

PIXEL BIT

Nº 64 MAYO 2022
CUATRIMESTRAL

e-ISSN:2171-7966
ISSN:1133-8482

Revista de Medios y Educación





PIXEL-BIT

REVISTA DE MEDIOS Y EDUCACIÓN

Nº 64 - MAYO - 2022

<https://revistapixelbit.com>



EDITORIAL
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

EQUIPO EDITORIAL (EDITORIAL BOARD)

EDITOR JEFE (EDITOR IN CHIEF)

Dr. Julio Cabero Almenara, Departamento de Didáctica y Organización Educativa, Facultad de CC de la Educación, Director del Grupo de Investigación Didáctica. Universidad de Sevilla (España).

EDITOR ADJUNTO (ASSISTANT EDITOR)

Dr. Juan Jesús Gutiérrez Castillo, Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Facultad de CC de la Educación, Universidad de Sevilla (España).

Dr. Óscar M. Gallego Pérez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

CONSEJO DE REDACCIÓN

EDITOR

Dr. Julio Cabero Almenara. Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

EDITOR ASISTENTE

Dr. Juan Jesús Gutiérrez Catillo. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Facultad de CC de la Educación, Universidad de Sevilla. (España)

Dr. Óscar M. Gallego Pérez. Grupo de Investigación Didáctica Universidad de Sevilla (España)

EDITORES ASOCIADOS

Dra. Urtza Garay Ruiz, Universidad del País Vasco. (España)

Dra. Ivanovna Milqueya Cruz Pichardo, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. (República Dominicana)

VOCALES

Dra. María Puig Gutiérrez, Universidad de Sevilla. (España)

Dra. Sandra Martínez Pérez, Universidad de Barcelona (España)

Dr. Selín Carrasco, Universidad de La Punta (Argentina)

Dr. Jackson Collares, Universidades Federal do Amazonas (Brasil)

Dra. Kitty Gaona, Universidad Autónoma de Asunción (Paraguay)

Dra. Elvira Esther Navas, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)

Dr. Angel Puentes Puente, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo (República Dominicana)

Dr. Fabrizio Manuel Sirignano, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)

CONSEJO TÉCNICO

Dra. Raquel Barragán Sánchez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

Antonio Palacios Rodríguez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

Manuel Serrano Hidalgo, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

Diseño de portada: Lucía Terrones García, Universidad de Sevilla (España)

Revisor/corrector de textos en inglés: Rubicelia Valencia Ortiz, MacMillan Education (México)

Revisores metodológicos: evaluadores asignados a cada artículo

CONSEJO CIENTÍFICO

Jordi Adell Segura, Universidad Jaume I Castellón (España)

Ignacio Aguaded Gómez, Universidad de Huelva (España)

María Victoria Aguiar Perera, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)

Olga María Alegre de la Rosa, Universidad de la Laguna Tenerife (España)

Manuel Área Moreira, Universidad de la Laguna Tenerife (España)

Patricia Ávila Muñoz, Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (México)

Antonio Bartolomé Pina, Universidad de Barcelona (España)

Angel Manuel Bautista Valencia, Universidad Central de Panamá (Panamá)

Jos Beishuizen, Vrije Universiteit Amsterdam (Holanda)

Florentino Blázquez Entonado, Universidad de Extremadura (España)
 Silvana Calaprince, Università degli studi di Bari (Italia)
 Selín Carrasco, Universidad de La Punta (Argentina)
 Raimundo Carrasco Soto, Universidad de Durango (México)
 Rafael Castañeda Barrena, Universidad de Sevilla (España)
 Zulma Cataldi, Universidad de Buenos Aires (Argentina)
 Manuel Cebrián de la Serna, Universidad de Málaga (España)
 Luciano Cecconi, Università degli Studi di Modena (Italia)
 Jean-François Cerisier, Université de Poitiers, Francia
 Jordi Lluís Coiduras Rodríguez, Universidad de Lleida (España)
 Jackson Collares, Universidades Federal do Amazonas (Brasil)
 Enricomaria Corbi, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
 Marialaura Cunzio, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
 Brigitte Denis, Université de Liège (Bélgica)
 Floriana Falcinelli, Università degli Studi di Perugia (Italia)
 Maria Cecilia Fonseca Sardi, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)
 Maribel Santos Miranda Pinto, Universidade do Minho (Portugal)
 Kitty Gaona, Universidad Autónoma de Asunción (Paraguay)
 María-Jesús Gallego-Arrufat, Universidad de Granada (España)
 Lorenzo García Aretio, UNED (España)
 Ana García-Valcarcel Muñoz-Repiso, Universidad de Salamanca (España)
 Antonio Bautista García-Vera, Universidad Complutense de Madrid (España)
 José Manuel Gómez y Méndez, Universidad de Sevilla (España)
 Mercedes González Sanmamed, Universidad de La Coruña (España)
 Manuel González-Sicilia Llamas, Universidad Católica San Antonio-Murcia (España)
 Francisco David Guillén Gámez (España)
 Antón José Meneses Osório, Universidade do Minho (Portugal)
 Carol Halal Orfali, Universidad Tecnológica de Chile INACAP (Chile)
 Mauricio Hernández Ramírez, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
 Ana Landeta Etxeberria, Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA)
 Linda Lavelle, Plymouth Institute of Education (Inglaterra)
 Fernando Leal Ríos, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
 Paul Leffere, Cca (UK)
 Carlos Marcelo García, Universidad de Sevilla (España)
 François Marchessou, Universidad de Poitiers, París (Francia)
 Francesca Marone, Università degli Studi di Napoli Federico II (Italia)
 Francisco Martínez Sánchez, Universidad de Murcia (España)
 Ivory de Lourdes Mogollón de Lugo, Universidad Central de Venezuela (Venezuela)
 Angela Muschitelli, Università degli studi di Bari (Italia)
 Margherita Musello, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
 Elvira Esther Navas, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)
 Trinidad Núñez Domínguez, Universidad de Sevilla (España)
 James O'Higgins, de la Universidad de Dublín (UK)
 José Antonio Ortega Carrillo, Universidad de Granada (España)
 Gabriela Padilla, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
 Ramón Pérez Pérez, Universidad de Oviedo (España)
 Angel Puentes Puente, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo (República Dominicana)
 Julio Manuel Barroso Osuna, Universidad de Sevilla (España)
 Rosalía Romero Tena, Universidad de Sevilla (España)
 Hommy Rosario, Universidad de Carabobo (Venezuela)
 Pier Giuseppe Rossi, Università di Macerata (Italia)
 Jesús Salinas Ibáñez, Universidad Islas Baleares (España)
 Yamile Sandoval Romero, Universidad de Santiago de Cali (Colombia)
 Albert Sangrà Morer, Universidad Oberta de Catalunya (España)
 Ángel Sanmartín Alonso, Universidad de Valencia (España)
 Horacio Santángelo, Universidad Tecnológica Nacional (Argentina)
 Francisco Solá Cabrera, Universidad de Sevilla (España)
 Jan Frick, Stavanger University (Noruega)
 Karl Steffens, Universidad de Colonia (Alemania)
 Seppo Tella, Helsinki University (Finlandia)
 Hanne Wacher Kjaergaard, Aarhus University (Dinamarca)



FACTOR DE IMPACTO (IMPACT FACTOR)

SCOPUS (CiteScore Tracker 2021: 3.6) - Journal Citation Indicator (JCI). Posici3n 400 de 722 revistas
 Puntuaci3n: 44.67 (Q3) - FECYT: Ciencias de la Educaci3n. Cuartil 2. Posici3n 16. Puntuaci3n: 39,80-
 DIALNET MÉTRICAS (Factor impacto 2019: 1,355. Q1 Educaci3n. Posici3n 11 de 2228) - REDIB
 Calificaci3n Glogal: 29,102 (71/1.119) Percentil del Factor de Impacto Normalizado: 95,455- ERIH PLUS
 - Clasificaci3n CIRC: B- Categoría ANEP: B - CARHUS (+2018): B - MIAR (ICDS 2020): 9,9 - Google
 Scholar (global): h5: 42; Mediana: 42 - Journal Scholar Metric Q2 Educaci3n. Actualizaci3n 2016 Posici3n:
 405ª de 1,115- Criterios ANECA: 20 de 21 - INDEX COPERNICUS Puntuaci3n ICV 2019: 95.10

Píxel-Bit, Revista de Medios y Educaci3n est3 indexada entre otras bases en: SCOPUS, Fecyt, DOAJ, Iresie, ISOC (CSIC/CINDOC), DICE, MIAR, IN-RECS, RESH, Ulrich's Periodicals, Cat3logo Latindex, Biné-EDUSOL, Dialnet, Redinet, OEI, DOCE, Scribd, Redalyc, Red Iberoamericana de Revistas de Comunicaci3n y Cultura, Gage Cengage Learning, Centro de Documentaci3n del Observatorio de la Infancia en Andalucía. Adem3s de estar presente en portales especializados, Buscadores Científicos y Cat3logos de Bibliotecas de reconocido prestigio, y pendiente de evaluaci3n en otras bases de datos.

EDITA (PUBLISHED BY)

Grupo de Investigaci3n Didáctica (HUM-390). Universidad de Sevilla (Espaía). Facultad de Ciencias de la Educaci3n. Departamento de Didáctica y Organizaci3n Educativa. C/ Pirotecnia s/n, 41013 Sevilla.
 Direcci3n de correo electr3nico: revistapixelbit@us.es . URL: <https://revistapixelbit.com/>
 ISSN: 1133-8482; e-ISSN: 2171-7966; Dep3sito Legal: SE-1725-02
 Formato de la revista: 16,5 x 23,0 cm

Los recursos incluidos en Píxel Bit est3n sujetos a una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 Unported (Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual)(CC BY-NC-SA 4.0), en consecuencia, las acciones, productos y utilidades derivadas de su utilizaci3n no podr3n generar ning3n tipo de lucro y la obra generada s3lo podr3 distribuirse bajo esta misma licencia. En las obras derivadas deber3, asimismo, hacerse referencia expresa a la fuente y al autor del recurso utilizado.

©2022 Píxel-Bit. No est3 permitida la reproducci3n total o parcial por ning3n medio de la versi3n impresa de la Revista Píxel- Bit.

- 1.- Propósitos de uso de tecnologías digitales en estudiantes de pedagogía chilenos: Construcción de una escala basada en competencias digitales** // Chilean student teachers' purposes of use of digital technologies: Construction of a scale based on digital competences
Cristian Cerda González, Miriam León Herrera, José Luis Saiz Vidallet, Lorena Villegas Medrano 7
- 2.- Los estereotipos de género en las producciones audiovisuales: diseño y validación de la tabla de análisis EG_5x4** // Gender stereotypes in audio-visual productions: design and validation of the GS_5x4 analysis table
Elia Saneleuterio-Temporal, Sandra Soler-Campo 27
- 3.- Las tecnologías como elemento mediador de procesos de autoinclusión digital de mujeres rurales** // Technologies as a mediating element of processes of digital self-inclusion of rural women
María Caridad Sierra Daza, María Rosa Fernández Sánchez 55
- 4.- Estereotipos asociados al cuerpo humano: análisis de aplicaciones móviles usadas en la educación físico-deportiva** // Stereotypes associated with the human body: analysis of mobile devices applications used in physical and sports education
José Díaz Barahona, Teresa Valverde Esteve, Irene Moya-Mata 79
- 5.- Computación en la Nube y Software Abierto para la Escuela Rural Europea** // Cloud Computing and Open Source Software for European Rural Schools
María José Rodríguez Malmierca, María del Carmen Fernandez Morante, Beatriz Cebreiro López, Francisco Mareque León 105
- 6.- Evaluar el uso de las redes sociales de lectura en la educación literaria en contextos formales e informales. Diseño y validación de la herramienta RESOLEC** // To evaluate the use of social reading networks in literary education in formal and informal contexts. Design and validation of the RESOLEC tool
Lucía Hernández Heras, Diana Muela Bermejo, Rosa Taberner Sala 139
- 7.- Competencia digital del alumnado universitario y rendimiento académico en tiempos de COVID-19** // Digital competence of university students and academic performance in times of COVID-19
Francisco Javier García-Prieto, David López-Aguilar, Manuel Delgado-García 165
- 8.- Por una Educación Maker Inclusiva. Revisión de la Literatura (2016-2021)** // For an Inclusive Maker Education. Literature review (2016- 2021)
Prudencia Gutiérrez-Esteban, Gema Jaramillo Sánchez 201
- 9.- Flipped Learning y su distribución de los tiempos de aprendizaje: Una experiencia en educación secundaria** // Flipped Learning and its learning times distribution: An experience in secondary education
Ramon Palau, Vicent Fornons 235
- 10.- Evaluación de la competencia digital del alumnado de ciclo superior de primaria en Cataluña** // Assessment of primary education students' digital competence in Catalonia
Adrián Baeza-González, José-Luis Lázaro-Cantabrana, Mònica Sanromà-Giménez 265

Computación en la Nube y Software Abierto para la Escuela Rural Europea

Cloud Computing and Open Source Software for European Rural Schools

  **Dra. Maria José Rodríguez Malmierca**

Centro de Supercomputación de Galicia. Santiago de Compostela. España

  **Dra. María del Carmen Fernandez Morante**

Profesora Titular de Universidad. Universidad de Santiago de Compostela. España

  **Dra. Beatriz Cebreiro López**

Profesora Titular de Universidad. Universidad de Santiago de Compostela. España

  **Dr. Francisco Mareque León**

Profesor asociado. Universidad de Santiago de Compostela. España

Recibido: 2022/02/09; **Revisado:** 2022/03/23; **Aceptado:** 2022/04/18; **Preprint:** 2022/04/26; **Publicado:** 2022/05/01

RESUMEN

La tecnología de la computación en la nube ofrece grandes posibilidades en contextos con dificultades de infraestructura y pueden proporcionar un puente para ayudar a superar la brecha existente en las escuelas rurales europeas por su falta de recursos, aislamiento, sus limitaciones en las infraestructuras y de soporte tecnológico. El propósito de este estudio fue diseñar, implementar y evaluar un entorno para la enseñanza flexible y la colaboración en centros educativos rurales de Europa basado en la tecnología de computación en la nube y se llevó a cabo en el marco de un proyecto de investigación europeo (RuralSchoolCloud). Para ello se realizó una investigación basada en diseño (IBD) en 14 escuelas rurales de cinco países europeos (Dinamarca, España, Gran Bretaña, Italia, Grecia). La muestra objeto de estudio queda conformada por un total de 560 estudiantes y 72 docentes de educación Infantil, Primaria y Secundaria obligatoria que contestaron el "Cuestionario de análisis del entorno educativo RSC de computación en la nube". En términos generales, los resultados muestran que el entorno educativo RSC demostró ser una herramienta potente para proporcionar un recurso educativo técnico funcional y utilizable para las escuelas rurales de la UE, permitiendo flexibilidad temporal y espacial en las interacciones de profesores y estudiantes, y proporcionando una herramienta adaptada a las diferentes características, necesidades e intereses de las escuelas rurales.

ABSTRACT

Cloud computing technology offers great possibilities in contexts with infrastructural difficulties and can provide a bridge to help overcome the existing gap in European rural schools due to their lack of resources, isolation, infrastructural limitations and technological support. The purpose of this study was to design, implement and evaluate an environment for flexible teaching and collaboration in rural schools in Europe based on cloud computing technology and was carried out in the framework of a European research project (RuralSchoolCloud). For this purpose, a design-based research (DBR) was conducted in 14 rural schools in five European countries (Denmark, Spain, UK, Italy, Greece). The study sample consisted of a total of 560 students and 72 teachers of kindergarten, primary and compulsory secondary education who answered the "Questionnaire for the analysis of the cloud computing RSC educational environment". Overall, the results show that the RSC educational environment proved to be a powerful tool to provide a functional and usable technical educational resource for EU rural schools, allowing temporal and spatial flexibility in teacher and student interactions, and providing a tool adapted to the different characteristics, needs and interests of rural schools.

PALABRAS CLAVES · KEYWORDS

Innovación educativa; Tecnología Educativa; Sistemas escolares rurales; Métodos de aprendizaje; Competencia digital. Educational innovation; educational technology; Rural school system; Learning methods; Digital competence.

1. Introducción

Aunque hay múltiples definiciones sobre la computación en la nube (cloud computing) una de las más aceptadas en el ámbito tecnológico es la que propone la NIST:

“La computación en la nube es un modelo para permitir el acceso, ubicuo, conveniente, y bajo demanda, a una serie de recursos de computación configurables (p.ej. redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden proporcionarse y ponerse en marcha con un mínimo esfuerzo de gestión o de intervención del proveedor de servicio”. (Mell & Grance, 2011)

En esta definición se insiste en la idea de la sencillez (o mínima intervención) de otros agentes que no sean el usuario final para disponer de estos recursos de computación, retomando la metáfora de la disposición de recursos de computación de forma sencilla y transparente como sucede con la provisión de la red eléctrica. (Carr, 2009)

Aunque a veces parece difícil distinguir la frontera entre lo que se entiende como oportunidades de la computación en la nube para la escuela y las posibilidades de Internet o de la escuela conectada (Magro, 2015) para este fin, en la literatura científica aparecen algunas voces e iniciativas como Katz (2008) o Qasem et al. (2019) que resaltan el potencial del ecosistema de computación en la nube como una oportunidad única para poder flexibilizar el acceso masivo a recursos educativos y su reutilización desde grandes repositorios heterogéneos o federaciones de nubes con fines educativos, que proporcionen una base de conocimiento universalmente accesible.

1.1. La computación en la nube en la escuela

La rápida evolución tecnológica y sus servicios requieren un esfuerzo constante para dotar a la escuela de mecanismos para proporcionarle software y hardware que se ajuste a sus necesidades (Sharma, et al., 2020). Investigadores de la Hellenic American University (Kalagiakos & Karampelas, 2011) en su artículo resaltaban la necesidad de que la comunidad educativa mundial pueda beneficiarse del movimiento de los contenidos educativos abiertos, y que gracias a la computación en la nube estos puedan ser integrados con facilidad por educadores desde cualquier parte del mundo. Así, se critica que repositorios de objetos de aprendizaje abiertos, como el promovido por OpenCourseWare Consortium, no sigan unos estándares que faciliten su reutilización o la integración de sus valiosos recursos de aprendizaje en una infraestructura en la nube, a través del desarrollo de un Sistema Operativo Educativo en la Nube para facilitar la gestión de los mismos. Así, proponen una iniciativa denominada “Federación de Computación en la Nube Educativa Abierta” (OCCEF) que facilite la reutilización sencilla de los materiales educativos por parte de cualquier institución entre diferentes sistemas en la nube, una vez que los problemas identificados sobre la portabilidad e interoperabilidad de los sistemas sean resueltos. Estas dificultades no residen fundamentalmente en los aspectos técnicos, sino en las voluntades de los diferentes actores institucionales y políticos.

Los investigadores Sasikala y Prema (2010) proponen como escenario futuro el diseño y despliegue de una Computación en la Nube Masiva y Centralizada para la educación (MCCC). Con este modelo, el profesorado y alumnado tendría acceso a los recursos en cualquier momento y desde cualquier punto, ofreciendo aplicaciones y servicios para toda la comunidad educativa con su propia selección de aplicaciones y servicios. El modelo de

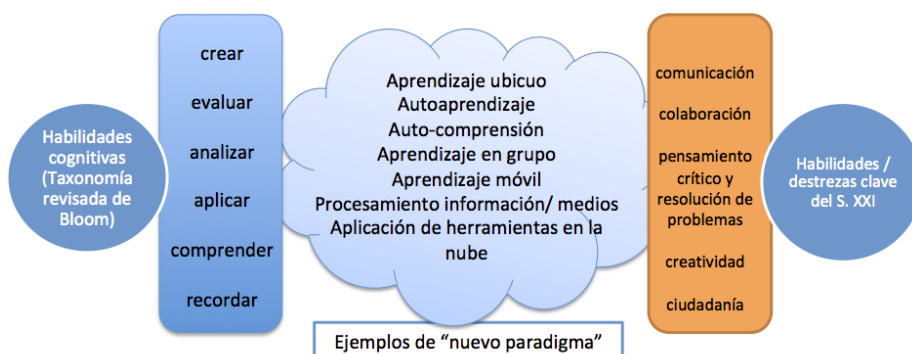
almacenamiento centralizado supone, entre otras ventajas, que la pérdida de elementos individuales, por ejemplo, la de un portátil que almacena las notas, no sea un incidente grave, y la monitorización del uso de los recursos resulte más sencilla para la institución (lo que por otro lado puede suponer un punto muy delicado por lo que conlleva de pérdida de privacidad).

El concepto de “la nube” en el centro de esta nueva realidad de nuestras vidas, y su papel en el ámbito escolar, lleva a los investigadores Koutsopoulos y Kotsanis (2014) a presentar una visión en la que los procesos de enseñanza-aprendizaje serán centrados en el “alumnado-en-la-nube” (cloud student-centered), en un marco de integración, no solo tecnológico, sino organizativo, donde todos los agentes presentes en la educación (estudiantes, profesorado, administración, familia, comunidad) asumen una función más integrada y presente. Esta tecnología proporciona, bajo esa visión, un paso más allá del enfoque constructivista del aprendizaje, donde la tecnología es más que un conjunto de herramientas y las y los estudiantes participan activamente en el proceso educativo de manera que les ayude a construir su propio aprendizaje (Jonassen et al., 1998).

En este nuevo paradigma del aprendizaje de la mano de la computación en la nube, Koutsopoulos y Kotsanis (2014) insisten en la necesidad de abordar las ocho competencias clave del Marco Europeo de Competencias del Aprendizaje a lo Largo de la Vida (Comisión Europea, 2019), definidas como la combinación de conocimiento, destrezas y actitudes que como individuos necesitamos para el desarrollo personal, la ciudadanía activa, inclusión social y empleo. Por otro lado, responde a la necesidad de los y las estudiantes de adquirir las habilidades, actitudes y cualidades clave del siglo XXI, tal como se describe en la Figura 1.

Figura 1

Ejemplos de nuevo paradigma de Educación en la nube.



Fuente: Adaptación propia del original de (Koutsopoulos & Kotsanis, 2014)

1.2. La Computación en la nube en el entorno educativo rural

En la literatura científica en torno a la aplicación o experiencias de utilización de computación en la nube en el entorno rural o aislado destaca con fuerza su utilización para dar respuesta a las necesidades específicas de la escuela rural, de su profesorado,

alumnado y familias. Las experiencias identificadas en este campo se localizan en entornos diferentes al contexto europeo, por lo que el concepto “escuela rural”, sus posibilidades y circunstancias, difieren bastante de las de la escuela europea.

Son múltiples las posibilidades y beneficios potenciales que esta tecnología emergente puede proporcionar al mundo educativo rural, si están diseñados e implementados de forma en que supongan un recurso fructífero para la comunidad educativa a la par que económicamente ventajoso frente al modelo actual. Cuando además la tecnología proporciona un puente para ayudar a superar la brecha existente entre las escuelas más desfavorecidas por su falta de recursos o aislamiento y la disponibilidad de conocimiento, infraestructura y soporte tecnológico, las posibilidades son aún más prometedoras (Álvarez-Álvarez & García-Prieto, 2021).

El trabajo de los investigadores Dinesha y Agrawal (2011) presenta una propuesta de diseño y aplicación de tecnologías en la nube para la mejora de la educación en las áreas rurales desfavorecidas de la India. En este contexto, los autores resaltan las circunstancias específicas de esa población, que sufre de unas condiciones elevadas de pobreza, paro y falta de alfabetización, y se insiste en que la mejora en la calidad de la educación es la clave para la mejora de las condiciones de la comunidad rural en India. Las características de la escuela rural, de acuerdo a Echazarra y Radinger (2019), se caracterizan, entre otros elementos, por tener una mayor falta de infraestructuras y servicios que sus equivalentes urbanos. En el caso de las escuelas rurales de algunas partes del mundo, además, hay una carencia de profesorado cualificado (Kidwai et al., 2013; Wang, & Wong, 2019), y el mismo demanda contar con materiales educativos de calidad. Adicionalmente se suman otros problemas estructurales, como resaltan los autores de la propuesta: financiación escasa, pocas escuelas en áreas que exigen largos desplazamientos diarios del alumnado y malas infraestructuras, aspectos también resaltados por otros estudios recientes como los de Álvarez-Álvarez y García-Prieto (2021) y Carrete-Marín y Domingo-Peñafiel, (2021).

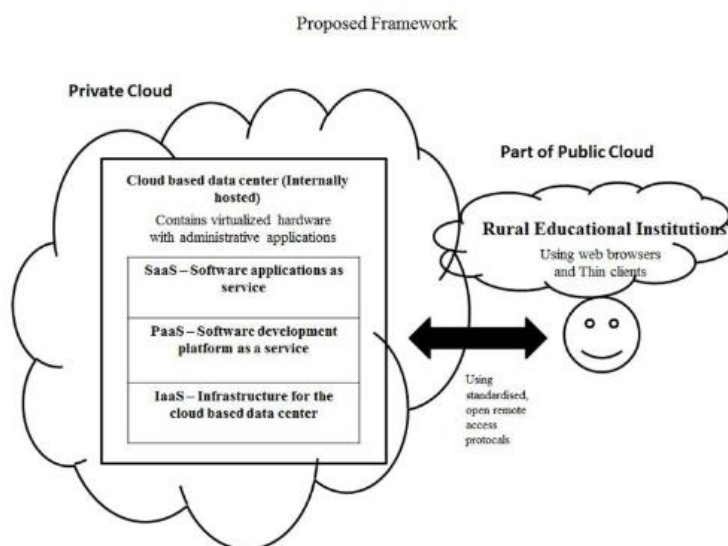
La propuesta tecnológica de Dinesha y Agrawal (2011) describe la utilización de soluciones de computación en la nube que combinen la disponibilidad de Entornos Virtuales de Aprendizaje (en este caso Moodle) con acceso a recursos y almacenamiento virtualizado y acceso a ordenadores y equipos virtuales con diferentes configuraciones y software a disposición de profesorado y alumnado rural. La propuesta de almacenamiento está planteada para que pueda servir de repositorio de referencia con materiales educativos de calidad para que los centros puedan utilizarlos en sus clases, que tienen unas graves carencias de recursos (bibliotecas o acceso a fuentes de información cercanas) y así poder dotar a las escuelas a los recursos más avanzados, así como servir de repositorio en la nube para todas sus necesidades de almacenamiento. Los modelos de uso de SaaS (Software como Servicio) y IaaS (Infraestructura como Servicio) se presentan como muy adecuados para el contexto de la educación rural. En concreto el uso de DSaaS (Almacenamiento de Datos como Servicio) que permitiría crear una base de datos distribuida con una red de recursos de alta calidad y una biblioteca digital a la que podrían acceder de forma simultánea desde múltiples escuelas, con todo tipo de recursos educativos: e-books, libros de texto, instrucciones, vídeos formativos, etc. El modelo de Infraestructura como Servicio (IaaS) también proporcionaría a la escuela rural servicios como videoconferencias con expertos o entre centros, vídeos de referencia, juegos interactivos de aprendizaje, etc. con la flexibilidad necesaria para acomodarse al nivel de demanda de cada momento, con software y recursos siempre actualizados y que

proporcionarían a la escuela rural las oportunidades de las que carece en la actualidad. En este caso concreto, la computación en la nube sería un elemento clave para poder proporcionar recursos a toda la escuela rural, no tanto para dar servicio al alumnado de forma individual, sino para conectar la escuela rural con el conocimiento y recursos más avanzados en el estado o región, y así poder suplir sus carencias estructurales. Como indican los autores, esta situación es algo posible puesto que hay un interés creciente en dotar de las infraestructuras mínimas (conexiones de banda ancha, dotación informática) a los centros rurales, y poder proporcionar una formación de mayor calidad al alumnado rural, y así mejorar el nivel educativo de la comunidad rural, lo que desembocaría en mejora de oportunidades y empleabilidad y ayudaría a reducir los elevados índices de pobreza en la zona.

Investigadores como Sukanesh y Kanmani (2014) proponen hacer un diseño de implementación de estas tecnologías en el ámbito de la escuela rural teniendo en cuenta sus posibilidades y limitaciones económicas y de formación entre otras, explorando con cautela la adopción de estos conceptos y tecnologías para garantizar su mejor integración y beneficio por parte de las comunidades educativas rurales. Así, la opción preferida en su caso, localizado en escuelas de India, fue la de utilizar recursos gratuitos o con un coste mínimo.

Figura 2

Arquitectura propuesta para la Nube Rural



Fuente: Sukanesh & Kanmani, (2014)

El modelo de computación en la nube implementado por dichos autores para la experiencia piloto "Nube Rural", como se describe en la figura 2, es el de una nube híbrida, en la que una nube privada implementa los recursos virtualizados principales, y otra pública conecta los centros educativos. Las claves de esta experiencia para los autores son tres: la

necesidad de potenciar las áreas rurales para avanzar en el desarrollo, que en caso de India suponen dos tercios de la población del país; el empoderamiento individual del alumnado rural, que al tener más oportunidades de formación de calidad gracias a la mejora de los recursos y soporte de la escuela rural, podrá competir en mejores condiciones por un trabajo cualificado, sin sentirse “inferiores” a los que acuden a centros urbanos; y por último, el papel de esta tecnología para facilitar una educación de calidad a la población sin recursos económicos, mucha de ella en el rural, dado que en la actualidad la mayoría de las familias rurales no pueden permitirse que sus hijas e hijos vayan a estudiar a escuelas en la ciudad por dificultades económicas.

En Latinoamérica también encontramos referencias a la potencialidad de aplicación de las tecnologías en la nube aplicadas a la escuela rural. La propuesta de Bayonet y Patiño (2014) explora las posibilidades del “Mobile Cloud”, es decir, la combinación de la utilización de dispositivos móviles y computación en la nube en el contexto de la escuela rural de República Dominicana. De las potencialidades ya descritas anteriormente, estos autores destacan el interés que supone el hecho de que el enorme despliegue de dispositivos móviles (tanto en áreas rurales como urbanas) presente una oportunidad muy interesante para las áreas rurales que no tienen una dotación adecuada de infraestructuras terrestres de comunicaciones. La popularización y el acceso más económico al móvil/tableta con datos puede proporcionar el acceso al mundo de servicios y aplicaciones que viene de la mano de la computación en la nube, donde la capacidad de cómputo y almacenamiento se ejecuta en remoto, no en el terminal móvil. Éste, sin embargo, también tiene sus limitaciones, tanto por el propio formato físico, más reducido que un ordenador, como por limitaciones de ancho de banda o acceso concurrente que reduce la velocidad de acceso a la información, además de las propias del entorno rural/aislado: mala cobertura, conectividad intermitente, etc. (Vaidya, et al., 2020). Esta limitación de la computación en la nube, es decir, la “necesidad de estar conectado permanentemente” para poder acceder a recursos y servicios educativos, puede ser complementada con herramientas que utilizan la sincronización de los recursos en la nube con los equipos locales, como por ejemplo sistemas de almacenamiento en la nube como Nextcloud o Dropbox, que permiten poder trabajar en recursos en el equipo local para, cuando cuenten con conexión, actualizar el recurso para tener la última versión disponible. Algunas aplicaciones educativas como Moodle offline (LSMS, s.f.) también son muy adecuadas para el contexto rural con dificultad de conexión. Esta versión permite que el profesorado del curso cree una instantánea del mismo, y el alumnado tenga la posibilidad de conectarse al servidor cuando su conexión a Internet esté disponible y descargar la instantánea del curso, para ser utilizado sin conexión.

Otro de los aspectos más valorados de esta tecnología es la posibilidad de acceso a los recursos en la nube sin importar el sistema operativo móvil (IOS, Android, etc.), “utilizando lenguajes estándares web y estándares como HTML/HTML5, CSS y JavaScript permite funcionalidad multiplataforma y elimina las limitaciones de desarrollo de aplicaciones nativas” (Bayonet & Patiño, 2014), lo que abre una oportunidad tanto a proveedores y desarrolladores como a instituciones educativas para proporcionar soluciones de acceso y aplicaciones basadas en la nube para el sector educativo, independientemente de dónde esté situado.

Una experiencia de uso de “mobile cloud”, en este caso utilizando iPads para sustituir el material impreso, y beneficiarse del uso extendido de tecnologías y recursos en la nube, lo realizó el Sint-Pieterscollege Blankenberge en Bélgica desde el curso 2011-12.

(CloudWATCH, s. f.). La experiencia, que se fue ampliando en los años siguientes, supuso un cambio metodológico en el centro, comenzando por el profesorado, que tuvo que transformar sus métodos de enseñanza, en el que se realizó una transferencia de todo el material de aprendizaje y tareas a través de la nube, y, según la descripción del propio proyecto orientando su rol hacia la guía y tutorización en un aprendizaje más autónomo de su alumnado.

1.3. El entorno tecnológico desarrollado en el proyecto "RuralSchoolCloud"

Nuestra investigación se apoyó en el análisis de los desarrollos y estudios previos existentes en el contexto internacional y, teniendo en cuenta los resultados y lecciones aprendidas, permitió construir y testar una solución a medida basada en tecnologías de computación en la nube y software de código abierto, que fuese útil y potente para proporcionar los mejores servicios y recursos para dar soporte a experiencias de aprendizaje y colaboración entre escuelas rurales y dispersas en Europa. Esta solución debería tener una gran facilidad de uso, a la vez que ser flexible para dar respuesta a futuras necesidades y que tuviese una utilidad clara y concreta para los usuarios finales, teniendo en cuenta también los condicionantes económicos para que pudiese ser adoptado por las comunidades educativas rurales europeas.

El entorno educativo RuralSchoolCloud (RSC) se diseñó a partir de un análisis previo de necesidades de las escuelas rurales europeas participantes y sobre la base de las experiencias previas positivas del equipo de investigación en otros proyectos precursores como "Rede de Escolas na Nube" y "Rural School Communities for Education in the Cloud". En este caso se trataba de diseñar un entorno al que acceder de forma segura mediante una identificación individual, a través de un navegador web y un escritorio en la nube con un conjunto de servicios y funcionalidades personalizables para docentes y alumnado de las escuelas rurales europeas. Este escritorio en la nube sería principalmente una herramienta colaborativa para actividades comunes entre profesorado y alumnado y entre las escuelas rurales participantes.

El entorno educativo RSC ofrecía al profesorado y alumnado la posibilidad de:

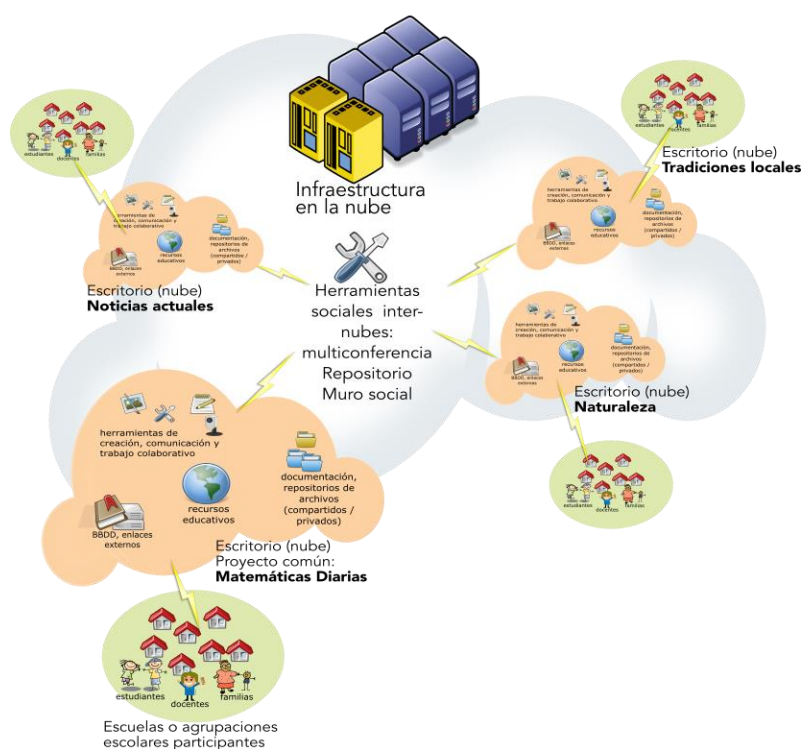
- Acceder desde cualquier dispositivo con capacidad web, desde cualquier sistema operativo: PC, antiguo o nuevo, tabletas, teléfonos inteligentes, encerados digitales interactivos (EDI), Smart TV, etc. en cualquier momento y desde cualquier lugar: escuela, casa, biblioteca, cibercafé...
- Tener su propia área privada donde cargar recursos, trabajar en programas basados en la nube (ofimática, multimedia, etc.) para crear contenido, almacenarlo, etc.
- Compartir archivos con otras personas de la escuela (profesorado y alumnado), para trabajar juntos de forma asíncrona o sincrónica en ellos.

- Disponer de distintos niveles de comunicación para contactar y trabajar de distintas formas con otros usuarios (profesorado y alumnado) en la nube, de forma sencilla, asincrónica o sincrónica.

El profesorado, además, podía gestionar el acceso de su alumnado a los recursos de forma autónoma, sin necesidad de depender de un soporte técnico, así como monitorizar su progreso y proporcionar retroalimentación de diferentes maneras. Un docente designado (con rol de "administrador/a de la nube") también podía personalizar y añadir nuevos recursos y herramientas disponibles para un grupo de estudiantes (y/o profesores) en el escritorio en la nube en cualquier momento, o administrar sus cuentas de usuario.

Figura 3

Esquema funcional del Entorno Educativo RSC



En la figura 3 se describe cómo se planteó el entorno educativo de computación en la nube de nuestro proyecto de investigación, donde se diseñó una propuesta pedagógica basada en la colaboración y en la interdisciplinariedad, siguiendo la metodología de trabajo por proyectos. Este diseño dio respuesta a las diferentes comunidades escolares implicadas en el piloto, que se agruparon en torno a cuatro grandes temáticas comunes: Naturaleza, Noticias actuales, Matemáticas diarias y Tradiciones locales. Sobre una base de infraestructura de computación en la nube, que gestionaba el Centro de Supercomputación de Galicia, se desarrollaron cuatro escritorios virtuales interconectados (que por simplificar denominaremos “nubes”) que compartían un conjunto de herramientas sociales que permitían interactuar a nivel local, nacional y trasnacional a todos los miembros

de la comunidad europea implicados en los proyectos colaborativos. Cada nube contaba con una serie de recursos de creación de materiales, comunicación y trabajo colaborativo, servicio de videoconferencia, repositorios de documentación compartida para el proyecto o individual, recursos educativos adaptados y seleccionados por los participantes y enlaces externos a otras herramientas y servicios en la nube.

2. Metodología

2.1. Objetivos de la investigación

El objetivo general de la investigación se centró en diseñar, implementar y evaluar un entorno para la enseñanza flexible y la colaboración en centros educativos rurales basado en la tecnología de computación en la nube. Este a su vez se desdobló en otros seis objetivos específicos que guiaron la investigación:

1. Analizar las necesidades de las escuelas rurales europeas para mejorar la colaboración y la flexibilización de los procesos educativos.
2. Explorar las posibilidades de la computación en la nube en la escuela rural.
3. Diseñar un entorno para la enseñanza flexible y para la colaboración basada en la computación en la nube.
4. Experimentar una solución basada en computación en la nube en escuelas rurales europeas.
5. Analizar el impacto de la utilización de la computación en la nube en el alumnado y profesorado (actitudes, destrezas y competencias, usos en los procesos formativos).
6. Analizar las estrategias didácticas, recursos educativos desarrollados y actividades surgidas en el marco de las experiencias piloto del proyecto RuralSchoolCloud.
7. Analizar la repercusión de la computación en la nube en la mejora de la coordinación entre docentes y en la gestión escolar.
8. Analizar las posibilidades de la computación en la nube, como medio innovador para facilitar el aprendizaje flexible y significativo en contextos educativos.

2.1. Diseño

Se realizó una Investigación Basada en Diseño (IBD) al considerar que las características de esta metodología: pragmática, iterativa, contextual, situada (Wang & Hannafin, 2005) se ajustaban de forma óptima a los objetivos y resultados esperados del proyecto RuralSchoolCloud. La investigación se desarrolló en 4 fases siguiendo la estructura de McKenney y Reeves (2013) y se combinaron instrumentos cualitativos (evidencias documentales –materiales didácticos, producciones educativas, entrevistas, revisión de expertos) y cuantitativos (cuestionarios a alumnado y profesorado, analíticas de seguimiento del sistema).

Figura 4

Fases de la investigación RSC



Fuente: Rodríguez-Malmierca (2022)

2.3. Muestra

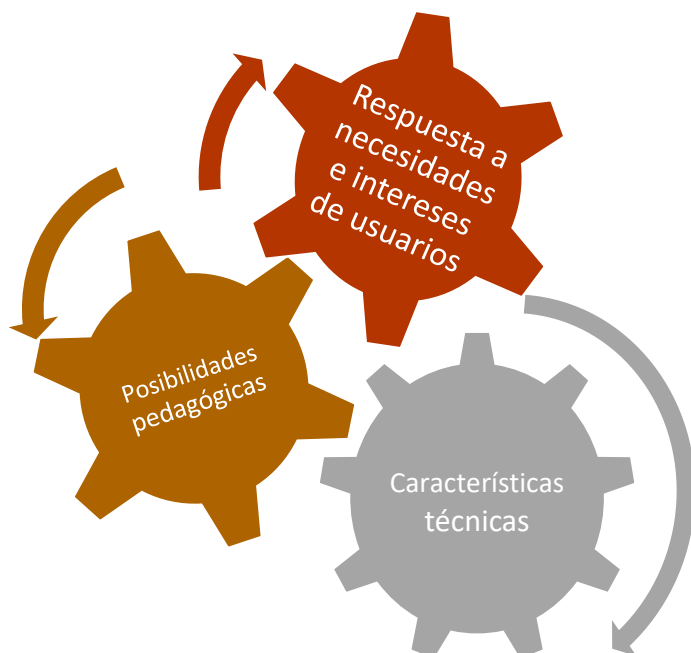
La población objeto de estudio estaba integrada por el total de alumnado y profesorado de las 14 escuelas rurales participantes en el proyecto RSC localizadas en cinco países europeos (Dinamarca, España, Gran Bretaña, Italia, Grecia). Dadas las características del proyecto y las dificultades de acceso a la población para realizar una experimentación transnacional se aplicó un muestreo intencional no probabilístico. Finalmente, participaron en el piloto 560 estudiantes (Dinamarca 30; España: 291; Grecia: 39; Italia: 90; y Reino Unido: 110) y 72 docentes (Dinamarca: 4; España: 47; Grecia: 4; Italia: 11; y Reino Unido: 6) de los niveles de Infantil, Primaria y Secundaria Obligatoria.

3. Análisis y resultados

Como ya se ha indicado, para dar respuesta a los objetivos se recogieron datos a lo largo de las 4 fases de la investigación y a través de 8 instrumentos diferentes. En este artículo se presentan los principales resultados obtenidos respecto a la valoración por el profesorado de las características técnicas y pedagógicas del entorno RSC de computación en la nube desarrollado en el proyecto RuralSchoolCloud. Dicha valoración se obtuvo mediante la aplicación del "Cuestionario de análisis del entorno educativo RSC de computación en la nube" desarrollado ad-hoc para el proyecto y configurado en torno a tres dimensiones reflejadas en la figura 5 y 18 ítems (escalas likert), que nos permitieron valorar tanto la usabilidad como el alineamiento del entorno con las necesidades de los destinatarios:

Figura 5

Evaluación de la Plataforma por el profesorado RSC: dimensiones de análisis



La validación de este instrumento se realizó mediante la técnica de juicio de expertos y la fiabilidad del instrumento se contrastó a través del coeficiente de consistencia interna Alfa de Cronbach alcanzando un valor global $\alpha = 0,96$.

Los resultados obtenidos con este instrumento ayudaron valorar, desde el punto de vista de los docentes, en qué medida la solución técnica implementada fue adecuada a las necesidades de las escuelas durante el piloto, así como identificar las necesidades y los ajustes necesarios que debíamos considerar en la versión final del entorno.

Tabla 1

Docentes que contestaron el cuestionario sobre el entorno educativo RSC

PAÍS	N. 61	GÉNERO		EDAD MEDIA	AÑOS DE EXPERIENCIA	ENSEÑANZA		
		Fem.	Masc.			Infantil	Primaria	Secundaria
DINAMARCA	2	100,0%	0,0%	47 años	18,0 años	0,0%	50,0%	50,0%
ESPAÑA	44	93,2%	6,8%	30,3 años	13,0 años	65,9%	34,1%	0,0%
GRECIA	2	0,0%	100,0%	43 años	18,5 años	0,0%	0,0%	100,0%
ITALIA	4	75,0%	25,0%	41,2 años	15,5 años	0,0%	50,0%	50,0%
REINO UNIDO	9	66,7%	33,3%	39 años	10,1 años	0,0%	100,0%	0,0%
TOTAL	61	85,2%	14,8%	40,1 años	15, años	47,5%	44,3%	8,2%

Como se puede apreciar, el profesorado que participó en el piloto y evaluó en entorno RSC eran mayoritariamente mujeres (85,2%) con una edad media de 40,1 años y una media de 15 años de experiencia docente. En cuanto su distribución por niveles educativos un 47,5% de profesorado de Educación Infantil, un 44,3% de Educación Primaria y un 8,2% de Educación Secundaria Obligatoria. Se obtuvieron datos de docentes de todos los países implicados en el piloto: Dinamarca 5,5%; España: 65,2%; Grecia: 5,5%; Italia: 15,2%; y Reino Unido: 8,3.

3.1. Dimensión 1. Características técnicas del entorno educativo RSC

Esta dimensión se centró en las características técnicas del entorno educativo RSC que el profesorado había experimentado durante los meses del piloto. Concretamente los elementos de análisis fueron: idoneidad funcional (grado de flexibilidad de la comunicación) y usabilidad, eficiencia, capacidad de aprendizaje, memorización, error y satisfacción (Nielsen, 1995) con el fin de conocer las opiniones del profesorado participante sobre la usabilidad de la plataforma desarrollada.

En lo referido a la usabilidad del entorno educativo RSC, se formularon con cinco ítems (escala Likert) respecto a las cuales se pedía al profesorado que indicase el grado de acuerdo con las mismas. El profesorado asignó valores altos en todos los ítems, como se puede apreciar en la tabla 2. La media de todos los elementos relacionados con la categoría de usabilidad es de 3.63 sobre 5. Las valoraciones más altas se otorgaron, en este orden, a su facilidad para el uso de las diferentes funcionalidades (3,75) a su aspecto atractivo para el profesorado (3,7), la facilidad para aprender el uso de las diferentes funcionalidades de la misma (3,66), así como a que pudieron realizar de forma efectiva tareas y alcanzar sus objetivos con el entorno (3,64). Una puntuación menor, aun dentro de una valoración bastante positiva, obtuvo el ítem relativo a la configuración del entorno y su potencial de apoyo al profesorado de manera que no cometía errores a menudo (3,41).

Tabla 2

Usabilidad del entorno educativo RSC

Usabilidad del entorno RSC	Media	Desv.	Mín.	Máx.
Fue fácil aprender a usar las diferentes funcionalidades del entorno educativo en la nube RSC	3,66	0,75	2	5
Pude realizar de forma efectiva tareas y alcanzar mis objetivos con el entorno educativo en la nube RSC	3,64	0,86	2	5
Fue fácil recordar cómo usar las diferentes funcionalidades del entorno educativo en la nube RSC	3,75	0,9	1	5
Me pareció agradable la interfaz del entorno educativo en la nube RSC	3,7	0,92	1	5
El entorno educativo en la nube RSC me apoyó de manera que no cometía errores a menudo	3,41	1	1	5
Puntuación global sobre 5	3,63	0,75	2	5

Se puede afirmar que se cumplió el objetivo de conseguir un entorno de aprendizaje de uso intuitivo, en el que la curva de aprendizaje fue lo suficientemente suave para permitir una aproximación segura y sin errores o un grado de frustración que impidiese la exploración de las posibilidades del entorno. La búsqueda de la sencillez es una de las tendencias actuales del ámbito informático de que reconocen investigadores del campo de la tecnología educativa como Salinas (2013) para ajustarse a las necesidades de los usuarios.

3.2. Dimensión 2. Posibilidades pedagógicas del entorno educativo RSC

En lo relativo a las posibilidades pedagógicas del entorno educativo RSC, referidas al uso del entorno para la colaboración, vinculación con las comunidades locales e innovación pedagógica, el cuestionario incluía otros cinco ítems en los que se pedía al profesorado que indicase el grado de acuerdo. Los resultados apuntaron un nivel mayoritario de acuerdo del profesorado respecto a la utilidad e idoneidad del entorno educativo en la nube para estas tareas.

Si se observa en detalle las respuestas del profesorado por cada elemento de esta dimensión, el ítem que obtiene una media más alta es “la utilización del entorno RSC motivó cambios en mi aula y en mi práctica profesional (planificación de actividades, gestión escolar, preparación de recursos, etc.)”. En este ítem, el 45,9% del profesorado expresó estar totalmente de acuerdo o muy de acuerdo, frente a solo un 19,7% que indicó estar en desacuerdo o muy en desacuerdo. El 34,4% del profesorado indicó una respuesta neutra. Este resultado, teniendo en cuenta todos los condicionantes que tiene un proyecto de esta naturaleza y los diferentes perfiles del profesorado participante nos lleva a ser moderadamente optimistas ante las posibilidades futuras de un entorno educativo de estas características aplicado a la escuela rural. Por tanto, el entorno educativo RSC cumplió el objetivo de proporcionar un elemento positivo de interacción y referencia educativa entre las escuelas y las familias del alumnado participante. En algún caso, el profesorado destacó la importancia de participar en proyectos de esta naturaleza por la visibilidad mediática que despiertan, lo que redunda en una visión positiva de la escuela ante las familias y la comunidad local. Hay que recordar que estas escuelas, ante la despoblación del rural, tienen una matrícula reducida y, a veces, tienen que competir con otro tipo de escuelas en ciudades próximas que agrupan a alumnado de la zona, por lo que elementos que supongan una revalorización de la escuela son vistas como muy positivos para asegurar su supervivencia.

Tabla 3

Posibilidades pedagógicas entorno educativo RSC

	Media	Desv.	Mín.	Máx.
La utilización del entorno RSC motivó cambios en mi aula y en mi práctica profesional (planificación de actividades, gestión escolar, preparación de recursos, etc.)	3,38	1,083	1	5
Pude crear y actualizar fácilmente los contenidos educativos con el entorno RSC	3,25	1,135	1	5

El entorno RSC me permitió reforzar los lazos entre la escuela y las familias	3,21	1,280	1	5
Mis estudiantes y yo pudimos compartir fácilmente contenidos educativos multimedia (imagen, sonido, videos) con las funcionalidades del entorno educativo RSC: muros del profesorado y alumnado	3,11	1,404	1	5
Utilicé el entorno educativo RSC para crear recursos educativos de forma colaborativa con otros/as	3,08	1,308	1	5
Medias totales	3,28	0,98	1,75	5

3.2. Dimensión 3. Adecuación del entorno educativo RSC a las necesidades e intereses de los usuarios

Finalmente nos centramos en la adecuación del entorno educativo en la nube a las características e intereses de la comunidad usuaria, concretamente en relación con el perfil de su alumnado, requisitos curriculares de los centros, objetivos pedagógicos del profesorado y necesidades específicas de la escuela rural. Los resultados muestran que el profesorado participante mayoritariamente refiere que el entorno educativo en la nube diseñado e implementado para el proyecto RuralSchoolCloud es adecuado, situándose todas las puntuaciones medias por encima de 3 en la escala de 5.

En esta última dimensión también son mayoritarias las respuestas positivas por parte del profesorado, habiendo mayor diversidad en las respuestas, teniendo en cuenta las diferentes tipologías de escuelas participantes, puesto que varias de ellas incluían alumnado de corta edad (por ejemplo, los CRAs participantes de España, con alumnado de 3 a 7 años) y aunque dar respuesta al grupo de educación infantil no fue seleccionado entre los objetivos del proyecto, sí hubiese sido necesaria una adaptación mayor del entorno para el alumnado de corta edad, cuestión que, por limitaciones del tiempo y por las tareas de desarrollo a realizar, no se pudo abordar, optándose por una interfaz genérica para el alumnado de primaria y secundaria, solo personalizada por los recursos y herramientas propuestos por el profesorado participante.

Tabla 4

Adecuación del entorno educativo RSC al usuario/a

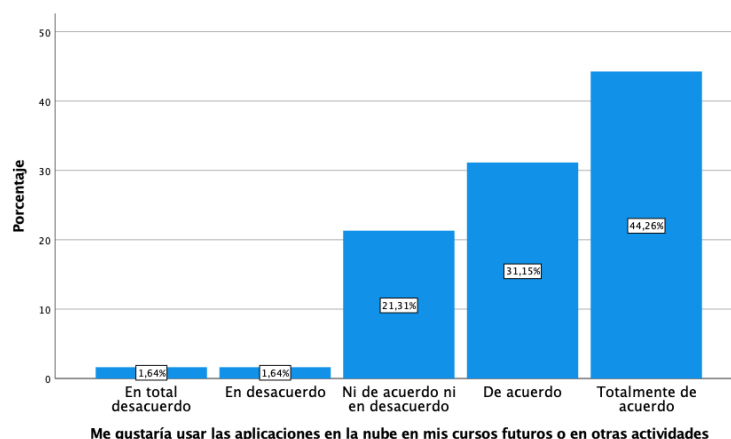
	Media	Desv.	Mín.	Máx.
El entorno RSC está adaptado al perfil de mi alumnado (edad, perfil sociocultural, habilidades, etc.)	3.05	1.38	1.00	5.00
El entorno RSC está adaptado a mis objetivos de enseñanza	3.28	1.21	1.00	5.00
El entorno RSC está adaptado a las necesidades de escuelas rurales	3.57	1.10	1.00	5.00
El entorno RSC está adaptado a la infraestructura de las escuelas rurales	3.57	1.07	1.00	5.00
Puntuación global sobre 5	3.37	1.05	1.00	5.00

Las cuestiones relacionadas con su adaptación a las necesidades e infraestructura de las escuelas rurales tienen puntuaciones medias superiores, apuntando así que se consiguió el objetivo planteado de que el entorno educativo RSC estuviese adaptado a las necesidades de la escuela rural, en cuanto a adecuación a las infraestructuras existentes y respuesta a las necesidades percibidas en cuanto a funcionalidades por el profesorado participante, así como a su infraestructura disponible.

Por último, se pidió al profesorado participante que indicasen si les gustaría seguir utilizando un entorno de aplicaciones en computación en la nube en el futuro, en otros cursos o actividades, y la inmensa mayoría (75,4%) estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo con esta posibilidad. Solo un 3,24% del profesorado participante se mostró en desacuerdo o total desacuerdo con la misma.

Figura 6

Intención de uso futuro de aplicaciones en la nube por parte del profesorado



4. Conclusiones

En síntesis, según los resultados obtenidos y descritos previamente, el entorno educativo RSC demostró ser una herramienta potente para proporcionar un recurso educativo técnico funcional y utilizable para las escuelas rurales de la UE, permitiendo flexibilidad temporal y espacial en las interacciones de profesores y estudiantes, y proporcionando una herramienta adaptada a las diferentes características, necesidades e intereses de las escuelas rurales.

Como conclusión, el entorno educativo proporcionado en el proyecto RSC ofrecía oportunidades para mejorar la calidad del aprendizaje y la enseñanza y mejorar la innovación pedagógica en la educación de las escuelas rurales de la UE. La mejora de la interacción entre el profesorado y alumnado con plataformas TIC adaptadas a las necesidades y perfiles de sus usuarios para conseguir este aprendizaje se ha señalado como una de las claves que intervienen en el proceso de aprendizaje (Assaf-Silva, 2020).

El profesorado participante indicó las siguientes posibilidades de mejora del entorno educativo RSC que fueron incorporadas en los principios de diseño y forman parte ya de las directrices a tener en cuenta en los proyectos de investigación y líneas de futuro derivados de este trabajo:

- Proporcionar mayor orientación: para fomentar la implementación de escenarios educativos colaborativos, puede ser útil orientar, apoyar y coordinar aún más a los docentes locales en el proceso de establecer contactos entre sí, definir proyectos adaptados a sus objetivos curriculares, planificar y organizar actividades comunes que se pueden mejorar a través de las funcionalidades de la nube.
- Uso de aplicaciones de código abierto ya existentes: como se mencionó anteriormente, las herramientas existentes con las que maestros y estudiantes ya estaban familiarizados podrían integrarse con la plataforma para respaldar sus proyectos educativos.
- Involucrar a las comunidades locales en las actividades de la nube: esto podría hacerse permitiendo que algunas secciones y recursos de la nube fueran accesibles a audiencias externas, y fomentando escenarios educativos que integren a los diferentes actores de la comunidad educativa (por ejemplo, familias, instituciones culturales, autoridades locales).
- Sería interesante realizar un análisis más profundo de las diferencias de utilización de estas tecnologías de acuerdo a parámetros como país, género o edad. Algunos estudios, como el de Wang y Wong (2019), muestran unas diferencias significativas en aspectos como el de género.

5. Financiación

La investigación se enmarca en el Proyecto europeo competitivo: *Comenius Multilateral RuralSchoolCloud* (Ref: 40182-LLP-1-2013-1-ES-COMENIUS-CMP), financiado por la Comisión Europea -EACEA-.

1. Introduction

Although there are multiple definitions of cloud computing, one of the most accepted in the technological field is the one proposed by NIST:

"Cloud computing is a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand access to a range of configurable computing resources (e.g. networks, servers, storage, applications and services) that can be provided and put into operation with minimal management effort or service provider intervention." (Mell & Grance, 2011)

This definition insists on the idea of simplicity (or minimal intervention) of agents other than the end user to have these computing resources at one's disposal, like the metaphor of the electricity grid where computing resources are provided in a simple and transparent way. (Carr, 2009)

It sometimes seems difficult to distinguish the boundary between what is understood as opportunities of cloud computing for schools and the possibilities of the Internet or the connected school (Magro, 2015). For this purpose, in the scientific literature there are some voices and initiatives such as Katz (2008) or Qasem et al. (2019) highlighting the potential of the cloud computing ecosystem as a unique opportunity to access educational resources en masse and reuse them from large heterogeneous repositories or cloud federations for educational purposes, providing us with a base of universally accessible knowledge.

1.1. Cloud computing at school

Rapid technological evolution and its services require a constant effort to provide the school with mechanisms to provide software and hardware to fit its needs (Sharma, Gupta, & Acharya, 2020). Researchers from the Hellenic American University (Kalagiakos & Karampelas, 2011) highlighted the need for the global educational community to benefit from the movement of open educational content, and that thanks to cloud computing these can be easily integrated by educators from anywhere in the world. Thus, it is criticised that repositories of open learning objects, such as the one promoted by the OpenCourseWare Consortium, do not follow standards to encourage their reuse or the integration of their valuable learning resources in a cloud infrastructure, through the development of an Educational Operating System in the Cloud to facilitate their management. They therefore propose an initiative called the "Federation of Open Educational Cloud Computing" (FOECC) that enables simple reuse of educational materials by any institution among different systems in the cloud, once problems regarding system portability and interoperability have been identified and solved. These difficulties do not lie fundamentally in the technical aspects, but in the determination of the different institutional and political actors.

In a future scenario, Sasikala and Prema (2010) propose the design and deployment of a Massive and Centralised Cloud Computing for Education (MCCC). With this model, teachers and students would have access to resources at any time and from any location,

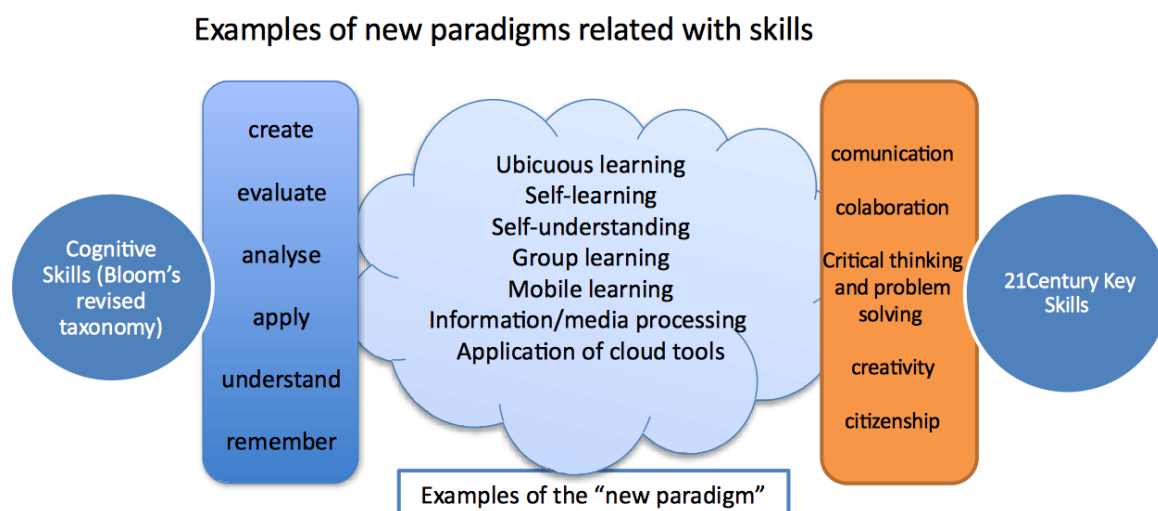
offering applications and services for the entire educational community with their own selection of applications and services. The centralised storage model means, among other advantages, that the loss of individual elements. For example, if a laptop that stores notes is lost, it is not a serious incident and the monitoring of the use of resources is easier for the institution (which on the other hand can be a very delicate point because it entails loss of privacy).

The concept of "the cloud" at the heart of this new reality of our lives and its role in the school environment leads Koutsopoulos and Kotsanis (2014) to present a vision in which teaching-learning processes will be focused on the "student-centred" (cloud student-centred) in a framework of not only technological, but organizational integration where all the agents present in education (students, teachers, administration, family, community) assume a more integrated and present function. In that vision, this technology provides a step beyond the constructivist approach to learning, where technology is more than a set of simple tools and students actively participate in the educational process in a way that helps them build their own learning (Jonassen et al., 1998).

In this new paradigm of learning, hand in hand with cloud computing, Koutsopoulos and Kotsanis (2014) assert the need to address the eight key competences of the European Framework of Competences of Lifelong Learning (European Commission, 2019), defined as the combination of knowledge, skills and attitudes that as individuals we need for personal development, active citizenship, social inclusion and employment. It also responds to the need of students to acquire the key skills, attitudes and qualities of the twenty-first century, as described in Figure 1.

Figure 1

Examples of a new paradigm of Cloud Education.



Source: Adaptation of the original by Koutsopoulos & Kotsanis (2014)

1.2. Cloud computing in the rural educational environment

In the scientific literature on the application or experiences of using cloud computing in the rural or isolated environment, what stands out is its use to respond to the specific needs of the rural school, its teachers, students and families. The experiences identified in this field belong to environments different from ones in the European context, so the concept of "rural school", its possibilities and circumstances, differs considerably from those of the European school.

There are multiple possibilities and potential benefits that this emerging technology can provide to the rural educational world, if they are designed and implemented in a way that represents a fruitful resource for the educational community while being economically advantageous compared to the current model. When technology also helps bridge the gap between the most disadvantaged schools due to their lack of resources or isolation and the availability of knowledge, infrastructure and technological support, the possibilities are even more promising (Álvarez-Álvarez & García-Prieto, 2021).

Researchers Dinesha and Agrawal (2011) present a proposal for the design and application of cloud technologies for the improvement of education in disadvantaged rural areas of India. In this context, the authors highlight the specific circumstances of this population, which suffers from high rates of poverty, unemployment and lack of literacy, and insist that the improvement in the quality of education is the key to improving the conditions of the rural community in India. The characteristics of the rural school, according to Echazarra and Radinger (2019), are characterised, among other elements, by having a greater lack of infrastructure and services than their urban counterparts. In the case of rural schools in some parts of the world, there is also a lack of qualified teachers (Kidwai et al., 2013; Wang, & Wong, 2019), and the same demand for quality educational materials. The authors also highlight additional structural problems of the proposal: scarce funding, few schools in areas that require students to make long daily trips and poor infrastructure. These aspects have also been stressed by other recent studies such as those by Álvarez-Álvarez & García-Prieto (2021) and Carrete-Marín, & Domingo-Peñafiel, (2021).

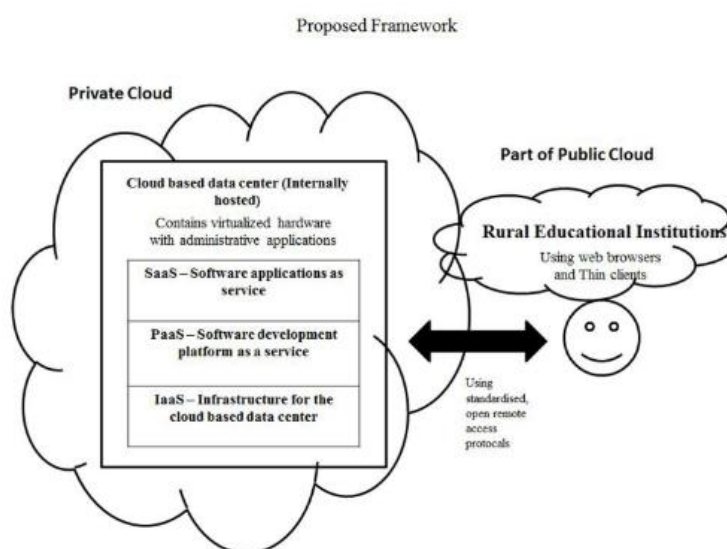
The technological proposal of Dinesha and Agrawal (2011) describes the use of cloud computing solutions combining the availability of Virtual Learning Environments (in this case Moodle) with access to resources and virtualised storage and access to computers and virtual teams with different configurations and software available to teachers and rural students. The storage proposal is suggested so that it can serve as a reference repository with quality educational materials so that schools can use them in their classes, which have serious lack of resources (libraries or access to nearby sources of information). Thus, they are able to provide schools with the most advanced resources, as well as serve as a cloud repository for all their storage needs. SaaS (Software as a Service) and IaaS (Infrastructure as a Service) are presented as very suitable in the context of rural education. In particular, the use of DSaaS (Data Storage as a Service) would allow the creation of a distributed database with a network of high-quality resources and a digital library that could be accessed simultaneously from multiple schools, with all kinds of educational resources: e-books, textbooks, instructions, training videos, etc. The Infrastructure as a Service (IaaS) model

would also provide the rural school with services such as videoconferencing with experts or between centres, reference videos, interactive learning games, etc. It is flexible enough to constantly accommodate the level of demand, with up-to-date software and resources that would provide the rural school with the opportunities it currently lacks. In this specific case, cloud computing would be a key element in providing resources for the entire rural school, not so much to serve the students individually, but to connect the rural school with the most advanced knowledge and resources in the state or region, and thus be able to supply its structural deficiencies. As the authors point out, this situation is somewhat possible since there is a growing interest in providing the minimum infrastructures (broadband connections, computer equipment) to rural centres as well as being able to provide higher quality training to rural students. This in turn enriches the educational level of the rural community, improving opportunities and employability while helping reduce the high rates of poverty in the area.

Researchers such as Sukanesh and Kanmani (2014) propose the implementation of these technologies in the rural school taking into account their economic and training possibilities and limitations, among others, cautiously exploring the adoption of these concepts and technologies to guarantee their better integration and benefit in rural educational communities. Consequently, the preferred option in this case, located in schools in India, was to use free resources or with a minimum cost.

Figure 2

Proposed architecture for the Rural Cloud



Source: Sukanesh & Kanmani (2014)

The cloud computing model implemented by these authors for the "Rural Cloud" pilot experience, as described in Figure 2, is that of a hybrid cloud, in which a private cloud deploys the main virtualised resources, and a public cloud connects the educational centres. For the authors, the keys to this experience are threefold: First, the need to enhance rural

areas to advance in development, which in the case of India account for two thirds of the country's population. Secondly, the individual empowerment of rural students, who have more quality training opportunities thanks to the improvement of resources and support of the rural school. Thanks to which they will be able to compete in better conditions for skilled work without feeling "inferior" to those students from urban areas. Finally, the role of this technology in providing quality education to the population without economic resources, much of it in rural areas, given that currently most rural families cannot afford to send children to schools in the city due to economic difficulties.

In Latin America we also find references to the potential for the application of cloud technologies applied to rural schools. The proposal of Bayonet and Patiño (2014) explores the possibilities of the "Mobile Cloud", that is, the combination of the use of mobile devices and cloud computing in the context of rural schools in the Dominican Republic. Of the potentials already described above, these authors highlight the fact that the enormous deployment of mobile devices (both in rural and urban areas) presents a very interesting opportunity for rural areas that do not have an adequate endowment of land-based communication infrastructures.

Popularisation and cheaper access to the mobile/tablet with data can provide access to the world of services and applications that comes hand in hand with cloud computing, where computing and storage capacity runs remotely, not on the mobile terminal. This, however, also has its limitations, both for the physical format itself, smaller than a computer, and for limitations of bandwidth or concurrent access reducing the speed of access to information, in addition to those of the rural / isolated environment: poor coverage, intermittent connectivity, etc. (Vaidya, Shah, Virani, & Devadkar, 2020). This limitation of cloud computing, that is, the "need to be permanently connected" in order to access educational resources and services, can be complemented with tools that use the synchronization of cloud resources with local computers, such as cloud storage systems like Nextcloud or Dropbox. These systems allow you to work on resources locally, and when connected, update the resources to the latest version available. Some educational applications such as Moodle offline (LSMS, n.d.) are also very suitable for rural areas with connection difficulties. This version allows the teaching staff of the course to create a snapshot and the students then have the possibility to connect to the server when their Internet connection is available and download the snapshot of the course to be used offline.

Another of the most valued aspects of this technology is the possibility of access to cloud resources regardless of the mobile operating system (IOS, Android, etc.). "Using standard web languages and standards such as HTML/HTML5, CSS and JavaScript allows cross-platform functionality and eliminates the limitations of native application development" (Bayonet & Patiño, 2014), which opens up an opportunity for both providers, developers and educational institutions to provide access solutions and cloud-based applications for the education sector, regardless of where it is located.

An experience of using the "mobile cloud" using iPads to replace printed material and benefit from the widespread use of technologies and resources in the cloud was carried out by the Sint-Pieterscollege Blankenberge in Belgium during the 2011-12 academic year. (CloudWATCH, n.d.). The experience, which was expanded in the following years, meant a methodological change in the centre, starting with the teachers, who had to modify their teaching methods. A transfer of all the learning material and tasks was performed through

the cloud, and according to the description of the project itself, orienting its role towards guidance and tutoring towards a more autonomous learning of its students.

1.3. The technological environment developed in the "RuralSchoolCloud" project

Our research was based on the analysis of previous developments and studies in the international context. Considering the results and lessons learned, this allowed us to build and test a customised solution based on cloud computing technologies and open-source software. The solution was useful and powerful enough to provide the best services and resources to support learning experiences and collaboration between rural and dispersed schools in Europe. This solution should be easy to use, while being flexible enough to respond to future needs as well as having a clear and concrete utility for end users, also taking into account the economic conditions so that it could be adopted by rural European educational communities.

The RuralSchoolCloud (RSC) educational environment was designed from a previous analysis of the needs of the participating European rural schools and based on the positive previous experiences of the research team in other precursor projects such as "Rede de Escolas na Nube" (Schools in the Cloud Network) and "Rural School Communities for Education in the Cloud". In this case, it was a question of designing an environment to be accessed securely through individual identification, using a web browser and a cloud desktop with a set of customizable services and functionalities for teachers and students at European rural schools. This cloud desktop would be chiefly a collaborative tool for common activities between teachers and students and among participating rural schools.

The RSC educational environment offered teachers and students:

- Access from any device with web capability, from any operating system: PCs (old or new), tablets, smartphones, interactive digital waxes (EDI), Smart TVs, etc. at any time and from anywhere: school, home, library, Internet café...
- Their own private area, where they can upload resources, work on cloud-based programs (office automation, multimedia, etc.) to create content, store it, etc.
- The possibility of sharing files with other people in the school (teachers and students) in order to work together asynchronously or synchronously on them.
- Different levels of communication to contact and work in different ways with other users (teachers and students) in the cloud, in a simple, asynchronous or synchronous way.

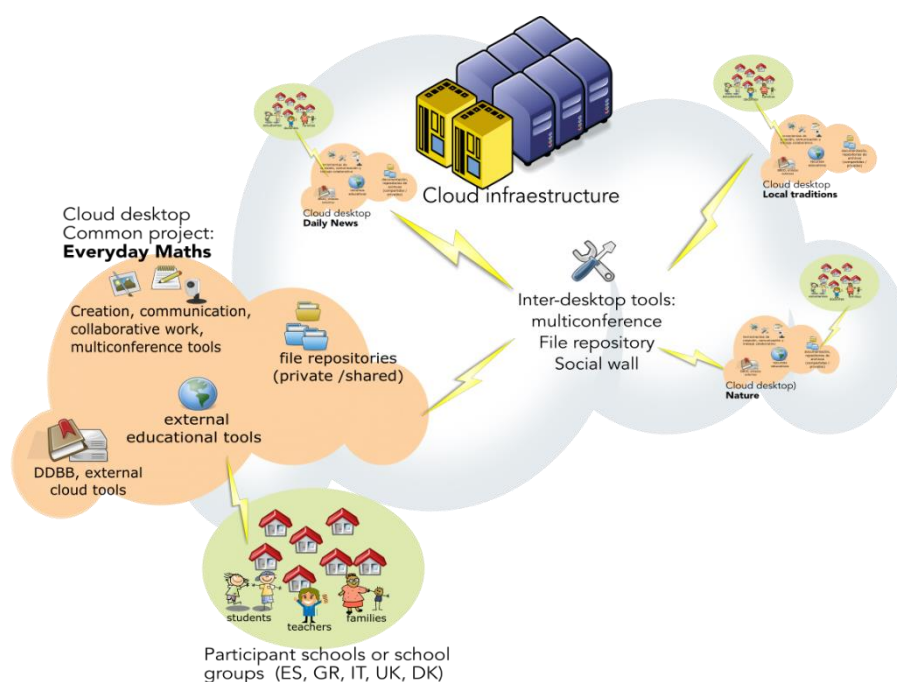
Teachers could also manage their students' access to resources autonomously, without the need to rely on technical support, as well as monitor their progress and provide feedback in different ways. A designated teacher (with the role of "cloud administrator") could also customise and add new resources and tools available to a group of students (and/or teachers) on the cloud desktop at any time or manage their user accounts.

Figure 3 describes how the educational environment of cloud computing of our research project was proposed. In it, a pedagogical proposal based on collaboration and interdisciplinarity was designed following the methodology of work by projects. This design responded to the needs of the different school communities involved in the pilot, which were grouped around four major common themes: Nature, Current News, Daily Mathematics and

Local Traditions. Regarding cloud computing infrastructure, which was managed by the Supercomputing Centre of Galicia, four interconnected virtual desktops were developed (which to simplify we will call "clouds"). These "clouds" shared a set of social tools allowing all the members of the European community involved in collaborative projects to interact at local, national and transnational level. Each cloud had a series of resources for material creation, communication and collaborative work, videoconferencing service, repositories of shared documentation for the project or individual, educational resources adapted and selected by the participants and external links to other tools and services in the cloud.

Figure 3

Functional outline of the RSC Educational Environment



2. Methodology

2.1. Objectives of the research

The overall objective of the research focused on designing, implementing and evaluating an environment for flexible teaching and collaboration in rural schools based on cloud computing technology. This in turn unfolded into six other specific objectives that guided the research:

1. To analyse the needs of European rural schools to improve collaboration and flexibility of educational processes.
2. To explore the possibilities of cloud computing in rural schools.

3. To design an environment for flexible teaching and collaboration based on cloud computing.
4. To experiment with a solution based on cloud computing in European rural schools.
5. To analyse the impact of the use of cloud computing on students and teachers (attitudes, skills and competences, uses in training processes).
6. To analyse the didactic strategies, educational resources developed and activities arising within the framework of the pilot experiences of the RuralSchoolCloud project.
7. To analyse the impact of cloud computing on improving coordination between teachers and school management.
8. To analyse the possibilities of cloud computing as a ground-breaking means to aid flexible and meaningful learning in educational contexts.

2.1. Design

A Design-Based Research (DBR) was carried out when considering that the characteristics of this methodology: pragmatic, iterative, contextual, situated (Wang & Hannafin, 2005) were optimally adjusted to the objectives and expected results of the RuralSchoolCloud project. The research was developed in 4 phases following the structure of McKenney and Reeves (2013) and qualitative instruments (documentary evidence – didactic materials, educational productions, interviews, expert review) and quantitative (questionnaires to students and teachers, analytical monitoring of the system) were combined.

Figure 4

Stages of RSC research



Source: Rodríguez-Malmierca (2022)

2.3. Sample

The population studied was made up of the total number of students and teachers from the 14 rural schools participating in the RSC project in five European countries (Denmark, Spain, Great Britain, Italy and Greece). Given the characteristics of the project and the difficulties of access to the population to carry out a transnational experiment, an intentional non-probabilistic sampling was applied. Finally, 560 students participated in the pilot (Denmark: 30; Spain: 291; Greece: 39; Italy: 90; and United Kingdom: 110) and 72 teachers

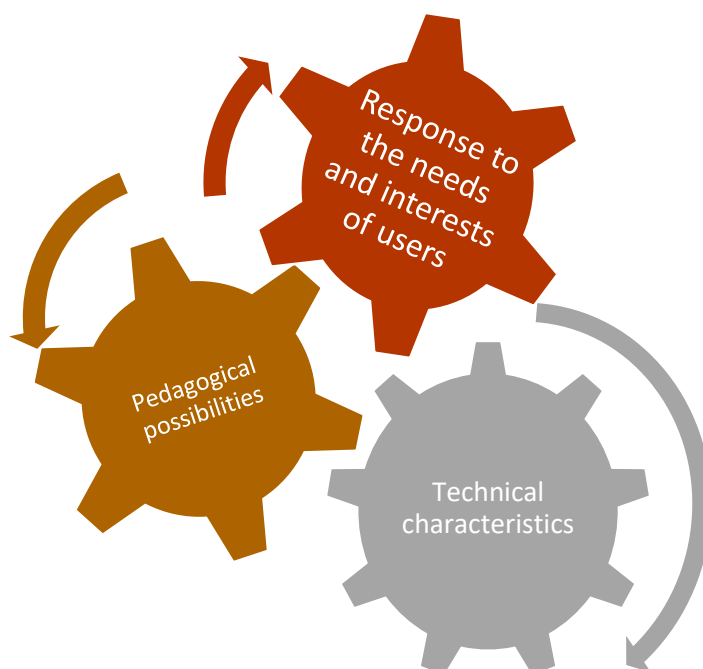
(Denmark: 4; Spain: 47; Greece: 4; Italy: 11; and United Kingdom: 6) from Elementary, Primary and Compulsory Secondary.

3. Analysis and results

As previously mentioned, to respond to the objective data were collected throughout the 4 phases of the research and using 8 different instruments. This article puts forth the main results obtained from the teachers' assessment of the technical and pedagogical characteristics of the RSC environment of cloud computing developed in the RuralSchoolCloud project. This assessment was obtained through the application of the "Questionnaire of analysis of the RSC educational environment of cloud computing" which was developed ad-hoc for the project and configured around three dimensions of analysis and 18 items (Likert scales). Figure 5 reflects these three dimensions, which allowed us to assess both the usability and the alignment of the environment with the needs of the recipients:

Figure 5

Assessment of the Platform by RSC teachers: dimensions of analysis



The validation of this instrument was carried out using the expert judgement technique and the reliability of the instrument was contrasted through Cronbach's Alpha internal consistency coefficient, reaching an overall value $\alpha = 0.96$.

The results obtained with this instrument helped to assess, from the teachers' perspective to what extent the technical solution implemented was appropriate to the needs

of the schools during the pilot, as well as to identify the needs and necessary adjustments that we should consider in the final version of the environment.

As we can see, the teachers who participated in the pilot were mostly women (85.2%) with an average age of 40.1 years and an average of 15 years' teaching experience. As for its distribution by educational levels, 47.5% of teachers were from Elementary Education, 44.3% from Primary Education and 8.2% from Compulsory Secondary Education. Data were obtained from teachers from all the countries involved in the pilot: Denmark: 5.5%; Spain: 65.2%; Greece: 5.5%; Italy: 15.2%; and the United Kingdom: 8.3%.

Table 1

Teachers who answered the questionnaire on the RSC educational environment

COUNTRY	N. 61	GENDER		AVERAGE AGE	YEARS OF EXPERI- ENCE	TEACHING LEVEL		
		Five.	Men.			Elementary	Primary	Secondary
DENMARK	2	100,0%	0,0%	47	18.0	0,0%	50,0%	50,0%
SPAIN	44	93,2%	6,8%	30.3	13.0	65,9%	34,1%	0,0%
GREECE	2	0,0%	100,0%	43	18.5	0,0%	0,0%	100,0%
ITALY	4	75,0%	25,0%	41.2	15.5	0,0%	50,0%	50,0%
UNITED KINGDOM	9	66,7%	33,3%	39	10.1	0,0%	100,0%	0,0%
TOTAL	61	85,2%	14,8%	40.1	15	47,5%	44,3%	8,2%

3.1. Dimension 1. Technical characteristics of the RSC educational environment

This dimension focused on the technical characteristics of the RSC educational environment that teachers had experienced during the months of the pilot. Specifically, the elements of analysis were functional suitability (degree of flexibility of communication) and usability, efficiency, learning capacity, memorisation, error and satisfaction (Nielsen, 1995) in order to know the opinions of the participating teachers on the usability of the platform.

Usability of the RSC educational environment was formulated with five items (Likert scale) where teachers were asked to indicate to what degree they agreed with them. Table 2 shows us that teaching staff assigned high values in all the items. The average of all items related to the usability category is 3.63 out of 5. The highest ratings were given, in this order, to their ease of use of the different functionalities (3.75) to their attractive appearance for teachers (3.7), the ease of learning the use of the different functionalities of the platform (3.66). As well as that they were able to effectively perform tasks and achieve their objectives with the environment (3.64). A lower score, even within a fairly positive assessment, was obtained by the item related to the configuration of the environment and its potential to support teachers so that they did not often make mistakes (3.41).

It can be said that the objective of achieving an intuitive learning environment was met, in which the learning curve was smooth enough to allow a safe and error-free approach or a degree of frustration which would have prevented the exploration of the possibilities of the environment. The search for simplicity is one of the current trends in the field of I.T. and is acknowledged by researchers in the field of educational technology such as Salinas (2013) who underlines its importance in adjusting to the needs of users.

Table 2

Usability of the RSC educational environment

Usability of the RSC environment	Average	Dev.	Min.	Max.
It was easy to learn how to use the different functionalities of the educational environment in the RSC cloud	3,66	0,75	2	5
I was able to effectively perform tasks and achieve my goals with the RSC cloud education environment	3,64	0,86	2	5
It was easy to remember how to use the different functionalities of the educational environment in the RSC cloud	3,75	0,9	1	5
I found the interface of the educational environment in the RSC cloud pleasant	3,7	0,92	1	5
The RSC cloud education environment supported me in such a way that I didn't make mistakes often	3,41	1	1	5
Overall rating out of 5	3,63	0,75	2	5

3.2. Dimension 2. Pedagogical possibilities of the RSC educational environment

Regarding the pedagogical possibilities of the RSC educational environment and with reference to the use of the environment for collaboration, linkage with local communities and pedagogical innovation, the questionnaire included five other items in which teachers were asked to indicate the degree of agreement. The results suggested most teachers agreed with the usefulness and suitability of the educational environment in the cloud for these tasks.

If we look in detail at the responses of teachers for each element of this dimension, the item that obtains a higher average is "the use of the RSC environment motivated changes in my classroom and in my professional practice (planning of activities, school management, preparation of resources, etc.) ". In this item, 45.9% of teachers expressed total agreement or strong agreement, compared to only 19.7% who said that they disagreed or strongly disagreed. 34.4% of teachers gave a neutral response. This result, considering all the conditions that a project of this nature has and the different profiles of the participating teachers, leads us to be moderately optimistic about the future possibilities of an educational environment with these features applied to the rural school. Therefore, the RSC educational environment fulfilled the objective of providing a positive element of interaction and educational reference between the schools and the families of the participating students. In some cases, the teaching staff highlighted the importance of participating in projects of this nature due to media visibility, which results in families and the local community looking positively upon the school. It should be remembered that these schools, in the face of rural depopulation, have low enrolment. At times they have to compete with other types of schools in nearby cities that group students from the area, so any elements which lead to a revaluation of the school are seen as very positive to ensure their survival.

Table 3*Pedagogical possibilities of the RSC educational environment*

	Average	Dev.	Min.	Max.
The use of the RSC environment motivated changes in my classroom and in my professional practice (activity planning, school management, resource preparation, etc.)	3,38	1,083	1	5
I was able to easily create and update educational content with the RSC environment	3,25	1,135	1	5
The RSC environment allowed me to strengthen the bonds between the school and families	3,21	1,280	1	5
My students and I were able to easily share multimedia educational content (image, sound, videos) with the functionalities of the RSC educational environment: walls of teachers and students	3,11	1,404	1	5
I used the RSC educational environment to create educational resources collaboratively with others	3,08	1,308	1	5
Total averages	3,28	0,98	1,75	5

3.2. Dimension 3. Adaptation of the RSC educational environment to the needs and interests of users

Finally, we will focus on the adaptation of the educational environment in the cloud to the characteristics and interests of the user community. In particular, we will centre on the profile of its students, curricular requirements of the centres, pedagogical objectives of the teaching staff and specific needs of the rural school. The results show that the participating teachers mostly report that the educational environment in the cloud designed and implemented for the RuralSchoolCloud project is adequate, placing all the average scores above 3 on a scale of 5.

Table 4*Adaptation of the RSC educational environment to the user*

	Average	Dev.	Min.	Max.
The RSC environment is adapted to the profile of my students (age, socio-cultural profile, skills, etc.)	3.05	1.38	1.00	5.00
The RSC environment is adapted to my teaching objectives	3.28	1.21	1.00	5.00
The RSC environment is adapted to the needs of rural schools	3.57	1.10	1.00	5.00
The RSC environment is adapted to the infrastructure of rural schools	3.57	1.07	1.00	5.00
Overall rating out of 5	3.37	1.05	1.00	5.00

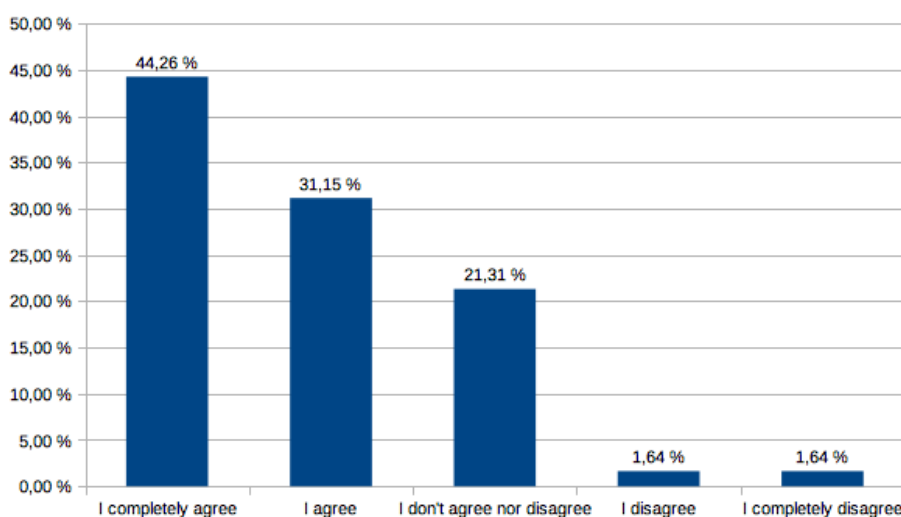
In this last dimension, most of the responses from the teaching staff are positive, with greater diversity in the answers, considering the different typologies of participating schools, since several of them included young students (for example, the participating CRAs from Spain, with students from 3 to 7 years old). Nevertheless, responding to the Elementary education group was not selected among the objectives of the project and further adapting the environment for young students was not finally addressed due to time constraints and the development tasks to be carried out. We opted for a generic interface for primary and secondary students, only personalised by the resources and tools proposed by the participating teachers.

The issues related to their adaptation to the needs and infrastructure of rural schools have higher average scores, meaning that the objective was achieved. The RSC educational environment was adapted to the needs of the rural school, in terms of adjustment to existing infrastructures and response to the needs perceived in terms of functionalities by participating teachers as well as its available infrastructure.

Finally, the participating faculty were asked to indicate whether they would like to continue using an application environment in cloud computing in the future, in other courses or activities. The vast majority (75.4%) agreed or strongly agreed with this possibility. Only 3.24% of the participating teachers disagreed or totally disagreed with it.

Figure 6

Intention of future use of cloud applications by faculty



4. Conclusions

In summary, according to the results obtained and described above, the RSC educational environment proved to be a powerful tool to provide a functional and usable technical educational resource for rural schools in the EU. It allowed for temporal and spatial flexibility in the interactions of teachers and students, and providing a tool adapted to the different characteristics, needs and interests of rural schools.

In conclusion, the educational environment provided in the RSC project offered opportunities to improve the quality of learning and teaching and to improve pedagogical innovation in the education of rural schools in the EU. The improvement of the interaction between teachers and students with ICT platforms adapted to the needs and profiles of their users to achieve this learning has been pointed out as one of the keys that intervene in the learning process (Assaf-Silva, N. A. J., 2020).

The participating teachers suggested the following possibilities for improving the RSC educational environment. They have been included in the design principles and are already part of the guidelines to be considered in future research projects derived from this work:

- Provide further guidance: To encourage the implementation of collaborative educational scenarios, it can be useful to further guide, support and coordinate local teachers in the process of networking with each other, defining projects tailored to their curricular objectives, planning and organizing common activities that can be improved through cloud functionalities.
- Using already existing open-source applications: As mentioned above, existing tools that teachers and students are already familiar with could be integrated with the platform to support their educational projects.
- Involve local communities in cloud activities: this could be done by allowing some sections and resources of the cloud to be accessible to external audiences, and by encouraging educational scenarios that integrate the different actors of the educational community (e.g. families, cultural institutions, local authorities).
- It would be interesting to carry out a deeper analysis of the differences in the use of these technologies according to parameters such as country, gender or age. Some studies, such as that of Wang, X., & Wong, B. (2019), show significant differences in aspects such as gender.

5. Financing

The research is part of the competitive European project Comenius Multilateral RuralSchoolCloud (Ref: 40182-LLP-1-2013-1-ES-COMENIUS-CMP), funded by the European Commission -EACEA-.

References

- Álvarez-Álvarez, C., & García-Prieto, F. J. (2021). Brecha digital y nuevas formas académicas en la escuela rural española durante el confinamiento. *Educator*, 57(2), 397-411. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1250>
- Assaf-Silva, N. A. J. (2020). El futuro de la interacción aprendiz- interfaz, una visión desde la tecnología educativa. *Revista de Innovación Educativa*, 12(2), 150-165.
- Bayonet, L. E., & Patiño, A. D. (2014). *Mobile Cloud aplicado en las Escuelas Rurales de Republica Dominicana*. <http://bit.ly/3Ez0K8b>

- Carr, N. (2009). *The big switch: Rewiring the world, from Edison to Google*. WW Norton & Company.
- Carrete-Marín, N., & Domingo-Peñafiel, L. (2021). Los recursos tecnológicos en las aulas multigrado de la escuela rural: Una revisión sistemática. *Revista Brasileira de Educação do Campo*, 6, 13452-13452.
- CloudWATCH (s.f.) *iPad school Sint-Pieters – Sint-Jozef Blankenberge*. CloudWATCH. <http://bit.ly/3xTvS15>
- Comisión Europea, Dirección General de Educación, Juventud, Deporte y Cultura (Ed.) (2019). *Competencias clave para el aprendizaje permanente*. Oficina de Publicaciones. <http://bit.ly/37v2iUD>
- Dinesha, H. A., & Agrawal, K. (2011). Advanced Technologies and Tools for Indian Rural School Education System. *International Journal of Computer Applications*, 36(10), 54–60.
- Echazarra, A., & Radinger, T. (2019). Learning in Rural Schools: Insights from PISA, TALIS and the literature. *OECD Education Working Paper*, 196. <https://doi.org/10.1787/8b1a5cb9-en>
- Jonassen, D. H., Carr, C., & Yueh, H.-P. (1998). Computers as mindtools for engaging learners in critical thinking. *TechTrends*, 43(2), 24-32. <https://doi.org/10.1007/BF02818172>
- Kalagiakos, P., & Karampelas, P. (2011). *Cloud computing learning*. 2011 (5th International Conference on Application of Information and Communication Technologies, AICT - Conferencia). IEEE, Bakú, Azerbaiyán. <https://doi.org/10.1109/ICAICT.2011.6110925>
- Katz, R. N. (2008). *The Tower and The Cloud: Higher Education in the Age of Cloud Computing*. EDUCAUSE. <http://bit.ly/38VpgEJ>
- Kidwai, H., Burnette, D., Rao, S., Nath, S., Bajaj, M., & Bajpai, N. (2013). In-service Teacher Training for Public Primary Schools in Rural India, *Working Paper Series 12*, 1-50. <https://doi.org/10.7916/D8HT2PRV>
- Koutsopoulos, K. C., & Kotsanis, Y. C. (2014). School on Cloud: Towards a paradigm shift. *Themes in Science & Technology Education*, 7(1), 47-62.
- LSMS (s. f.). *Moodle offline*. <http://bit.ly/3EsoIC2>
- Magro, C. (2015). *Educación conectada en tiempos de redes*. Ministerio de Educación.
- Mckenney, S., & Reeves, T. (2013). Educational Design Research. En Spector J., Merrill M., Elen J., Bishop M. (eds). *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 131-140). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_11
- Mehta, D., Saxena, S., Saxena, S., & Kohli, V. R. (2015). *Promoting Rural Education through Cloud Computing-An Analysis*. <http://bit.ly/3MbU8il>
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. *NIST Special Publication*, 800,145.
- Nielsen, J. (1995). How to conduct a heuristic evaluation. *Nielsen Norman Group*, 1(1), 8. <http://bit.ly/3KYWu4m>

- Qasem, YA, Abdullah, R., Jusoh, YY, Atan, R. y Asadi, S. (2019). Adopción de la computación en la nube en instituciones de educación superior: una revisión sistemática. *Acceso IEEE*, 7, 63722-63744.
- Rodríguez-Malmierca, M.J. (2022). *La integración de la tecnología de computación en la nube en el proceso de enseñanza-aprendizaje* (Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela). Repositorio Minerva <http://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/27569>
- Salinas, J. (2013). La computación en la nube y sus posibilidades para la formación. En Aguaded, J.I., & Cabero, J. (Coords.), *Tecnologías y medios para la educación en la e-sociedad* (pp.137-157). Alianza editorial.
- Sasikala, S., & Prema, S. (2010). *Massive Centralized Cloud Computing (MCCC) Exploration in Higher Education. International Conference on e-resources in higher education: Issues, Developments, Opportunities and Challenges*. (Conferencia). Bharathidasan University, Tiruchirappalli, India. <http://bit.ly/3JXB0Do>
- Sharma, M., Gupta, R., & Acharya, P. (2020). Factors influencing cloud computing adoption for higher educational institutes in India: a fuzzy AHP approach. *International Journal of Information Technology and Management*, 19(2-3), 126-150.
- Sukanesh, R., & Kanmani, A. (2014). Cloud computing in the field of rural education. *Applied Mechanics and Materials*, 573, 593-599. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.573.593>
- Vaidya, S., Shah, N., Virani, K., & Devadkar, K. (2020). *A survey: Mobile cloud computing in education*. [Conference]. (IEEE) 5th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES). <http://bit.ly/3L5RomR>
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), pp. 5-23. <https://doi.org/10.1007/BF02504682>
- Wang, X., & Wong, B. (2019). Bridging knowledge divides utilizing cloud computing learning resources in underfunded schools: Investigating the determinants. *Journal of Educational Computing Research*, 57(3), 591-617.
- Zhang, Z., & Zhang, X. (2010). *A load balancing mechanism based on ant colony and complex network theory in open cloud computing federation*. (Conferencia). ICIMA, Wuhan, China de <https://doi.org/10.1109/ICINDMA.2010.5538385>

Cómo citar:

- Fernández-Morante, C., Rodríguez-Malmierca, M.J., Cebreiro-López, B., & Mareque-León, F. (2022). Computación en la Nube y Software Abierto para la Escuela Rural Europea [Cloud Computing and Open Source Software for European Rural Schools]. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 64, 105-137. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.93937>