

Modalidades de Aprendizaje para la Innovación Educativa





Reconocimiento-No Comercial-Sin Obra Derivada (by-nc-nd): No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas.



Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, bajo las condiciones siguientes:



Reconocimiento – Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el licenciadore:

Edición: Lourdes Villalustre Martínez y Marisol Fernández Cueli. Universidad de Oviedo. Vicerrectorado de Políticas de Profesorado. Instituto de Investigación e Innovación Educativa. (2023).
Modalidades de aprendizaje para la innovación educativa. Universidad de Oviedo

La autoría de cualquier artículo o texto utilizado del libro deberá ser reconocida complementariamente.



No comercial – No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin obras derivadas – No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

© 2023 Universidad de Oviedo

© Los autores

Algunos derechos reservados. Esta obra ha sido editada bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional de Creative Commons.

Se requiere autorización expresa de los titulares de los derechos para cualquier uso no expresamente previsto en dicha licencia. La ausencia de dicha autorización puede ser constitutiva de delito y está sujeta a responsabilidad.

Consulte las condiciones de la licencia en: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.es>

Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo

Edificio de Servicios - Campus de Humanidades

33011 Oviedo - Asturias

985 10 95 03 / 985 10 59 56

servipub@uniovi.es

www.publicaciones.uniovi.es

ISBN: 978-84-18482-94-6

Indice

DESARROLLO DE COMPETENCIAS TRANSVERSALES.

La necesidad de educación en bioética como competencia transversal de los futuros investigadores: una prueba de concepto en el grado de biología 13

Ana María Navarro Incio y Laura Tolvía Navarro

La historia de la educación de las mujeres como espacio de reflexión para fomentar la igualdad de género en la docencia y la investigación universitaria..... 19

Victoria E. Alvarez Jiménez

Prevención de la violencia de género en el grado en educación primaria a través de los cuentos de Emilia Pardo Bazán 25

María Luz Bort-Caballero y Manuel Gil-Mediavilla

Adopta una superficie: una aproximación visual a la geometría diferencial clásica 31

Esther Cabezas Rivas y María García Monera

Blackboard blogging in the classroom: uso de la herramienta de los blogs en asignaturas de grado 39

Lourdes Bosch Juan, Carolina Galiana Roselló, Verónica Veses Jiménez y Marta Marín Vázquez

Proyecto IMPULSO(R: orientación inicial y profesional del alumnado del Grado de Logopedia en la era digital 45

Eliseo Diez-Itza, Paz Suárez-Coalla, Maite Iglesias y Verónica Martínez

Ingeniería y filosofía (IF 5.0): hacia la hibridación disciplinaria en clave dialógica 53

Natalia Fernández Jimeno, Beatriz Rayón Viña, Pablo Revuelta Sanz, Enrique Álvarez Villanueva, Carla García Cárdenas, Jorge Coque Martínez, Marta Isabel González García y Ramón Rubio García

DESARROLLO DE LOS ODS.

La integración del aprendizaje-servicio y ODS en la formación inicial del profesorado..... 59

Eider Chaves Gallastegui y José Miguel Correa Gorospe

Salud y bienestar en los centros educativos. Propuesta de un programa de prevención de trastornos de la conducta alimentaria y obesidad 65

Beatriz Alonso-Tena, Amparo Calatayud Salom, Angel Joaquin Lucas Calatayud y Carles Ruiz-Tomás

El uso de *Bancos de Tiempo* como estrategia didáctica transdisciplinaria 73

Gonzalo Llamedo-Pandiella

#NOesunJUEGO. Un videojuego de novela visual sobre la problemática del trabajo infantil	81
<i>Pablo Garmen, Noemí Rodríguez, Eva García-Vázquez, Eduardo Dopico, Aida Dopico, Beatriz Cimadevilla y Carmen Blanco-Fernández.</i>	
Estereotipos en libros de L1 y L2: revisión para la mejora educativa	89
<i>María Muñoz Carrión y Jaime Puig Guisado</i>	
El proceso de inclusión de un alumno con Síndrome de Prader-Willi. Un estudio de caso.....	109
<i>Dainury Vázquez Coll, Juan Jorge Muntaner Guasp y Antonio Rodríguez Fuentes</i>	
NUEVAS METODOLOGÍAS DOCENTES.	
La enseñanza de la filosofía mediante metodologías Activas	117
<i>Javier Suárez</i>	
Estrategias basadas en el juego y en el estudio de casos para la mejora de la comprensión de las prácticas de neuroanatomía en estudiantes del grado de psicología.....	125
<i>Patricia Sampedro Piquero y Helena González Vaquerizo</i>	
Metodología activa para mejorar la destreza de comunicación oral en inglés jurídico	133
<i>María José Álvarez Faedo, Sergio Martínez López, y Alfonso Carlos Rodríguez Fernández-Peña</i>	
Coevaluación de la escritura de noticias en el aula de educación primaria a través del uso de google forms	141
<i>Lucas Javier Santiago Barrado, Daniel Lázaro Martín y María Jesús Fernández Sánchez</i>	
Aprender a enseñar valores: preparando una unidad didáctica con contenido filosófico.....	149
<i>Guillermo Moreno Tirado, Isabel Argüelles, Belén Laspra y Javier Suárez</i>	
Innovación docente en el aprendizaje de la historia económica a través del uso de fuentes históricas	155
<i>Damián Copena Rodríguez y Gabriel Pruneda</i>	
La percepción del profesorado sobre las metodologías innovadoras en el aula	165
<i>Joseba Delgado-Parada, María-Carmen Ricoy y María del Pino Díaz-Pereira</i>	
Docencia práctica inclusiva en ciencias morfológicas: la visión del profesorado	171
<i>Eva María del Valle Suárez, Montserrat García Díaz, y Ana María Navarro Incio</i>	
“Flipped Classroom” en inglés: invirtiendo los roles estudiante-docente en un aula de Ingeniería	177
<i>María Elena de Cos Gómez y Silvia Gregorio Sainz</i>	
Investigación de problemas urbanos con alumnos de educación básica	185
<i>Solange Francieli Vieira</i>	
El uso de productos culturales audiovisuales para asimilar la asignatura de historia económica	191
<i>María Gómez Martín</i>	
Aprendizaje basado en proyectos en el ámbito universitario: geografía de los paisajes y el medio físico de España	201
<i>Salvador Beato Bergua</i>	

Edpuzzle como potenciador del aprendizaje a través de vídeos en ciencias de la salud	209
<i>María Del Mar Fernández Álvarez, Rubén Martín Payo y Judit Cachero Rodríguez</i>	
Coaprendizaje y competencia discursiva.....	217
<i>Rosabel San Segundo Cachero</i>	
Profesionales con Impacto	225
<i>Aitana Sánchez-González, Andrés Meana-Fernández, Deva Menéndez-Teleña, Luis Alfonso Díaz-Secades, Verónica Soto-López, Ramón Rubio-García, Cristina Rocés y Marco Sernaglia</i>	
El aula de lengua española y su didáctica como espacio de buenas prácticas educativas para la formación de futuros docente de educación primaria	233
<i>Sabina Reyes de las Casas</i>	
Gamificación analógica vs digital en el entorno de la expresión gráfica en ingeniería	239
<i>Diego-José Guerrero-Miguel, María-Belén Prendes-Gero, Martina-Inmaculada Álvarez-Fernández, Celestino González-Nicieza</i>	
Gamificación en humanidades a través del juego <i>Timeline</i>: presentación del proyecto y primeras valoraciones.....	245
<i>Enrique Meléndez Galán, Pedro D. Conesa Navarro, Carla Fernández Martínez, Antonio Ledesma González y Fuensanta Murcia Nicolás</i>	
Empoderando a la infancia desde la Universidad. Una experiencia de aprendizaje y servicio a través de la metodología de Design for Change	253
<i>Benjamín Castro-Martín</i>	
Como actores de doblaje en educación primaria: una experiencia de doblaje para mejorar la expresión oral en inglés.....	259
<i>Leticia Álvarez santamaría</i>	
Escape Room en la asignatura de “enfermería de urgencias y cuidados críticos” en el grado de enfermería	267
<i>Andrea Rodríguez Alonso, Sofía Osorio Álvarez, José Antonio Cernuda Martínez y Eva González López</i>	
Lesson Study: aplicación del método de estudio en educación secundaria obligatoria	273
<i>Celia Márquez López y M.ª Elena Gómez Parra</i>	
De congreso en el aula sobre los últimos avances de la investigación en plantas	281
<i>José Manuel Alvarez, Candela Cuesta, Ricardo Ordás y Elena Mª Fernández</i>	
Reajuste de la metodología docente en educación superior a entornos virtuales: diseño y valoración	289
<i>Mª Isabel López Rodríguez y Maja Barac</i>	
Los videojuegos en las aulas del futuro. un enfoque pedagógico lúdico en educación superior	299
<i>María Rosa Fernández-Sánchez, Noelia Durán-Rodríguez y Mario Cerezo-Pizarro</i>	
Diseño Instruccional de sistemas gamificados en la formación inicial del profesorado. Una experiencia ambientada en el Universo Marve	307
<i>Alberto González-Fernández, Isabel Porras-Masero y Alain Presentación-Muñoz</i>	

Elementos narrativos y cómic con El hombre que mató a Lucky Luke. Una propuesta didáctica 315

Carlos Flores Martínez y Miguel López-Verdejo

Metodología de aprendizaje colaborativo y basado en proyectos orientada a la aplicación de conocimientos teórico-prácticos en el desarrollo de un prototipo de motocicleta eléctrica para una competición interuniversitaria 321

Ángel Navarro Rodríguez, Ramy Georgious Zaher, Álvaro Noriega González, Pablo García y Juan Manuel Guerrero

TRANSFERENCIA DE LA INNOVACIÓN

La Educación Inclusiva basada en los videojuegos 333

Daniel Zarzuelo Prieto y Sergio Suárez González

Nacimiento y desarrollo de un ecosistema de aprendizaje creativo, emprendedor y sostenible: despertando vocaciones 341

Emilio Álvarez-Arregui, Covadonga Rodríguez-Fernández, Lara González Díaz, María Covadonga Juez Siesto, Jesús Vera Berdasco y Tatiana Suárez Rodríguez

TUTORÍA Y SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE APRENDIZAJE.

La tutoría como factor clave para alcanzar el incremento escolar. Caso: Universidad Politécnica de Tulancingo Hidalgo.....351

María del Rosario López Torres, Ángel Alejandro Pastrana López, Claudia Vega Hernández y Angélica Elizalde Canale

Impacto del plagio en la evaluación del trabajo del estudiantado universitarios..... 357

Laura Calzada-Infante, Jorge Coque, María A. García García y Pilar L. González-Torre

USO E INTEGRACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS EN EL ÁMBITO EDUCATIVO

Corrección de prácticas de laboratorio y ejercicios propuestos en tiempo real..... 365

Pelayo Nuño Huergo y Francisco González Bulnes.

Impresión 3D. Una experiencia en el aula del futuro para la formación inicial del profesorado de educación primaria. 375

Mario Cerezo-Pizarro, Jorge Guerra-Antequera, y Francisco Ignacio Revuelta-Domínguez

Opinión y formación sobre las TIC por parte de docentes granadinos de educación primaria que atienden a alumnado con dificultades vinculadas al lenguaje oral y escrito..... 387

Carmen del Pilar Gallardo Montes

Exploring the potential of video for the improvement of pre-service EFL and bilingual teachers' linguistic competence 393

Francisco Javier Palacios-Hidalgo, Cristina Díaz-Martín, María Elena Gómez-Parra y Cristina A. Huertas-Abril

Estrategias para fomentar el aprendizaje ubicuo en la docencia práctica en microscopía.....401

Beatriz Caballero-García, Eva-Martínez-Pinilla, Yaiza Potes-Ochoa, Ana Coto-Montes y Ignacio Vega-Naredo

Desarrollo de una infraestructura de laboratorios informáticos multiplataforma y de bajo coste de recursos para la docencia de cursos de administración de sistemas y seguridad informática 409

José Manuel Redondo López y Enrique Juan de Andrés Galiana

Infraestructura de código abierto para el soporte de enseñanza síncrona en entornos distribuidos 419

Francisco Ortín, Jose Quiroga, Miguel Garcia, Javier Escalada y Oscar Rodriguez-Prieto

Plataforma para aprendizaje incremental en asignaturas de radar y radiodeterminación	426
<i>Yuri Álvarez López, María García Fernández y Fernando Las-Heras Andrés</i>	
I-dentus: manual digital de tratamientos y protocolos asistenciales para el estudiante de odontología.....	434
<i>Matías Ferrán Escobedo Martínez, Luis Manuel Junquera Gutiérrez, Sonsoles Olay García, Sonsoles Junquera Olay y Enrique Barbeito Castro</i>	
Innovación en la enseñanza de los sistemas digitales programables basados en microcontroladores	443
<i>Juan Carlos Álvarez Antón, David Anseán González, Cecilio Blanco Viejo y Juan C. Viera Pérez</i>	
Prácticas pedagógicas en un taller de rediseño de moda.....	453
<i>Liliane Gonzaga Sommermeyer, Joana Cunha y Maria Cecilia Loschiavo dos Santos</i>	
Diseño y resultados de un curso MOOC (UNIOVIX) para la elaboración de trabajos fin de estudios sobre adicciones	461
<i>Alba González-Roz, Gema Aonso-Diego, y Andrea Krotter</i>	
Aprendizaje del alumnado en las aulas para el uso de las tecnologías desde la perspectiva de género. La experiencia desde la narrativa de una maestra de educación primaria	469
<i>Katya Bonelo Morales y Víctor Amar Rodríguez</i>	
Realidad virtual y realidad aumentada como herramientas para la docencia	475
<i>Marco Sernaglia, Noelia Rivera-Rellán, Marlene Bartolomé-Sáez, Luis Alfonso Díaz-Secades, Verónica Soto-López, Deva Menéndez-Teleña y Aitana Sánchez-González</i>	
Evaluación del trabajo colaborativo del alumnado a través de machine learning.....	483
<i>Marina Díaz Piloñeta, Joaquín Villanueva Balsera, Gemma Martínez Huerta y Marta Terrados Cristos</i>	
Introducción del fotómetro para microplacas en prácticas de bioquímica	492
<i>Álvaro F. Fernández y María Guerra Andrés</i>	

Infraestructura de código abierto para el soporte de enseñanza síncrona en entornos distribuidos

Francisco Ortin, Jose Quiroga, Miguel Garcia, Javier Escalada y Oscar Rodriguez-Prieto
Departamento de Informática, Universidad de Oviedo
Correspondencia: ortin@uniovi.es

1. Introducción

A raíz del confinamiento derivado de la pandemia producida por el COVID-19, se han demandado tecnologías que faciliten el desarrollo de clases síncronas con alta interacción entre el profesorado y el estudiantado (Pokhrel & Chhetri, 2021). La mera exposición de contenidos propios de una lección magistral utilizando sistemas de conferencia web tales como Zoom, MS Teams, BigBlueButton o Adobe Connect, no cumplen con la demanda de entornos prácticos donde se requiera una fuerte interacción profesor-alumno y sea necesario visualizar el trabajo realizado por el estudiantado en tiempo real (García *et al.*, 2021). Esto es debido a que los sistemas de conferencia web no ofrecen la monitorización del trabajo que están realizando todos los alumnos en cada una de las sesiones síncronas.

Bajo tales condiciones, es necesario que el alumnado pueda participar en las sesiones desde su domicilio, empleando su propio ordenador y conexión a Internet, con las limitaciones tecnológicas que esto pueda suponer. Es por ello necesario utilizar una infraestructura que consuma pocos recursos físicos (memoria y CPU del ordenador) y permita la utilización de conexiones con un bajo ancho de banda, incluyendo aquéllas disponibles en el ámbito rural. Adicionalmente, el sistema deberá ser fácil de instalar y configurar, pudiendo ser empleado en todos los proveedores de servicios de Internet existentes.

Bajo estos condicionantes, el presente trabajo aporta las siguientes contribuciones:

1. Una infraestructura para el soporte de enseñanza síncrona en entornos distribuidos, disponible para su utilización como un proyecto libre y de código abierto (Sección 2).
2. Un análisis de los recursos necesarios de CPU, memoria y consumo de ancho de banda para poder ser utilizado (Sección 5).
3. La utilización de la infraestructura desarrollada para la impartición remota de los laboratorios de una asignatura de programación, así como el análisis de los resultados obtenidos, la satisfacción del estudiantado y la comparación con el método tradicional presencial (Sección 3).
4. El empleo de nuestro sistema en escenarios de aula invertida (*flipped classroom*) de dos asignaturas diferentes, de grado y máster, junto con un análisis de las opiniones y grado de satisfacción del alumnado (Sección 4).

2. Arquitectura

La arquitectura de nuestro sistema se presenta en la Figura 1. Los alumnos y profesores se conectan a la infraestructura desde cualquier ubicación, utilizando Internet. Utilizamos una red privada virtual (VPN) para incluir a todos los participantes en la misma red y así facilitar la apertura de distintos puertos TCP/IP y poder conocer la IP de cada uno de los alumnos asistentes a una sesión, creando una sesión virtual para todos ellos (García *et al.*, 2021). La autenticación de los usuarios es llevada a cabo mediante un servidor de protocolo ligero de acceso a directorios (LDAP), ubicado en la red de la Universidad de Oviedo.

Hemos modificado la implementación del proyecto de código abierto Veyon para incluir en él dos funcionalidades (García *et al.*, 2023). Primero, se añade al profesor la capacidad de, con un nuevo botón en la barra de herramientas, grabar vídeos para las pruebas de evaluación. Segundo, nuestra versión de Veyon incluye la aceptación explícita requerida por el reglamento 2016/679 de la Unión

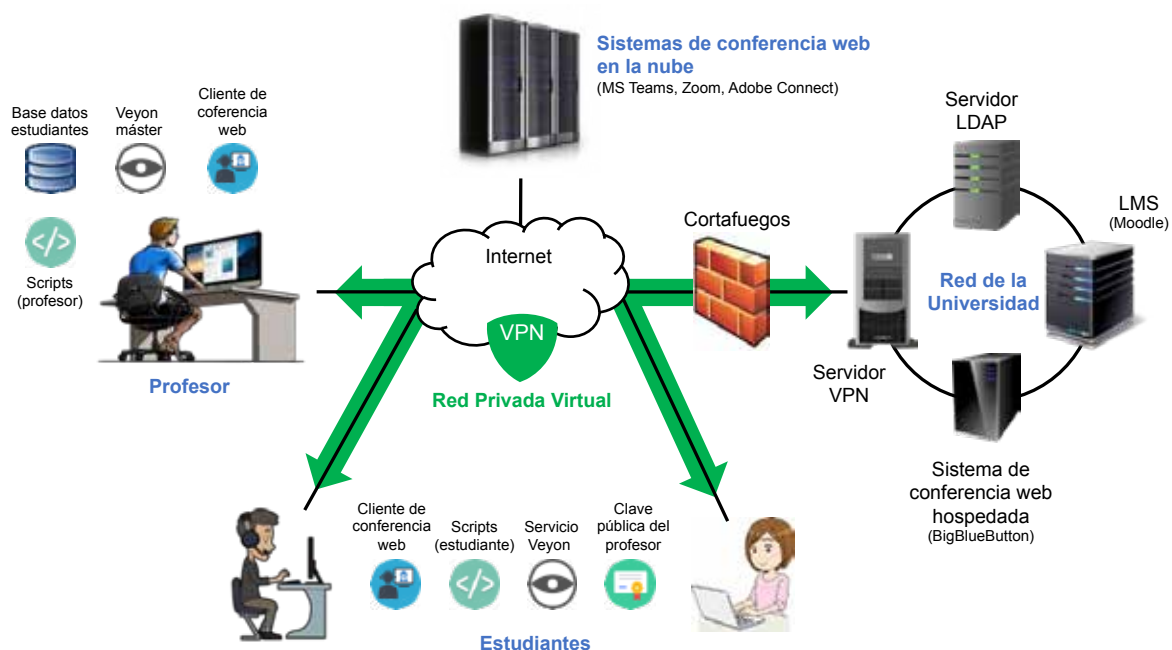
Europea sobre la protección de datos (EU, 2016). Cuando el profesor va a monitorizar ordenador del alumno, nuestro software le pide consentimiento al alumno para realizar dicha acción. También se pide consentimiento si se va a tomar control del ordenador del alumno.

La comunicación entre estudiantes y profesores es llevada a cabo mediante un sistema de conferencia web (MS Teams o BigBlueButton). Nuestra infraestructura incorpora una serie de *scripts* que hemos desarrollado, tanto para profesores como para alumnos, para permitir la sencilla instalación, desinstalación, iniciado y parada del sistema, así como para la creación de sesiones por parte del profesorado. Para una descripción más detallada de nuestra infraestructura, consúltese Garcia *et al.* (2023).

Una aportación importante de nuestro sistema es que éste permite utilizar la misma metodología que se emplee en laboratorios prácticos presenciales, al ofrecer los mismos mecanismos que se utilizan de modo presencial: diseminación de información oral y proyectada (sistema de conferencia); monitorización del trabajo de los alumnos (modificación de Veyon); acceso distribuido y seguro con mero acceso a Internet (VPN); y creación automática de grupos de laboratorio (*scripts* desarrollados). De este modo, cualquier tipo de laboratorio que pueda ser impartido bajo estas condiciones en un laboratorio presencial, también podrá ser desarrollado de forma no presencial o híbrida mediante la utilización de nuestra infraestructura.

Figura 1

Arquitectura de la infraestructura para el soporte de enseñanza síncrona en entornos distribuidos



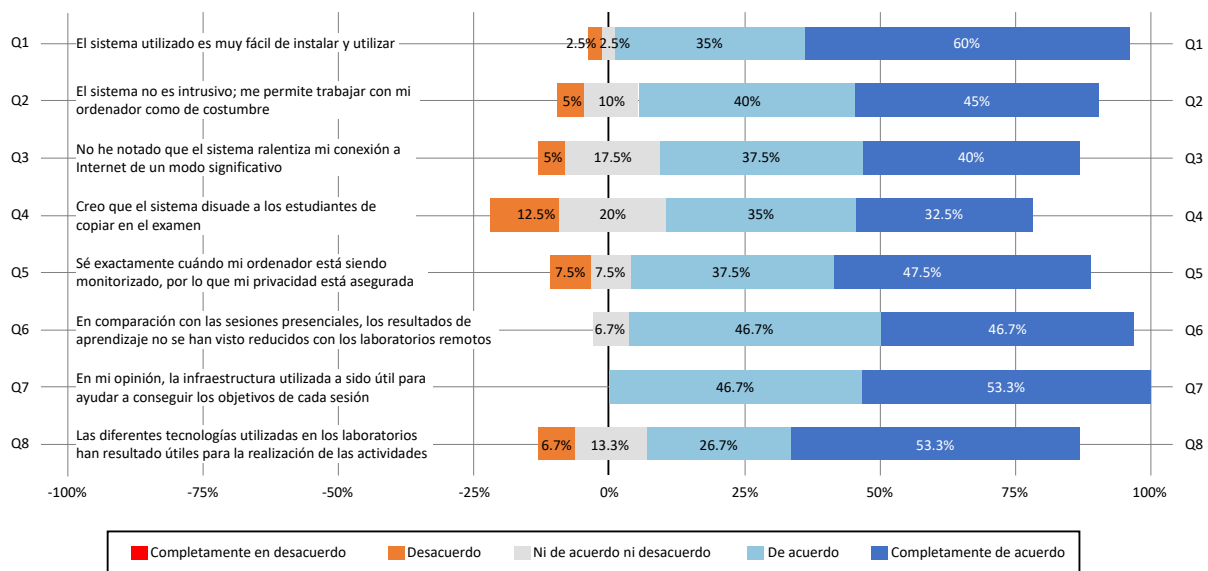
3. Utilización en laboratorios de programación

Nuestra plataforma fue utilizada para impartir los laboratorios de la asignatura Tecnología y Paradigmas de la Programación del Grado en Ingeniería Informática del Software de la Universidad de Oviedo (Ortín *et al.*, 2017), durante el confinamiento del curso académico 2019/20, incluyendo el examen práctico de la citada asignatura. No se ha utilizado nuestra infraestructura con posterioridad en dicha asignatura.

Para conocer el grado de satisfacción del alumnado, 50 estudiantes respondieron de forma anónima a un cuestionario de satisfacción con respuestas en una escala Likert de 5 puntos: de 1 = completamente en desacuerdo, a 5 = completamente de acuerdo (Figura 2). El coeficiente de Cronbach obtenido fue $\alpha = 0,8543$, denotando así una elevada fiabilidad (Cronbach, 1951). Todas las preguntas menos una (Q4) obtuvieron un valor medio superior a 4, mostrando que los estudiantes están de acuerdo con las afirmaciones del cuestionario. Las preguntas Q1 y Q7 están más cerca de “totalmente de acuerdo”: Q1 sobre la sencillez de instalación y uso y Q7 respecto a que la infraestructura es adecuada para lograr los objetivos de cada sesión. La pregunta con resultado más bajo (3,88) fue la que indicaba que la infraestructura evitaba copias en el examen, estando, no obstante, más cerca de “de acuerdo” que de “ni de acuerdo ni desacuerdo” (Quiroga *et al.*, 2022).

Figura 2

Distribución de las respuestas de los alumnos al cuestionario de satisfacción en los laboratorios de programación.



También analizamos las variaciones de los resultados en ocho años anteriores, para ver si hay alguna diferencia significativa con el curso académico evaluado. La Tabla 1 presenta el número de estudiantes matriculados, presentados, aprobados, suspensos y sus notas medias. También se muestran los intervalos de confianza del 95% (distribución *t* de Student) de todos los años anteriores al impartido con nuestra infraestructura. Podemos ver cómo todos los valores del curso en el que utilizamos nuestra infraestructura están dentro de los intervalos de confianza del 95%, por lo que el enfoque de laboratorio remoto no provocó ninguna diferencia significativa con años anteriores.

También analizamos si el uso de nuestra infraestructura influyó en la evaluación final de los estudiantes (la nota final se calcula como el 70% nota de laboratorio y el 30% examen de teoría). Las últimas cuatro filas de la Tabla 1 muestran datos sobre la evaluación final. Al igual que en los laboratorios, los valores de 2019-20 están dentro de los intervalos de confianza del 95% de los ocho cursos académicos anteriores. Por lo tanto, nuestro enfoque de laboratorio de programación remota tampoco produjo diferencias significativas en las calificaciones finales. Es más, la tasa de alumnos presentados, la nota media y la tasa de aprobados son ligeramente superiores a los valores medios de los cursos anteriores.

Tabla 1

Comparación de los resultados con los ocho cursos académicos anteriores

Curso académico	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	IC 95% 2011-2019	
N (matriculados)	80	81	138	133	153	188	147	140	136	(94,1, 161,2)	
Laboratorios	Presentados	39	49	80	93	123	153	121	108	99	(51,9, 123,5)
	Aprobados	29	38	54	63	61	112	95	63	71	(33,9, 84,7)
	Suspensos	10	11	26	30	62	41	26	45	28	(10,5, 42,9)
	Presentados	48,8%	60,5%	58,0%	69,9%	80,4%	81,4%	82,3%	77,1%	72,8%	(57%, 80,4%)
	Aprobados	74,4%	77,6%	67,5%	67,7%	49,6%	73,2%	78,5%	58,3%	71,7%	(58,4%, 76,9%)
	Suspensos	25,6%	22,4%	32,5%	32,3%	50,4%	26,8%	21,5%	41,7%	28,3%	(21,1%, 39,7%)
	Nota media	6,5	6,4	6,1	6,2	4,9	6,0	6,3	5,8	6,1	(5,54, 6,47)
Final	Presentados	48,8%	61,7%	58,0%	69,9%	80,4%	81,4%	82,3%	84,3%	72,8%	(57,3%, 82%)
	Aprobados	87,2%	76,0%	47,5%	72,0%	53,7%	77,1%	91,7%	55,1%	75,8%	(53,3%, 83,4%)
	Suspensos	12,8%	24,0%	52,5%	28,0%	46,3%	22,9%	8,3%	44,9%	24,2%	(10,4%, 40,5%)
	Nota media	6,5	6,1	5,1	6,2	5,1	6,1	6,3	5,9	6,0	(5,41, 6,38)

4. Utilización en aulas invertidas

También empleamos nuestra infraestructura en dos contextos de aula invertida (*flipped classroom*) para las asignaturas de Diseño de Lenguajes de Programación (tercer curso del Grado en Ingeniería Informática del Software) y Servicios Web (primer curso del Máster Universitario en Ingeniería Web). El objetivo es ver en qué medida el uso de esta tecnología puede ayudar en la puesta en común del trabajo realizado por los alumnos, incrementar la participación de los estudiantes tímidos, incluir en las sesiones a estudiantes que no estén en el aula y permitir el uso de cualquier software disponible en sus ordenadores para aprender mediante una aproximación interactiva y ágil de “probar y mostrar” los resultados (Ortín *et al.*, 2023).

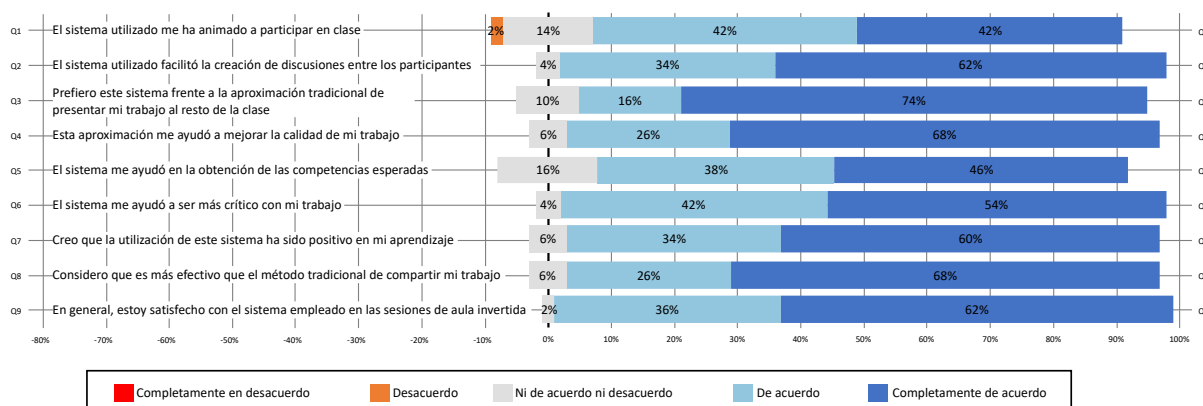
Tras siete sesiones de aula invertida, se les pasó un cuestionario a los alumnos (50 alumnos en total) para evaluar su grado de satisfacción en cinco puntos de una escala de Likert (escala similar a la descrita en la Sección 3). Las nueve preguntas planteadas, así como la distribución de las respuestas obtenidas, puede verse en la Figura 3 (Cronbach $\alpha = 0,8324$).

Para todas las preguntas, la respuesta más común (moda) fue “completamente de acuerdo”. Todas las preguntas tienen un valor medio superior a 4 por lo que, en promedio, los alumnos están de acuerdo con las afirmaciones del cuestionario. De las nueve preguntas, siete de ellas están más cerca de “completamente de acuerdo” que de “de acuerdo”. La primera pregunta, “el sistema utilizado me animó a participar en las sesiones de clase”, fue la de menor valor promedio (4.24) y es la única pregunta con una respuesta “desacuerdo”, para un solo estudiante. Para la última pregunta, que evalúa la satisfacción general con nuestro sistema, la respuesta promedio fue de 4,6 sobre 5.

Dado que el experimento se realizó en dos asignaturas diferentes y por dos profesores distintos, también estudiamos si hubo alguna influencia de la asignatura o profesor en las respuestas de los estudiantes. Para ello, realizamos un contraste de hipótesis mediante pruebas *t* para saber si existen diferencias estadísticamente significativas entre cursos y profesores. Para ninguna de las preguntas se obtuvieron diferencias significativas ($\alpha=0,05$, $p>0,05$), por lo que ni la asignatura ni el profesor influyeron significativamente en las respuestas de los estudiantes (Ortín *et al.*, 2023).

Figura 3

Distribución de las respuestas de los alumnos al cuestionario de satisfacción en las sesiones de aula invertida.



5. Consumo de recursos

Para saber bajo qué condiciones se puede utilizar nuestra infraestructura, hemos realizado una evaluación de los consumos de memoria, CPU y ancho de banda. Para ello, se configuró un laboratorio con 15 alumnos y un profesor, todos ellos utilizando nuestra infraestructura con monitores configurados con resolución Full HD (1920x1080). El ordenador utilizado por el profesor fue un Intel Core i7 7820X de 3,6 GHz con 16 GB de RAM DDR4 3200 MHz y Windows 10 pro 1909. Los estudiantes usaron diferentes ordenadores y portátiles, todos ellos con Windows 10.

Las primeras seis filas de la Tabla 2 muestran los recursos consumidos por cada uno de los elementos de nuestra infraestructura. Para el consumo de memoria y CPU, podemos ver cómo Veyon consume significativamente menos recursos que las dos plataformas de conferencia web (Teams y BigBlueButton). Microsoft Teams consume más CPU, memoria y ancho de banda de red que BigBlueButton. Las diferencias son particularmente significativas para la memoria (96,2% más) y el tráfico de descarga de estudiantes (94,9% más).

Las últimas cuatro filas de la Tabla 2 muestran el consumo de recursos de las dos configuraciones, tanto para estudiantes como para profesores (con 15 estudiantes por laboratorio). El uso de la CPU es bajo, oscilando entre el 2,56% (estudiante) y el 3,51% (profesor). Los recursos de memoria necesarios van de 0,78 GB (estudiante con BigBlueButton) a 1,66 GB (profesor con Teams). En cuanto a la conexión de red, el ancho de banda máximo requerido por los estudiantes es de 0,94/0,18 Mbps (0,5/0,16 Mbps si se utiliza BigBlueButton). Los profesores requieren 1,37/0,67 Mbps para laboratorios remotos con 15 estudiantes utilizando resolución Full HD

Tabla 2

Consumo de recursos de los distintos elementos de la infraestructura, incluyendo distintas configuraciones (BBB representa BigBlueButton).

		Utilización de CPU (%)	Memoria (MB)	Red, descarga (Kbps)	Red, subida (Kbps)
Elementos de la infraestructura	Servicio Veyon (estudiante)	0,31%	98	46,3	93,2
	Veyon máster profesor (15 estudiantes)	0,22%	202	1290,3	5,9
	MS Teams (estudiante)	2,26%	1375	893,6	89,6
	MS Teams profesor (15 estudiantes)	3,29%	1462	79,3	664,2
	BBB estudiante	2,25%	686	458,4	67,8
	BBB profesor (15 estudiantes)	3,13%	761	70,3	507,8
Configuraciones	Estudiante con MS Teams	2,57%	1473	939,9	182,8

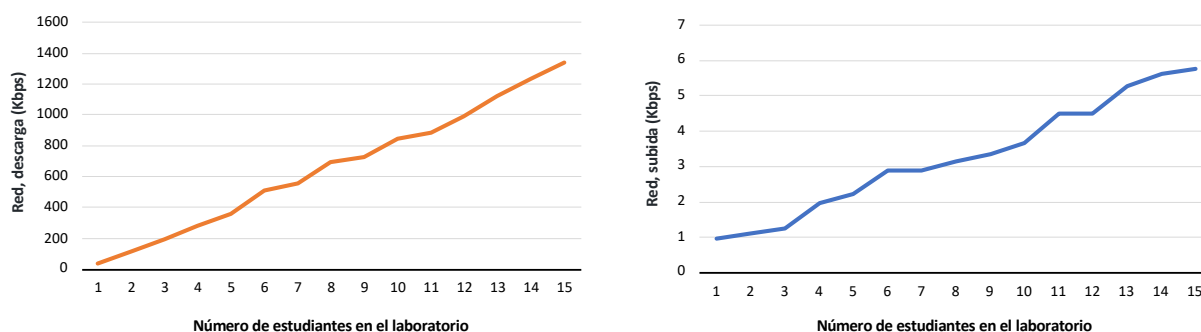
Estudiante con BBB	2,56%	784	504,7	161,0
Profesor con MS Teams (15 estudiantes)	3,51%	1664	1369,5	670,1
Profesor con BBB (15 estudiantes)	3,35%	963	1360,5	513,7

También medimos cómo varían los valores de la Tabla 2 en función del número de alumnos por clase. El consumo de memoria, CPU y red de ambas plataformas de conferencia web permanece constante. Esto se debe a que el audio y el video se transmiten desde el ordenador del profesor a todos los estudiantes al mismo tiempo (*broadcast*). Aunque el servicio de Veyon para estudiantes se mantiene constante, Veyon máster (profesor) necesita más ancho de banda a medida que aumenta la cantidad de estudiantes por laboratorio.

La Figura 4 muestra el ancho de banda de subida y descarga por estudiante consumido por Veyon máster (profesor). Para 15 alumnos, el profesor requiere una conexión a Internet de 1,3/0,006 Mbps. Para analizar la escalabilidad de Veyon máster, construimos dos modelos de regresión que estiman los anchos de banda de subida y descarga por alumno. Como se muestra en la Figura 4, ambos anchos de banda muestran un aumento lineal respecto al número de estudiantes (el coeficiente de determinación R^2 para los modelos de regresión de subida y descarga es, respectivamente, 0,981 y 0,944). El aumento del ancho de banda de descarga y subida por alumno (la pendiente de ambos modelos) es, respectivamente, de 90,8 y 0,37 Kbps. Por lo tanto, para un laboratorio remoto con 100 estudiantes, el profesor requeriría una conexión a Internet de 9,08/0,37 Mbps.

Figura 4

Tráfico de descarga y subida generado por Veyon máster, para un número creciente de estudiantes, todos ellos con resoluciones Full HD.



6. Conclusiones

Nuestra infraestructura de código abierto para entornos distribuidos permite la enseñanza síncrona de laboratorios de programación a través de Internet, con una instalación y configuración sencillas y un consumo de recursos asequible. Tras su utilización, los estudiantes mostraron una alta satisfacción con la infraestructura. Indicaron que es fácil de instalar y usar, no es intrusivo, no causa una ralentización significativa en su conexión a Internet, garantiza su privacidad y evita copias en los exámenes. Puede utilizarse para enseñar laboratorios de programación de forma remota sin que ello reduzca los contenidos y los resultados de aprendizaje de los laboratorios, siendo apropiado para lograr los objetivos de los laboratorios y ayudarles con las actividades a desarrollar. El uso de la infraestructura distribuida no causó una diferencia significativa en las calificaciones de los estudiantes ni en las tasas de presentados, aprobados o suspensos. El consumo asumible de recursos por parte de la infraestructura permitió que todos los estudiantes pudieran asistir satisfactoriamente a los laboratorios y exámenes, utilizando diferentes ordenadores y anchos de banda.

Asimismo, la infraestructura se utilizó de forma exitosa en siete sesiones de aula invertida de dos asignaturas tecnológicas en los que los alumnos requerían la utilización de un software específico. Permitted a cualquier alumno, incluidos los que no estaban presentes en el aula, mostrar rápidamente su trabajo al resto de la clase, utilizando cualquier software instalado en sus equipos, sin necesidad de desplazarse al ordenador del profesor para proyectar su trabajo. En opinión de los estudiantes, el sistema facilitó la creación de debates, los animó a participar, los hizo más críticos con su propio trabajo y constituyó una herramienta valiosa para aumentar la calidad de su trabajo autónomo, sus habilidades y su proceso de aprendizaje. Lo prefirieron frente al enfoque tradicional de presentar su trabajo al resto de la clase, evaluándolo con una satisfacción general de 4,6 puntos sobre 5.

Referencias bibliográficas

- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297–334.
- EU (2016). Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council, on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (general data protection regulation). *Official journal of the European Union*.
- Garcia, M., Quiroga, J., y Ortin, F. (2021) An Infrastructure to Deliver Synchronous Remote Programming Labs. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 14(2), 161–172.
- Garcia, M., Quiroga, J., y Ortin, F. (2023) Veyon Fork to comply with the EU general data protection regulation and record remote lab sessions. [Online]. Available: <https://github.com/ComputationalReflection/veyon>
- Ortin, F., Redondo, J. M., y Quiroga, J. (2017) Design and Evaluation of an Alternative Programming Paradigms Course. *Telematics and Informatics*, 34(6), 813–823.
- Ortin, F., Quiroga, J., y Garcia, M. (2023) A Monitoring Infrastructure to Improve Flipped Learning in Technological Courses. International Conference on Education and Distance Learning (ICEDL). *Journal of Information and Education Technology* (accepted, to be published).
- Pokhrel, S. y Chhetri, R. (2021). A Literature Review on Impact of COVID-19 Pandemic on Teaching and Learning. *Higher Education for the Future*, 8(1), 133–141.
- Quiroga, J., Garcia, M., y Ortin, F. (2022) Open-source Infrastructure for the Remote Delivery of Synchronous and Highly Interactive Sessions. *International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering* (ENASE).