramos que la totalidad de los alumnos que siguen la asignatura sean capaz de superarla.

4.2. Incidencias en el desarrollo

Solo se ha encontrado la incidencia de la docencia virtual durante tres semanas del mes de febrero de 2021, lo que estaba planificado de antemano, por si era necesario. Mediante la docencia virtual se pueden llevar a cabo todas las actividades teóricas y prácticas, salvo las salidas de campo, que debido a la situación actual generada por el COVID-19 no se aconseja realizarlas, pero si se considera de suma importancia poder iniciar esta actividad en cursos posteriores cuando las circunstancias sanitarias lo permitan.

4.3. Percepciones de los estudiantes

No se ha realizado ninguna encuesta para saber de forma objetiva las percepciones y valoraciones por parte de los estudiantes, pero sí que se observa de forma subjetiva, apoyándose tanto en la asistencia a clases como en la entrega de las actividades propuestas una mayor calidad en los ejercicios y exámenes, así como en la interacción con los alumnos tanto en el Moovi como en el campus durante las clases. Se puede percibir que los alumnos tienen un alto grado de satisfacción con la temática programada, equipos utilizados, las metodologías docentes propuestas y llevadas a cabo, lo cual se traduce en unos buenos resultados obtenidos en las calificaciones.

4.4. Análisis estadístico de las calificaciones finales

Se han evaluado las calificaciones obtenidas en el curso 2020-2021 y 2019-2020 (Figura 1).

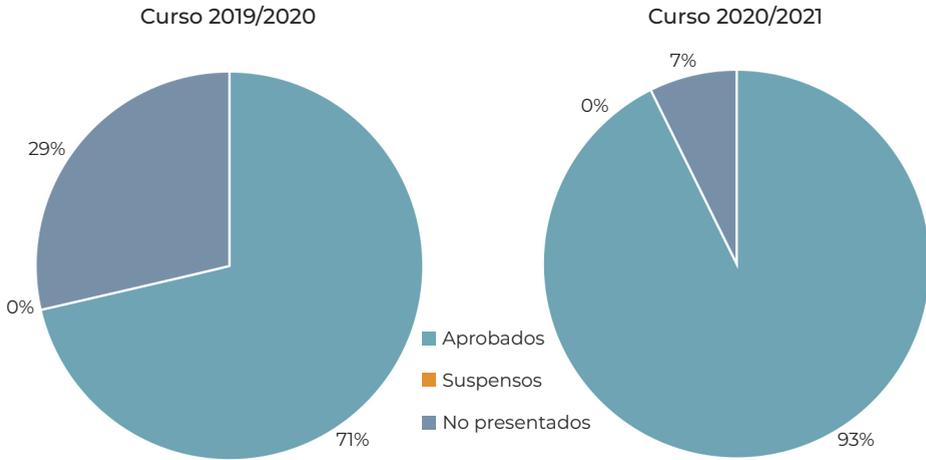


Figura 1. Datos estadísticos de las calificaciones de la materia Topografía, Teledetección y Sistemas de información Geográfica para los cursos 2019/2020 y 2020-2021

Como se puede observar en la Figura 1 durante el curso 2020-2021, el porcentaje de alumnos que superan la materia es alto (93%) y tan solo un 7% de alumnos no se han presentado. Lo cual es un buen indicador de que la metodología docente propuesta desde la adaptación a la innovación educativa en tiempos de pandemia es adecuada. Sin embargo, durante el curso 2019/2020, se impartieron 3 clases presenciales, mientras no se decretó el estado de alarma y el resto de las clases se impartieron mediante teledocencia, además durante ese año académico el porcentaje de alumnos que no se presentaron a la materia fue de un 29% de los alumnos.

4.5. Discusión

La metodología docente propuesta muestra unos resultados muy esperanzadores, debido a que todos los alumnos que deciden cursar la materia la superan satisfactoriamente. Los resultados muestran un bajo porcentaje de alumnos que no se presentan, los cuales después de ser encuestados argumentan que no siguen la asignatura por incompatibilidades con otras materias de cursos anteriores o por motivos laborales.

La materia está diseñada de tal modo que los alumnos tengan en consideración aspectos relacionados con la ingeniería forestal pero que estos a su vez son muy transversales y aplicables a otros ámbitos de la ingeniería, lo que

les genera un interés extra. Esta materia presenta un alto componente tecnológico, para lo cual se dispone de un gran nivel de equipamiento totalmente actualizado. Los softwares que se emplean generalmente son de acceso libre, o de forma alternativa con licencias gratuitas para estudiantes, lo que facilita el acceso a los alumnos y redundante en una mayor motivación de los mismos. Los alumnos realizan consultas en diversas fuentes de información geoespacial (IDEE, IGN, EIEL, etc.), y servidores de sistemas de información geográfica, accediendo a la normativa de urbanismo y ordenación del territorio (SIOTUGA, Catastro, Leyes del suelo, etc.), lo que les permite estar al día respecto a la información geoespacial de acceso libre disponible y a la normativa del ámbito en el que necesiten trabajar.

Una parte de la materia se plantea mediante la realización de trabajos, estos suelen ser en grupo (2-3 alumnos/grupo). Normalmente estos trabajos se exponen de forma oral, lo que mejora las capacidades de transmisión y fomenta la filosofía del trabajo en equipo dentro del alumnado.

5. Conclusiones y líneas de investigación futuras

La materia presenta un alto componente tecnológico, un nivel de equipamiento actualizado, priorizando el uso de softwares de acceso libre o licencias gratuitas para estudiantes, esto les facilita el acceso a los alumnos, lo que genera una mayor motivación del alumnado. La parte práctica de la materia se plantea mediante la realización de trabajos en grupo y que posteriormente se exponen los resultados obtenidos, lo que mejora las capacidades de transmisión del alumno y fomenta la filosofía del trabajo en equipo. Comparando la metodología actual con la de cursos anteriores, se puede observar de forma subjetiva que las notas medias, valoración, involucración y actitud de los alumnos mejoraron considerablemente, lo que se refleja en un mayor número de aprobados, con notas medias más altas y menor número de alumnos repetidores o aprobados en menos convocatorias empleadas. Esta metodología utiliza la evaluación continua y el ABP lo que provoca que el alumno se involucre más en el día a día de la materia y no que todo se refleje en el examen final. Además, se observa que el alumno muestra un mayor grado de satisfacción y con un mayor conocimiento en el campo tecnológico que en cursos anteriores. Esta formación continua, gradual y grupal le servirá en el futuro para desarrollar con garantías la profesión y las capacidades impartidas en la materia Topografía, Teledetección y Sistemas de información Geográfica que le sean susceptibles de aplicar en el mundo laboral.

Con vistas al futuro, debido a que la asignatura presenta un alto componente tecnológico se pretende seguir en constante evolución en cuanto al aprendizaje, manejo de nuevos equipos y metodologías que se vayan desarrollando, así como seguir evolucionando hacia el ABP e incluso en la medida de lo posible ampliar las tecnologías de la geomática pudiendo hacer uso de la Fotogrametría o el LiDAR (Light Detection and Ranging). Tanto en la parte de teoría como en la de prácticas seguiremos evolucionando hacia un método interactivo que cada vez integre y motive más a los alumnos para que puedan adquirir los conceptos teóricos sin la presión de realizar una prueba o examen final, sino que con el trabajo y esfuerzo diario puedan alcanzar los objetivos óptimos de aprendizaje que les permitan superar la asignatura mediante el método de evaluación continua.

6. Referencias

- ALIAGA, G., 2006. Juan Peña Llopis. «Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio.» *Revista de Geografía Norte Grande*, 36, pp. 97–101.
- ARIÑO, M. L., 2017. «Aprendizaje colaborativo y cooperativo.» Disponible en: <https://marinolatorre.umch.edu.pe/wp-content/uploads/2015/09/31.-Aprendizaje-colaborativo-cooperativo.pdf>
- DOMINGO, J., 2008. «El aprendizaje cooperativo.» *Cuadernos de Trabajo Social*, 21, pp. 231–246.
- ECURED, 2021. «Ingeniería Forestal». Disponible en: https://www.ecured.cu/Ingenier%C3%ADa_Forestal
- GEOAVANCE., 2021. «Topografía forestal: ¿por qué es tan importante en Canarias?». Disponible en: <https://geoavance.es/topografia/topografia-forestal-canarias/>
- JOHNSON, D. W., JOHNSON, R. T., y HOLUBEC, E. J., 1999. «*El aprendizaje cooperativo en el aula*». Disponible en: <https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/El%20aprendizaje%20cooperativo%20en%20el%20aula.pdf>
- LIZECA, J. L., PÉREZ, C., y ROJAS, J. (n.d.). «Introducción de la teledetección en la enseñanza universitaria.» Disponible en: http://www3.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/jornada/programa/t-10_trab_3.pdf
- MARTÍN, A. G., CAMPOY, M. R., & VÁZQUEZ, F. E. S. 1994). «Topografía básica para ingenieros» (Vol. 42). EDITUM.

- MOODLE., 2021. «*Características de Moodle 3.4.*» Moodle. Disponible en:
https://docs.moodle.org/all/es/Caracter%C3%ADsticas_de_Moodle_3.4
- MURCIA, U. DE., 2021. «*Fundamentos físicos de la teledetección.*». Disponible en:
<https://www.um.es/geograf/sig/teledet/fundamento.html>
- PIAGET, J., 1964. «Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. » *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3), pp. 176–186.
- SÁNCHEZ, M. A., FERNÁNDEZ, A. A., ILLERA, P., y PONFERRADA, L., 1999. «Los sistemas de información geográfica en la gestión forestal.» *TELEDETECCIÓN. Avances y Aplicaciones. VIII Congreso Nacional de Teledetección. Albacete, España*, pp. 96–99.
- SENDRA, J. B., y GARCÍA, R. C., 2000. «El uso de los sistemas de Información Geográfica en la planificación territorial». *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, 20, 49.
- SUÁREZ, R. , 2020. La UVigo rompe la barrera del espacio con su réplica virtual. *Atlántico*. Disponible en:
<https://www.atlantico.net/articulo/universidad/uvi>
- UNIVERSITARIA, M. CARRERA, 2021. «Ingeniería forestal: Qué es, campo laboral y más.» Disponible en:
<https://micarrerauniversitaria.com/c-ingenieria/ingenieria-forestal/>

La educación superior se enfrenta a un nuevo paradigma a raíz de la crisis causada por la incidencia del COVID-19 en el tiempo, obligando a adaptar de forma inmediata la educación presencial a una educación online de emergencia. Esta transición digital, que ya se venía produciendo de forma gradual, ha sido acelerada en buena medida por la pandemia, suponiendo un ensayo permanente para impulsar procesos de innovación educativa.

La publicación que tiene en sus manos muestra un compendio de ocho capítulos que tratan de analizar los efectos que la pandemia ha causado en el sector de la educación superior. En sus páginas se analiza el rol de la tecnología y el cambio de paradigma que atraviesa la educación superior hacia una progresiva digitalización, así como valiosas lecciones que debemos extraer para afrontar con garantías esta época post-pandemia.

