

PIXEL BIT

Nº 61 MAYO 2021
CUATRIMESTRAL

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

Revista de Medios y Educación

MONOGRÁFICO

Competencias digitales en educación
para los ciudadanos del siglo XXI
[Digital competence in education for
21st citizens]





PIXEL-BIT

REVISTA DE MEDIOS Y EDUCACIÓN

Nº 61 - MAYO - 2021

<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, 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, Secretariado de Recursos Audiovisuales y NN.TT., Universidad de Sevilla (España)

CONSEJO DE REDACCIÓN

EDITOR

Dr. Julio Cabero Almenara. Universidad de Sevilla (España)

EDITOR ASISTENTE

Dr. Juan Jesús Gutiérrez Catillo. Universidad de Sevilla. (España)

Dr. Óscar M. Gallego Pérez. 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)

Dr. 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

Edición, maquetación: Manuel Serrano Hidalgo, Universidad de Sevilla (España)

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

Antonio Palacios Rodríguez, Universidad de Sevilla (España)

Diseño de portada: Lucía Terrones García, S.A.V, Universidad de Sevilla (España)

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

Revisores metodológicos: evaluadores asignados a cada artículo

Responsable de redes sociales: Manuel Serrano Hidalgo, Universidad de Sevilla (España)

Administración: Leticia Pinto Correa, S.A.V, Universidad de Sevilla (España)

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 Calaprice, 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)
María 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)
Ángel Pio González Soto, Universidad Rovira i Virgili, Tarragona (España)
António 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 Lefrere, Cca (UK)
Carlos Marcelo García, Universidad de Sevilla (España)
Francois 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 Muschitiello, 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: 2)- FECYT: Ciencias de la Educación. Cuartil 1. Posición 16. Puntuación: 39,80- DIALNET MÉTRICAS (Factor impacto 2019: 1,336. Q1 Educación. Posición 12 de 226) ERIH PLUS - Clasificación CIRC: B- Categoría ANEP: B - CARHUS (+2018): B - MIAR (ICDS 2019): 9,9 - Google Scholar (global): h5: 23; Mediana: 44 - Criterios ANECA: 20 de 21

Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación está indexada entre otras bases en: SCOPUS, Fecyt, Iresie, ISOC (CSIC/ CINDOC), DICE, MIAR, IN-RECS, RESH, Ulrich's Periodicals, Catálogo Latindex, Biné-EDUSOL, Dialnet, Redinet, OEI, DOCE, Scribd, Redalyc, Red Iberoamericana de Revistas de Comunicación y Cultura, Gage Cengage Learning, Centro de Documentación del Observatorio de la Infancia en Andalucía. Además de estar presente en portales especializados, Buscadores Científicos y Catálogos de Bibliotecas de reconocido prestigio, y pendiente de evaluación en otras bases de datos.

EDITA (PUBLISHED BY)

Grupo de Investigación Didáctica (HUM-390). Universidad de Sevilla (España). Facultad de Ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. C/ Pirotecnica s/n, 41013 Sevilla. Dirección de correo electrónico: revistapixelbit@us.es . URL: <https://revistapixelbit.com/>
ISSN: 1133-8482; e-ISSN: 2171-7966; Depósito Legal: SE-1725-02
Formato de la revista: 16,5 x 23,0 cm

Los recursos incluidos en Píxel Bit están 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 utilización no podrán generar ningún tipo de lucro y la obra generada sólo podrá distribuirse bajo esta misma licencia. En las obras derivadas deberá, asimismo, hacerse referencia expresa a la fuente y al autor del recurso utilizado.

©2021 Píxel-Bit. No está permitida la reproducción total o parcial por ningún medio de la versión impresa de la Revista Píxel- Bit.

índice

MONOGRÁFICO

- 1.- Hands of the World intercultural project: developing student teachers' digital competences through contextualised learning** // El proyecto intercultural "Hands of the World": desarrollando las competencias digitales de estudiantes de magisterio a través del aprendizaje contextualizado. **(Bilingüe)** 7
Sharon Tonner-Saunders, Jill Shimi
- 2.- Evaluar competencias digitales en Educación Infantil desde las prácticas de aula** // Evaluate digital competencies in Early Childhood Education from classroom practices. **(Bilingüe)** 37
Elena Ramírez Orellana, Isabel Cañedo Hernández, Begoña Orgaz Baz, Jorge Martín Domínguez
- 3.- Competencias digitales del profesorado para innovar en la docencia universitaria**// The digital skills of teachers for innovating in university teaching. **(Bilingüe)** 71
Carlos Rodríguez-Hoyos, Aquilina Fueyo Gutiérrez, Isabel Hevia Artime
- 4.-The role of 'Rich Tasks' an interdisciplinary and digital approach to learning post COVID-19** // El papel de las "tareas enriquecidas" en un enfoque interdisciplinar y digital para el aprendizaje post COVID-19. **(Bilingüe)** 99
Christopher Harris
- 5.- Latin American and Caribbean Teachers' Transition to Online Teaching During the COVID-19 Pandemic: Challenges, Changes and Lessons Learned** // La transición a la enseñanza en línea llevada a cabo por los docentes de América Latina y el Caribe durante la pandemia de COVID-19: desafíos, cambios y lecciones aprendidas. **(Bilingüe)** 131
Carol Hordatt Gentles, Tashane Haynes Brown
- 6.- Competencia Digital Docente del profesorado de FP de Galicia** // Digital Teaching Competence of Galician Vocational Training Teachers. **(Bilingüe)** 165
Lorena Casal Otero, Eva María Barreira Cerqueiras, Raquel Mariño Fernández, Beatriz García Antelo
- 7.- Pedagogy by proxy: teachers' digital competence with crowd-sourced lesson resources** // Pedagogía en colaboración: competencia digital de los profesores con recursos didácticos compartidos. 197
Elizabeth Hidson
- MISCELÁNEA**
- 8.- Uso de tecnologías digitales para atender necesidades educativas especiales en la formación docente del educador diferencial** // Use of digital technologies to meet special educational needs in the teaching training of differential teachers. 231
Marcelo Palominos Bastias, Carlos Marcelo García
- 9.- Estudio de la competencia mediática frente al impacto de los youtubers en los menores de edad españoles** // Study of media competence against the impact of the youtubers in minors in Spain. **(Bilingüe)** 257
Manuel Antonio Conde, Áqueda Delgado Ponce
- 10.- Proyecto LingüisTIC: impacto de la Plataforma Walinwa sobre la competencia en comunicación lingüística del alumnado en situación de desventaja sociocultural** // LingüisTIC Project: impact of the Walinwa Platform on the language communication competence of students in situations of sociocultural disadvantage. **(Bilingüe)** 271
Susana Sánchez Castro, M^a Ángeles Pascual Sevillano

Pedagogy by proxy: teachers' digital competence with crowd-sourced lesson resources

Pedagogía en colaboración: competencia digital de los profesores con recursos didácticos compartidos

 Elizabeth Hidson

Senior Lecturer, School of Education and Society, University of Sunderland, United Kingdom

Received: 2021/01/04; **Revised:** 2021/01/28; **Accepted:** 2021/04/11; **Preprint:** 2021/04/21; **Published:** 2021/05/01

ABSTRACT

This study explores how teachers of Information and Communications Technology (ICT) faced with a major National Curriculum change were able to teach the new elements of the programmes of study. A multiple case study involving nine experienced teachers was carried out, using thematic analysis to explore audio-visual and documentary data from lesson planning sessions captured mostly via video calling and desktop sharing. The process captured the various ways that teachers located, modified and re-used digital materials and accessed online communities of practice to develop crowd-sourced curricula. The results reveal that the alignment of teachers' digital competence with their need to assimilate unfamiliar but necessary concepts into the pedagogical reasoning process facilitated the teachers in developing sufficient subject knowledge and pedagogical content knowledge (PCK). Knowledge deficits slowed down the fluency of teachers' lesson-planning processes, but the location and use of crowd-sourced resources helped them to develop PCK. The teachers' digital competences in sourcing suitable teaching resources from their communities of practice allowed the development of pedagogy by proxy.

RESUMEN

Este estudio explora cómo los profesores de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) fueron capaces de enseñar los nuevos elementos de los programas de estudio ante el cambio importante en el Currículo Nacional de Inglaterra. En la investigación se optó por una metodología de estudio de casos múltiples en el que participaron nueve profesores experimentados, utilizando el análisis de contenido para explorar los datos documentales y audiovisuales de las sesiones de planificación de las clases, capturadas en su mayoría a través de videollamadas y del uso compartido del escritorio. El proceso captó las diversas formas en que los profesores localizaron, modificaron y reutilizaron materiales digitales y accedieron a comunidades de práctica en línea para desarrollar el currículum de forma participativa. Los resultados revelan que trabajar en la competencia digital de los profesores relacionándola con su necesidad de asimilar conceptos desconocidos, pero necesarios, en el proceso de razonamiento pedagógico les facilitó el desarrollo de un conocimiento suficiente de la materia y del conocimiento didáctico del contenido (CDC/PCK). La falta de ese tipo de conocimientos influye dificultando el proceso de planificación de las clases, pero la estrategia de localización y el uso de los recursos compartidos les ayudaron a desarrollar el CPC. Las competencias digitales de los profesores para la búsqueda de recursos didácticos adecuados en sus comunidades de práctica permitieron el desarrollo de la pedagogía en colaboración.

KEYWORDS PALABRRAS CLAVE

pedagogy, PCK, digital competence, teaching resources, computing
pedagogía, CDC, competencia digital, recursos didácticos, informática

1. Introduction

In September 2014 the new National Curriculum programmes of study for teaching Computing became mandatory in England, replacing Information and Communications Technology (ICT) as a school subject and introducing Computer Science into primary and secondary schools. Previous programmes of study had focused on learning to evaluate, use and apply a range of ICT tools to support digital communication, collaboration and problem solving. This included the idea of 'ICT capability': the purposeful knowledge of when and when not to use ICT as well as its wider application to learning, work and life. The new programmes of study, although incorporating information technology and digital literacy, focused on computation and the fundamental principles and concepts of computer science (DfE, 2013). This posed a challenge for in-service ICT teachers without sufficient computer science subject knowledge and teaching experience: teachers needed to develop both subject and pedagogical knowledge to make the transition from teaching ICT to teaching Computing.

The Royal Society had previously reported that only 4,600 out of a total estimated population of 18,400 teachers of ICT in the secondary (11-18) sector possessed both relevant first degree and teacher training qualifications (Royal Society, 2012) in order to teach ICT as a subject. The number with qualifications in Computer Science was unreported but can be assumed to be a subset of the reported ICT figure. The curriculum changes therefore created the need to upskill not just the majority of secondary-sector ICT teachers, but also, albeit to a lesser extent as it was only one subject amongst many the teachers would have to deliver, the estimated 209,500 primary school teachers (DfE, 2015) charged with teaching Computing as part of the statutory National Curriculum provision for children up to the age of 11.

This heralded a period of immense curriculum change as principles of computer science, computational thinking and programming replaced the former focus on 'ICT capability' a construct elaborated on more fully in a study by Brosnan (2000) and Barnes and Kennewell (2018) ICT capability was described by the Qualifications and Curriculum Authority as "not only the mastery of technical skills and techniques, but also the understanding to apply these skills" (QCA, 2007, p. 121). The switch in emphasis from the use and application of tools to the principles of "information and computation, how digital systems work, and how to put this knowledge to use through programming" (DfE, 2013, p.1) meant that, in many cases, teachers started from scratch, planning and developing resources for an entirely new academic discipline, undergoing intensive professional development and navigating pedagogical uncertainty during the transition from ICT to Computing.

1.1. Teacher knowledge and PCK

Shulman (1986), who had suggested the need for a framework to describe the domain of knowledge in teaching, proposed three initial categories: a) subject matter content knowledge, b) pedagogical content knowledge and c) curricular knowledge, summarised in Table 1 below. In his 1987 work, Shulman expanded from the original three categories to seven, thereby including general pedagogical knowledge as well as knowledge of learners, of educational contexts, and of educational purposes. He continued to consider pedagogical content knowledge (PCK) of "special interest" as it represented "the blending of content and pedagogy" (Shulman, 1987, p. 8). This "rich, new understanding of teachers' knowledge"

(Aubrey, 1997, p.9) was premised on emphasising the intellectual basis for planning learning. PCK and its place in the process of pedagogical reasoning (Shulman, 1987) has been an area of significant study in education ever since.

Table 1

Representation of Shulman's (1986) three categories of teacher knowledge

Subject Matter Content Knowledge	Pedagogical Content Knowledge (PCK)	Curricular Knowledge
The amount and the organization of knowledge in the mind of the teacher	Subject matter <i>for teaching</i> Aspects of content most germane to its <i>teachability</i> Representations: analogies, illustrations, examples, explanations, demonstrations	[educational] programs designed to teach particular subjects and topics
Content can be represented and theorised in various ways	Understanding of what makes the learning of specific topics easy or difficult	Instructional materials: texts, software, programs, visual materials, films, demonstrations etc.
The teacher's subject matter content understanding in relation to the discipline		Understanding of the characteristics of the materials

1.2. Curricular knowledge as a requisite for planning learning

The process of lesson planning is arguably, at its simplest level, thinking about what to teach, how to teach it, and to whom. A significant factor in the planning process is access to suitable resources for use in the lesson. The term 'lesson resources' is generally understood as curriculum materials (Clark & Yinger, 1979; Evens et al., 2015; Van Driel et al., 1998) either created by the teacher or pre-prepared shared or commercially available materials that can be taken and re-used by a teacher. A wealth of materials for Computing have been made available through the government-funded Computing at School organisation (as well as multiple other resource providers (Brown & Kölling, 2013; Royal Society, 2017; Weatherby, 2017), a source that has continued to develop and grow in the years since the curriculum changes. These resources range from medium-term planning or 'schemes of work' to individual worksheets or PowerPoint presentations about how to create programming loops, for example. Such materials would save a teacher having to create those resources from scratch, with additional the benefit of insight into how other teachers had approached the planning and teaching of topics. In terms of planning, the curricular knowledge of materials is an important part of teacher knowledge. For an established area of learning, these materials will be familiar: tried and tested resources already part of a sequence of learning, such as in the case of mathematics (Marks et al., 2019). For a new area of learning like computer science in schools, the challenge therefore lies in accumulating a body of resources that can be used to structure the learning activities of the students.

A common departmental approach in schools centres around the planning and resourcing of schemes of work, curriculum documents that, as Mulhall, Berry and Loughran (2003) suggest, "tend to represent the teaching of a topic in an undifferentiated form as certain content to be learned and understood, and activities that might engage students" (Mulhall et al., 2003). While Mulhall et al find that this is often limited to 'what works', Park

and Oliver (2008) find positivity in a co-constructed approach. They see teachers as knowledge producers, not knowledge receivers, as they take materials and adapt them to suit their own purposes: “teachers are not simply doers; those who realize what others have planned” (Park & Oliver, 2008, p. 280). With PCK as the heart of teachers’ professionalism, there can be no ‘off-the-shelf’ solution. There is however, a gap, an unheard commentary that is part of any shared lesson resource. This meta-information is the key to PCK: the results of the reflective process of planning a specific lesson for specific students.

Lesson planning can therefore be conceptualised as an expression of PCK (Juang et al., 2008): a fertile cognitive, reflective and experiential space where a teacher plans a lesson to bring together the complexities of the contextualised students and the content or concept they need to learn. “Planning” seems an inadequate word for this powerful process, but it is the professional term used and runs the continual risk of being devalued as a form of component assembly without due consideration of the professional knowledge and skill required. The actual process of lesson planning is widely accepted as a way of developing PCK (Achinstein & Fogo, 2015; Etkina, 2010; Halim & Meerah, 2002; Rozenszajn & Yarden, 2014). Lee and Luft (2008) maintained that the lesson plans and supplementary materials they collected from experienced science teachers helped them to understand how PCK was represented in the lesson plans created during a professional development programme.

1.3. Digital competence

What works for one teacher with their class may work differently for another teacher, for a multiplicity of reasons. The idea of using successful teachers’ PCK to develop others (Mulhall et al., 2003) has long been an aspect of the focus on PCK development. Locating and accessing shared resources requires a level of digital competence that cannot be assumed, and may need to be developed. Juang et al’s 2008 study of a collaborative school-based curriculum development strategy, which resulted in a knowledge base of lessons plans is an example of the benefit of a collaborative community of practice. Online repositories would have been in their infancy in 1998 when Van Driel et al aspired to “prevent[ing] every teacher from reinventing the wheel” (Van Driel et al., 1998) but it is clear that the affordances of technology that allow access to knowledge bases (Juang et al., 2008), forums and online resources such as those available through the Computing At School organisation (Crick & Sentance, 2011; Weatherby, 2017) create communities of practice (Lave & Wenger, 1991) that can evolve into ‘anytime, anywhere’ personal learning networks (PLNs) to support the professional growth of teachers (Trust et al., 2016).

Central to all of this activity is the level of digital competence needed to successfully navigate pedagogic change. Frameworks such as the European Digital Competence Framework for Educators: DigCompEdu (Redecker, 2017) highlight the importance of professional engagement with digital resources for teaching, learning, assessment and the facilitation of learners’ digital competence and provide a common language for teachers (Cabero-Almenara et al., 2020; Sormunen, 2021; Walsh et al., 2019).

Links have been made between the functions of digital competence frameworks and the Technology, Pedagogy and Content Knowledge framework known as TPACK (Mishra & Koehler, 2006) that builds on Shulman’s (1986) PCK construct. While consideration of technology is relevant, the consensus is that teachers must look more deeply at the underlying needs of teaching and learning (König et al., 2020; Sormunen, 2021; Stadler-Heer, 2021; Tyarakanita et al., 2020; Walsh et al., 2019). The idea of “putting technology at

the service of pedagogy” (Portillo et al., 2020, p. 9) is an important one, with a recognition that teachers with high levels of digital competence are advantaged during times of curricular change (König et al., 2020) while making the point that more experienced teachers may actually have lower levels of digital competence (Cabero-Almenara et al., 2021). Depending on the situation, foregrounding the technology risks masking underlying deficits in PCK, so a balance must be found. Cabero-Almenara et al (2020) suggest that “mastery of [Teacher Digital Competence] empowers the teacher for the use of the ICT not only as support for their existing practices, but also to transform them” (p. 3).

A common theme in studies that look at digital competence is that it is presented in terms of experienced teachers’ content knowledge being already established, with digital competence progression being the main issue. The alternative is that of early career teachers whose core PCK needs development at the same time as their digital competence (Stadler-Heer, 2021; Tyarakanita et al., 2020). There seems to be little overt focus on the pedagogy inherent in the materials being located or developed by teachers responding to a change in the fundamental nature of the material to be taught. Looking to an allied Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) subject such as mathematics, however, shows that engagement with a new way of teaching mathematics using online resources presented to early career teachers highlighted a similarity between the development of early career pedagogy and that of PCK following a major curriculum change (Barclay et al., 2019).

The approach to teaching Computing with technological tools and digital resources requires a level of competence and confidence born of the physicality of this subject: it both studies and uses technology. This article focuses on teachers of Computing, perhaps already those with higher overall levels of digital competence than may have been expected. In this context the demands of curriculum and disciplinary changes have shone a light on the pedagogic competences that may have previously been required from experienced teachers of ICT, but that now warrant exploration in terms of their importance in helping these teachers upskill to teach the new curriculum. Mediating teaching and learning through technology requires sufficient PCK to promote the learning objectives. Digital competence enables this to happen efficiently. In this sense, digital competence contributes significantly to the argument that accessing shared resources contributes to the development of pedagogy by proxy.

PCK, lesson planning and digital competence are the lenses through which this study is conceptualised, as ICT teachers harnessed their overall professional and pedagogic competence to enable their development as teachers of Computing.

2. Methodology and summary of findings

This article reports on doctoral research carried out to explore, in part, how participant teachers approached the planning of Computing lessons following a significant curriculum change. One research sub-question asked specifically how participant teachers were able to draw upon subject-specific sources and resources to enable them to align their planning with the new programmes of study.

A multiple case study was designed to explore participant teachers’ responses in practical and pedagogical terms to planning for the new programmes of study. Yin (1994) maintained that the evidence from a multiple case study “is often considered more compelling, so the overall study is regarded as being more robust” (p. 45) than that of a

single case. Using Creswell's (2012) characteristics of case study research as a guide, multiple sources of data were identified, providing a thorough picture of the cases, context and themes. This design required observational data of lesson planning combined with semi-structured interviewing while teachers engaged in lesson-planning activities, observed and captured mostly via video calling and desktop sharing, the methodology of which is explored more fully in Hidson (2020). The process captured the various ways that teachers located, modified and re-used materials and the support gained from online communities of practice to develop crowd-sourced curricula, demonstrating their digital competence as they did so.

As the research questions were not linked to one specific school, region or phase of education, the priority was to gather participants who had experienced the curriculum change. Hammersley and Atkinson (1995) cited various types of informant who have the knowledge required and may be strategically selected. They categorised these as "informants who are especially sensitive to the area of concern": outsiders, rookies, nouveau-statused or naturally reflective people or as "the more-willing-to-reveal informants": naïve, frustrated, 'outs', 'old-hands', needy or subordinates. Of these, the targeted participants needed to be 'the nouveau statused': those in transition for whom the "tensions of new experience are vivid" (pp. 137-138); serving teachers who had been teachers of ICT (as would be found in secondary schools) or those teaching ICT (as would be found in primary schools) who were now charged with teaching Computing as a subject.

Nine pre-2014-trained teachers therefore participated initially, one of whom had been teaching in the further education sector, but then moved to the higher education sector and so their age-range was then outside the scope of the study for the lesson planning part of the study. Table 2 describes the profile of the teachers in terms of their phase of teaching and whether they might be considered as specialists in a computing-related subject. In terms of digital competence, all of the participants had trained and had taught ICT before the curriculum change and because of their subject area, were more technologically confident than would otherwise be expected of experienced teachers.

Table 2

<i>Participant Descriptions</i>	
B	Non-specialist, generalist primary computing specialist
C	'Qualified' post-16 computing specialist
A & D	'Qualified' ICT-trained computer science specialist
E	Business-trained non-specialist teaching some computing
F	'Qualified' Maths-trained secondary computing specialist
G	Vocational-route 'qualified' ICT-trained secondary computing specialist
H	Non-specialist ICT-trained transitioning ICT teacher
I	Non-specialist science-trained transitioning ICT teacher

"Planning lessons' in this study describes a range of time-bound activities related to preparing learning activities for a specified timetabled teaching group or cohort. Tangible outputs from this process could include a written lesson plan, a slide deck, handouts, worksheets, stimulus materials, textbook references, software or web-based resources as the teacher deemed suitable for the lesson. Relevant copies of these were collected from the teacher as additional data.

The participants were recorded while planning, whether in person by the researcher or remotely through digital communication technologies e.g. Skype's shared desktop and webcam data streams, which were simultaneously recorded by third-party software. The resultant video, regardless of collection method, provided data for transcription, thematic coding and analysis. Institutional ethical approval had been sought and granted as audio and visual data formed a significant quantity of the data.

2.1. Summary of findings

In this study, the actions observed through the desktop-sharing method included participants creating lesson artefacts and resources, locating saved materials for re-use or review, use of internet search engines to locate text or multimedia information, and trialling methods for use in the classroom, such as developing a programming technique in advance of teaching it to the class. One additional action taken by participants was that of illustrating something they had referred to by locating it in their own archives or on the internet, allowing an insight into wider influences and digital practices than might otherwise have been gleaned through the sole use of interview questions. Table 3 below, in which participant names have been anonymised, describes the way the participants used resources in their planning.

Three distinct categories of lesson resources for use in teaching were distinguished through the course of the current study. These were bespoke lesson resources, created by participant teachers for a specific purpose; gathered, unmodified resources located and used by the participants with little or no change and repurposed lesson resources, which were gathered and modified by the participant teacher to fit their lesson objectives more effectively.

All participants made use of gathered resources to plan lessons in line with the new programmes of study. These were often gathered to save preparation time (Glenn, Helen, Alex, Ben, Ian) but also to fill gaps in subject knowledge (Helen), in schemes of work (Helen, Faith, David, Alex) or in specific lessons (Glenn). However, it was also noted that locating resources and quality-assuring them was a time-intensive activity (David, Ian, Helen).

Repurposing was common, especially to fit the current teaching context (David, Helen, Glenn, Ian) or needs of specific students (Alex, Ellen). Some teachers noted that they took a less 'instructional' approach with using resources (Ben, Alex), further evidence perhaps of changing their teaching under the new curriculum. Gathered resources were not always sufficient, even when repurposed, leading to regular preparation of bespoke lesson resources (Alex, Ben, David, Faith, Glenn, Helen, Ian) although this represented a significant investment of time (Alex, Helen).

Keyword-based internet searches, including YouTube (Ben), were a common starting point for locating resources for reuse or modification (Ben, David, Glenn, Alex, David), along with using online sharing platforms such as TES (Ian) and CAS (Alex, Ben, Faith, Glenn, Helen, Ian). Commercial and 'cottage industry' resource providers were also used (Alex, Helen, Ben, Faith, Ian) and sometimes discarded over concerns of cost and quality (David, Alex, Helen).

Table 3

Summary of thematic findings about use of resources from planning

Participant	Findings about the way they used resources
Alex: a 'qualified' ICT-trained computing specialist	<ul style="list-style-type: none"> • Online resources for developing subject knowledge • Programming tutorials and forum • 30+ windows open • Multiple sources
Ben: a non-specialist, generalist primary computing specialist	<ul style="list-style-type: none"> • Created materials for use in lessons • Sourced general resources from internet, YouTube etc. • PCK used to interpret suitability of gathered resources • Development of class blog, which then became a teaching resource • Had reduced the amount of resources prepared for efficiency and to decrease pupil passivity and reliance on visuals • PCK used to interpret suitability of online resources and those accessed during continuous professional development (CPD)
Claire: a 'qualified' post-16 computing specialist	n/a – left teaching as was not prepared to retrain to teach computer science in post-16 education
David: a 'qualified' ICT-trained computer science specialist	<ul style="list-style-type: none"> • Repurposed lesson resources • Interactive websites - PCK used to interpret suitability – repurposed to suit pupils • Multiple sources
Ellen: a business-trained non-specialist teaching some computing	<ul style="list-style-type: none"> • Every lesson prepared and resourced by others • Repurposed lesson resources as mediated through subject leader's perspective
Faith: a 'qualified' maths-trained secondary computing specialist	<ul style="list-style-type: none"> • Repurposed lesson resources to match planned curriculum and core vision • High expectations that resource needed to match vision • PCK used to interpret suitability • Multiple sources
Glenn: a vocational-route 'qualified' ICT-trained secondary computing specialist	<ul style="list-style-type: none"> • Resourcing to flesh out pre-planned yearly plan • Updating prior lessons • Developing new lessons based on industry experience • Differentiated resources: videos for weaker students • Modelling as a resource • Bespoke lesson resources and gathered, unmodified resources used • PCK used to interpret suitability of gathered resources • Multiple sources
Helen: a non-specialist ICT-trained transitioning ICT teacher	<ul style="list-style-type: none"> • Repurposed lesson resources sourced through CPD • Resources to fill gap • Reliant on the PCK and pedagogical reasoning process of the teacher who had shared the lesson and resources • PCK used to interpret suitability of gathered resources • Expansive gathering of resources informed by knowledge of assessment • Time issue • Multiple sources
Ian: a non-specialist science-trained transitioning ICT teacher	<ul style="list-style-type: none"> • Repurposed lesson resources • Multiple sources brought together – compared, discarded, developed to suit objectives • PCK used to interpret suitability of gathered resources • Modelling as a resource

More broadly, a range of other sources to underpin teaching were used. These ranged from programming reference sites (Alex) to specific online (David, Ellen) and offline applications for programming (Ben, Alex, Faith), including textbooks (Faith). Multiple types of software were mentioned, the affordances of which were related more to general digital competence or technological pedagogical knowledge than to Computing as a subject.

One thing that is evident from Alex's approach to planning is the wealth of sources of support that he had familiarised himself with. Beyond those explicitly mentioned, it was noticeable from sharing his desktop screen that having these sources immediately at hand was a key part of giving him confidence that he could articulate his approach to developing programming code in an authentic manner. From visual data it was possible to see that he had more than thirty browser window tabs open while he was working. He was not alone in this: participants Ben and Helen also discussed their multitasking, multi-tab style of working. The level of digital competence married with the purposeful application of this to the pedagogical process lent confidence to these teachers' approaches to planning under difficult and unfamiliar circumstances.

3. Analysis and discussion

Prior to the current study, minimal attention had been paid to the specific role of subject-specific teaching resources as part of an experienced teacher's professional knowledge base when making the transition to a new subject area, although the mathematics example provided by Marks et al (2019) shows that these ideas have been linked for established subjects and early career teachers. The concept of teaching materials was subsumed into curriculum knowledge for Shulman (1987), transposed into the research on PCK in ICT by Webb (2002) and then burgeoned into considerations of online sharing practices (Brown & Kölling, 2013; Weatherby, 2017) and the development of personal learning networks (Preston et al., 2018; Trust et al., 2016) following the curriculum change. The debate had somewhat bypassed consideration of what teachers do to locate and use the resources. A study by Cabero-Almenara et al (2020) exploring the validation of a digital competence questionnaire found a moderately high correlation for their hypothesis that the greater the number of social networks utilised by the teacher, of which he or she is a user, the greater the digital teaching competence (p. 9), which is line with the findings of the current study that the confident and competent ICT teachers were able to make good use of their personal learning networks to help them.

The themes that emerged from the data were synthesised into analytic categories, summarised in Table 4 and discussed below.

3.1. Transitional pedagogical reasoning

One of the most interesting findings to emerge from this study centres around the way that participants engaged in the process of pedagogical reasoning. Shulman's (1986, 1987) model of the pedagogical reasoning process was applied to the planning activities undertaken by the participants of this study, using it as a framework with which to interpret the steps and decisions they made, an approach used successfully in other studies (Achinstein & Fogo, 2015; Evens et al., 2015; Lee & Luft, 2008; Nilsson & Loughran, 2012; Webb, 2002). This model can be understood as a process of comprehension, transformation,

instruction, evaluation and reflection. As the study focused solely on planning, only the comprehension and transformation sub-processes were directly relevant. The transformation sub-process is theorised, as per Nilsson and Loughran (2012) as the location within which PCK is enacted as teachers integrate their constituent knowledge bases and engage in preparation, representation, instructional selection, adaptation and tailoring, resulting in a specific lesson plan. The working hypothesis was that teachers, 'comprehending' what they wanted to teach, would then move to the transformation stage. However, like Nilsson and Loughran's participants, and in line with Park and Oliver (2008), the data showed that this was not straightforward because each teacher develops as a result of different experiences and knowledge (p. 718).

Table 4

Themes drawn from the study data

TRANSITIONAL PEDAGOGICAL REASONING

- Pedagogical reasoning process is evident but messy
- Lesson planning allows for evidencing and developing PCK
- Demonstrates different purposes of planning and approach taken; confidence issues

KNOWLEDGE VALIDATION

- Need to enhance knowledge and computing pedagogy; linked to teacher beliefs
- Importance of resources and resource providers
- Constraints from exam boards and changing specifications
- Validated by and though CAS, master teachers, hubs, support responsibilities

DEVELOPING SUBJECT AND PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE VIA PROFESSIONAL LEARNING NETWORKS AND RESOURCES

- Internet searching, found/modified/created resources
 - Specific role of resources: PCK by proxy; what teachers do with them
 - Changing teaching; developing PCK
-

Where participants had confidence in their subject knowledge and their own ability to teach an aspect of computing, they exhibited practices which indicated that they were able to proceed smoothly and fluidly from the comprehension stage to the transformation stage and from there through the different phases of the transformation stage outlined above. This, in line with Lee and Luft's (2008) study of experienced secondary science teachers, was most evident in the practices exhibited by Glenn and David, whose clear understanding of the specifics of what they wanted to teach meant that they spent little time at the comprehension stage and moved very quickly to the transformation stage, where their planning steps and decisions mapped onto the phases therein. Lee and Luft also concluded that PCK develops over time and is evident in the responses of experienced and knowledgeable teachers.

Where participants struggled with the subject knowledge, it seemed to slow down the speed at which they were able to exhibit behaviour which indicated their ability to move to

the next stage of the process. This was particularly evident in participant Alex's approach, where he spent considerable time wrestling with programming syntax and needing to teach himself the skills he thought he needed, only to find that this simply would not work as a set of ideas to be taught. Ultimately, he discarded the new skill and selected an alternative set of ideas to be developed in the programming language. Participant Helen demonstrated a similarly extended period of time at the comprehension stage. Her approach was to physically trial several versions of the ideas to be taught, using pre-prepared materials to supplement her lack of understanding, until she reached a point where she felt comfortable with the new concepts and was able to modify the pre-prepared materials, developing her PCK in the process. Such findings are in line with those studies involving early career teachers rather than experienced teachers: Barclay, Harvey-Swanston and Marks (2019) found that their participants described small steps and were not yet able to see how their work built to a coherent whole over time. Rozenszajn and Yarden (2014) expected that their participants involved in a long-term professional development programme would develop this over time and that it was not something that could be expected early in the process of acquiring new knowledge.

To describe this recurring phenomenon, the author has coined the term transitional pedagogical reasoning has been used. This is the process by which unfamiliar but necessary concepts are assimilated into the pedagogical reasoning process while the teacher develops sufficient knowledge and PCK fluency. When the new content is assimilated, and the knowledge and PCK feels secure, the pedagogical reasoning process seems fluent.

The findings of this study suggest that the lesson planning processes of computing teachers provided sufficient evidence of indicators mapped to PCK and also sufficient evidence of indicators of their developing PCK, to confirm the findings of Rusznyak and Walton (2011) and others (Achinstein & Fogo, 2015; Barclay et al., 2019; Etkina, 2010; Juang et al., 2008) that lesson planning is an effective scaffold for the development of PCK. The study is limited by the different purposes of planning and approaches taken by the participant teachers, so it was not possible to assess this in a systematic way, but a contribution of the study has been to demonstrate that exploring need-based planning undertaken at the lesson level may produce further insights, which could be useful for educating aspiring teachers of computing, or indeed any other subject area where new teaching knowledge is needed.

3.2. Knowledge validation

Taken together, the findings of this study in relation to transitioning teachers' computing subject knowledge and pedagogy raise an important question about their need to validate that knowledge through external sources. Whilst participants with secure subject knowledge were confident to a large extent, and therefore able to validate that knowledge via their background experience and beliefs, in line with the experienced teachers participating in Lee and Luft's (2008) study, participants without secure subject knowledge were obliged to seek external validation. This came in the form of seeking out resources and resource providers who could suggest suitable strategies for structuring and segmenting content in the same way that Barclay et al's (2019) early-career mathematics teachers relied on the structure of textbooks and mentors to understand different ways of representing knowledge and selecting instructional approaches. When these key aspects were in place, participant teachers were better able to engage in the activities interpreted as adaptation and tailoring

of the content to the characteristics of their specific classes and students. One aspect of this knowledge validation is the prevalence of specific programming languages. By utilising a coping strategy focused on working with the most widely used languages, transitioning participants were able to increase their confidence and competence. Although this confidence was regularly challenged by new concepts, especially in relation to text-based programming, transitioning participant teachers did not seem willing to take risks by deviating from the accepted norm. Although this case is a specific technology, it does echo the reluctance of Barclay et al's (2019) mathematics teachers to veer away from the accepted effective practice encapsulated in online and offline teaching approaches.

The study has also identified that changing qualification specifications act not only to validate the body of knowledge required by the computing teachers, but that they also act as a source of concern and constraint, limiting and challenging teachers attempting to secure their computing knowledge and PCK in order to become more confident and competent. Where some participants already possessed a secure knowledge and pedagogical base, they were able to act in turn as validators of the knowledge through Master Teacher support and by coordinating local hubs for teachers seeking to develop and validate their knowledge and skills. These spaces can be conceptualised as places to develop subject knowledge and PCK via co-located strands of their wider learning networks. Turning to colleagues and peers is a common theme, and this finding again echoes those of Barclay et al (2019), whose Mathematics Subject Leaders (MSLs) played a similar role to the Computing at School Master Teachers highlighted by Crick and Sentence (2011) as leading the way in stimulating computer science as a school subject in the UK.

3.3. Subject knowledge and PCK via professional learning networks and resources

Although participants used a wide range of sources, including keyword internet searches to locate, create, use and/or modify resources, the majority of participants did so within a framework of developing a professional learning network online. This is similar to those described by Trust et al (2016), and in line with locating sources of online support highlighted by Preston et al (2018) as contributing incrementally to the pedagogy of the classroom and also by Cabero-Almenara et al (2020) as a positive indicator of digital competence. Key providers and social media channels contributed to the teachers' strategies for changing their teaching by developing PCK in the new subject material through dialogue with others. The study has raised important questions about the nature of teaching materials and their use in developing PCK, a recurring theme in the PCK-related studies surveyed in this article. By working with materials developed by others, participant teachers were, in effect, tapping into the others' PCK by proxy. This can be seen as an important part of developing pedagogy, with Barclay et al (2019) concurring that this is not a reductionist position for the less knowledgeable partner, but one where the connections between theory and practice become clearer. Barclay et al (2019) point to a new wave of "quality textbooks with... research-informed content and approaches providing coherence and a theoretically driven pedagogic basis" (p. 1) and highlighting the centrality of the teacher's role in engaging with new programmes and requiring extensive professional development. More research is needed to understand the possibilities of the meta-data furnished through the PCK inherent in shared teaching materials. It would be interesting to assess whether articulations of PCK could be encapsulated explicitly into materials that authors were willing to pass on. Preston

et al (2018) gave a warning that respectful learning relationships require far more effort and commitment than simply mastering the technologies.

Drawing these findings together, it can be argued that the role of teaching resources has a much more prominent part to play in developing pedagogy than may have previously been explored, and that it draws together, in line with Shulman (1987), a far deeper focus on the knowledge, skills and understanding needed by teachers if they are to engage with lesson planning as an intellectual, pedagogical process, as well as one that both requires and develops wider digital competence for educators.

4. Conclusion

This article asked how experienced teachers faced with a major National Curriculum change in England in 2014 were able to make the transition from being teachers of ICT to being teachers of Computing, a change which brought with it the expectation that they would be able to teach programming and topics from the wider discipline of computer science. These were areas that were new to the majority of participating teachers, but their perceptions were that the curriculum change seemed to assume and presume that teachers and subjects are fungible and therefore that teaching one computer-related subject is the same as teaching another computing-related subject.

The data gathered from this study of teachers' planning processes and documentation indicate that the participant teachers used their high levels of digital competence to source the teaching materials they needed to be able to deliver the new programmes of study. Three distinct categories of lesson resources for use in teaching were identified: created, gathered or repurposed. In addition, the data showed that all the participant teachers developed professional learning networks in order to upskill and make the transition to the new curriculum.

Further analysis revealed three clear themes: firstly, that the teachers' planning processes could be understood through a framework of transitional pedagogical reasoning (Shulman, 1987), albeit one that is necessarily different for each teacher depending on their experience and confidence; secondly, that teachers needed the security of knowledge validation to be able to operate under the new curriculum and thirdly, that they were able to develop their pedagogical content knowledge (Shulman, 1986) through the resources and subject knowledge gained from the professional learning networks that they developed. Central to that experience is the teachers' level of digital competence (Redecker, 2017). For a group of teachers of computing, who might be considered as experts in terms of digital competence, the struggle to develop pedagogy was ameliorated by having these skills.

This is important for teachers because, while curriculum changes are common and a certain amount of professional development is always necessary, a disciplinary shift of the magnitude described by Crick and Sentence (2011) is not as rare as one might expect. In the UK, national curriculum decisions are made at the government level and compliance is ensured through a process of inspection and accountability. Teachers may be required to teach unfamiliar material without the necessary knowledge and skills and therefore may be placed in the same position as the teachers in this study who experienced the ICT to Computing change (DfE, 2013). The findings of this study suggest that teachers need to be proactive about developing their levels of digital competence to ensure their capacity to respond appropriately to changes in the pedagogical requirements of their professional roles.

The conclusion that teachers' digital competences in sourcing suitable teaching resources from their communities of practice allowed the development of pedagogy by proxy must also be tempered with a call to action: digital competence with a focus on pedagogical reasoning needs to be supported as part of initial teacher education and agile professional development. Currently, the UK Teachers' Standards (2011) do not mention digital competence and yet, as this study and others such as König et al (2020) have shown, teachers have an advantage if they have high levels of digital competence. Although the current study is small-scale, the analytic generalisability is such that this would be a fruitful area for future research in other subject areas.

Examining teachers' planning while they tried to develop sufficient knowledge, skills and understanding to operate as effective practitioners in a new discipline has shown that pedagogical development can be effectively enabled through accessing communities of practice and shared resources. These are elements that can be promoted and supported at the national, regional and local levels, as well as providing future research opportunities. The current study has devoted some consideration to this issue and findings indicate that further work is needed to understand teachers' practices better. It is recommended that, in order to effect a step-change in the collaborative development of PCK in the wider Computing Education community, specific meta-data be applied to resources so that all shared resources accessed through a moderated forum such as Computing At School would be designed to have an educative impact on the teacher recipient as much as on the pupils with whom the materials were intended to be used.

To date, policy-makers have not routinely catered for the differential needs of in-service teachers when making curriculum decisions. This has resulted in lack of lead-time and funding for professional development time prior to the change. This study suggests that using frameworks to understand and articulate teachers' professional knowledge and competences can help to pinpoint where support may be needed. This may be in terms of subject knowledge and pedagogical content knowledge (Shulman, 1986) as with most of the teachers in this study, or in terms of digital competence as in the case the DigCompEdu progression model (Redecker, 2017). If policy-makers were to take action based on this study, they would be well-advised to build self-evaluation and differentiated professional development into the preparatory stages of all future curriculum developments.

Pedagogía en colaboración: competencia digital de los profesores con recursos didácticos compartidos

1. Introducción

En septiembre de 2014, los nuevos programas de estudio del Plan Nacional de Estudios para la enseñanza de la informática pasaron a ser obligatorios en Inglaterra como asignatura escolar sustituyendo a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) e introduciendo las Ciencias de la Computación en las escuelas primarias y secundarias. Los programas de estudio anteriores se habían centrado en aprender a evaluar, utilizar y aplicar una variedad de herramientas TIC para apoyar la comunicación digital, la colaboración y la resolución de problemas. Esto incluía la idea de "competencias TIC": el conocimiento deliberado de cuándo usar y cuándo no usar las TIC, así como su aplicación más amplia al aprendizaje, el trabajo y la vida. Los nuevos programas de estudio, aunque incorporaban la tecnología de la información y la alfabetización digital, se centraban en la computación y en los principios y conceptos fundamentales de la informática (DfE, 2013). Esto supuso un reto para los profesores de TIC en activo que no tenían suficientes conocimientos de la asignatura de informática ni experiencia docente: los profesores necesitaban desarrollar tanto los conocimientos de la asignatura como los pedagógicos para hacer la transición de la enseñanza de las TIC a la enseñanza de la informática.

La Royal Society había informado anteriormente de que solo 4.600 profesores de TIC en el nivel de la enseñanza secundaria, de una población total estimada de 18.400 profesores, (11-18) poseían tanto las cualificaciones pertinentes de grado como las de formación del profesorado para poder enseñar las TIC como asignatura (Royal Society, 2012). El número de profesores con titulación en Informática no aparece especificado, pero se puede suponer que es un subconjunto de la cifra total. Por lo tanto, los cambios en el currículum crearon la necesidad de mejorar las competencias no solo de la mayoría de los profesores de TIC del nivel secundario, sino también de los aproximadamente 209.500 profesores de primaria encargados de enseñar informática como parte de la provisión obligatoria del plan de estudios nacional para niños de hasta 11 años, aunque en menor medida, ya que era solo una de las muchas asignaturas que los profesores tendrían que impartir (DfE, 2015).

Esto anunció un período de cambio inmenso en el currículum, ya que los principios de la Informática, el pensamiento computacional y la programación remplazaron el anterior enfoque en la "competencia TIC", un constructo elaborado más ampliamente en un estudio de Brosnan (2000) y Barnes y Kennewell (2018) y que fue descrita por la Autoridad de Calificaciones y Planes de Estudio como "no sólo el dominio de los conocimientos técnicos y sus métodos, sino también la comprensión para aplicar estas habilidades" (QCA, 2007, p. 121). El cambio de énfasis del uso y la aplicación de herramientas a los principios de "información y computación, cómo funcionan los sistemas digitales y cómo poner este conocimiento en uso a través de la programación" (DfE, 2013, p. 1) significó, en muchos casos, que los profesores empezaron desde cero, planificando y desarrollando recursos para una disciplina académica completamente nueva, sometiéndose a un desarrollo profesional intenso y navegando por la incertidumbre pedagógica durante la transición de las TIC a la Informática.

1.1. Conocimiento docente y CDC

Shulman (1986), que planteó la necesidad de un marco para describir el dominio del conocimiento en la enseñanza, propuso tres categorías iniciales: a) conocimiento del contenido de la materia, b) conocimiento didáctico del contenido y c) conocimiento curricular, que se resumen en el cuadro 1. En su trabajo de 1987, Shulman amplió las tres categorías originales a siete, incluyendo así el conocimiento pedagógico general, así como el conocimiento de los alumnos, de los contextos educativos y de los fines educativos. Siguió considerando el conocimiento didáctico del contenido (CPC) de "especial interés", ya que representaba "la mezcla de contenido y pedagogía" (Shulman, 1987, p. 8). Esta "rica y nueva comprensión del conocimiento de los profesores" (Aubrey, 1997, p. 9) tenía como premisa hacer hincapié en la base intelectual de la planificación de la enseñanza. El CDC y su lugar en el proceso de razonamiento pedagógico (Shulman, 1987) ha sido un área de estudio importante en la educación desde entonces.

Tabla 1

Representación de las tres categorías del conocimiento del profesorado de Shulman (1986)

Conocimiento del contenido de la materia	Conocimiento Didáctico del contenido (CDC)	Conocimiento del Curriculum
-La cantidad y la organización del conocimiento en la mente del profesor	-Materia de enseñanza -Aspectos del contenido más relevantes para la enseñanza	-Programas [educativos] diseñados para enseñar materias y temas concretos
-El contenido se puede representar y teorizar de varias maneras	-Representaciones: analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones, demostraciones	-Material didáctico: textos, software, programas, material visual, películas, demostraciones, etc.
-La comprensión del profesor sobre el contenido de la materia en relación con la disciplina	-Comprensión de lo que facilita o dificulta el aprendizaje de determinados temas	-Comprensión de las características de los materiales

1.2. El conocimiento curricular como requisito para planificar el aprendizaje

Podría decirse que el proceso de planificación de una clase es, sin duda, en su nivel más simple, pensar en qué enseñar, cómo enseñarlo y a quién. Un factor importante en el proceso de planificación es el acceso a los recursos didácticos adecuados. El término "recursos didácticos" se entiende generalmente como materiales curriculares (Clark & Yinger, 1979; Evens et al., 2015; Van Driel et al., 1998), ya sean creados por el profesor o materiales compartidos o disponibles comercialmente que pueden ser usados y reutilizados. La organización Computing at School, financiada por el gobierno, ha puesto a disposición una gran cantidad de materiales para la informática, así como otros muchos proveedores de recursos (Brown & Kölling, 2013; Royal Society, 2017; Weatherby, 2017), una fuente que ha seguido desarrollándose y creciendo en los años posteriores a los cambios en el currículum. Estos recursos van, por ejemplo, desde la planificación a medio plazo o los "programas", hasta las hojas de ejercicios individuales o las presentaciones de PowerPoint sobre cómo crear bucles de programación. Estos materiales ahorrarían al profesor tener que crear esos recursos desde cero, con la ventaja añadida de conocer cómo otros

profesores han enfocado la planificación y la enseñanza de los temas. En cuanto a la planificación, el conocimiento curricular de los materiales es una parte importante del conocimiento del profesor. Para un área de aprendizaje consolidada, estos materiales serán habituales: recursos probados y evaluados que ya forman parte de una secuencia de aprendizaje, como en el caso de las matemáticas (Marks et al., 2019). Para un área de aprendizaje nueva como la informática en las escuelas, el reto consiste, por tanto, en acumular un conjunto de recursos que puedan utilizarse para estructurar las actividades de aprendizaje de los alumnos.

La forma de trabajo habitual de los departamentos en los centros escolares se centra en la planificación y dotación de recursos para los programas, documentos curriculares que, como sugieren Mulhall, Berry y Loughran (2003), "tienden a representar la enseñanza de un tema de forma única con ciertos contenidos que deben ser aprendidos y comprendidos, y las actividades que podrían atraer a los estudiantes" (Mulhall et al., 2003). Mientras que Mulhall et al. consideran que esto se limita a menudo a "lo que funciona", Park y Oliver (2008) encuentran lo positivo de eso en un enfoque co-construido. Ellos consideran a los profesores como productores de conocimientos, no meros receptores, ya que toman los materiales y los adaptan para que se ajusten a sus propios fines: "los profesores no son simplemente ejecutores, sino que realizan lo que otros han planificado" (Park & Oliver, 2008, p. 280). Dado que el CDC es el núcleo de la profesionalidad de los profesores, no puede haber una solución "lista para usar". Hay sin embargo, como un vacío, una observación crítica que forma parte de cualquier recurso de lección compartida, aunque se ignore. Esta metainformación es la clave del CDC: los resultados del proceso de reflexión de la planificación de una lección específica para alumnos concretos.

Por lo tanto, la planificación de la lección puede conceptualizarse como una expresión del CDC (Juang et al., 2008): un intervalo cognitivo, reflexivo y experiencial fértil en el que un profesor planifica una lección para reunir las complejidades de los estudiantes con su contexto y el contenido o concepto que necesitan aprender. "Planificación" parece una palabra insuficiente para este poderoso proceso, pero es el término profesional que se utiliza y corre el riesgo continuamente de ser devaluado como una forma de ensamblaje de componentes sin la debida consideración del conocimiento y la habilidad profesional requeridos. El proceso real de planificación de las clases es reconocido ampliamente como una forma de desarrollar el CDC (Achinstein & Fogo, 2015; Etkina, 2010; Halim & Meerah, 2002; Rozenszajn & Yarden, 2014). Lee y Luft (2008) sostuvieron que la planificación de las clases y los materiales complementarios que recopilaron de profesores de ciencias experimentados les ayudaron a comprender cómo se representaba el CDC en la planificación creada durante un programa de desarrollo profesional.

1.3. Competencia digital

Lo que funciona para un profesor con su clase puede funcionar de manera diferente para otro profesor, por una multiplicidad de razones. La idea de utilizar los conocimientos prácticos de los profesores que han tenido éxito para formar a otros profesores (Mulhall et al., 2003) ha sido un elemento del enfoque del desarrollo de los conocimientos prácticos durante mucho tiempo. Sin embargo, la localización y el acceso a los recursos compartidos requiere un nivel de competencia digital que no se puede suponer que se posee y es necesario desarrollarla. El estudio de Juang et al. de 2008 sobre una estrategia de desarrollo curricular basado en la colaboración escolar, que dio lugar a una base de

conocimientos de diseño de lecciones, es un ejemplo del beneficio de una comunidad de práctica colaborativa. Los repositorios en línea estarían en pañales en 1998, cuando Van Driel et al. aspiraban a "evitar que cada profesor reinventara la rueda" (Van Driel et al., 1998), pero está claro que las posibilidades de la tecnología que permiten acceder a las bases de conocimiento (Juang et al, 2008), foros y recursos en línea como los disponibles a través de la organización Computing At School (Crick & Sentance, 2011; Weatherby, 2017) crean comunidades de práctica (Lave & Wenger, 1991) que pueden evolucionar hacia redes personales de aprendizaje (PLN) "en cualquier momento y lugar" para apoyar el crecimiento profesional de los profesores (Trust et al., 2016).

En toda esa actividad es fundamental el nivel de competencia digital necesario para dirigir con éxito el cambio pedagógico. Los marcos como el Marco Europeo de Competencia Digital para Educadores: DigCompEdu (Redecker, 2017) destacan la importancia del compromiso profesional con los recursos digitales para la enseñanza, el aprendizaje, la evaluación y la mejora de la competencia digital de los alumnos, y proporcionan un lenguaje común para los profesores (Cabero-Almenara et al., 2020; Sormunen, 2021; Walsh et al., 2019).

Se han establecido vínculos entre las funciones de los marcos de competencia digital y el marco de Tecnología, Pedagogía y Conocimiento del Contenido conocido como TPACK (Mishra & Koehler, 2006) que se basa en el constructo CDC de Shulman (1986). Aunque la consideración de la tecnología es relevante, el consenso es que los profesores deben profundizar en las necesidades intrínsecas de la enseñanza y el aprendizaje (König et al., 2020; Sormunen, 2021; Stadler-Heer, 2021; Tyarakanita et al., 2020; Walsh et al., 2019). Es un tema importante la idea de "poner la tecnología al servicio de la pedagogía" (Portillo et al., 2020, p. 9), en relación con el reconocimiento de que los profesores con altos niveles de competencia digital se ven favorecidos en tiempos de cambio curricular (König et al., 2020), al tiempo que se señala que los profesores con más años de experiencia pueden tener en realidad niveles más bajos de competencia digital (Cabero-Almenara et al., 2021). Dependiendo de la situación, al poner en primer plano la tecnología se corre el riesgo de enmascarar los déficits de base en el CDC, por lo que hay que encontrar un equilibrio. Cabero-Almenara et al (2020) sugieren que "el dominio de [la Competencia Digital Docente] capacita al profesor para el uso de las TIC no sólo como apoyo a sus prácticas existentes, sino también para transformarlas" (p. 3).

Un tema común en los estudios que analizan la competencia digital es que se presenta en términos de que el conocimiento del contenido de los profesores con experiencia ya está establecido, siendo la evolución de su competencia digital la cuestión principal. La alternativa es centrarse en profesores que inician su carrera y cuyo conocimiento básico necesita desarrollarse al mismo tiempo que su competencia digital (Stadler-Heer, 2021; Tyarakanita et al., 2020). Parece que se presta poca atención a la pedagogía intrínseca que existe en los materiales que localizan o desarrollan los profesores y esta responde a un cambio fundamental en la naturaleza del material para poder usarlo para enseñar. Sin embargo, si nos fijamos en una asignatura aliada de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas (STEM) como las matemáticas, se observa que el compromiso con una nueva forma de enseñar matemáticas utilizando recursos en línea presentados a los profesores noveles puso de manifiesto una similitud entre el desarrollo de la pedagogía de los primeros años de carrera y el de los CDC tras un importante cambio curricular (Barclay et al., 2019).

El enfoque de la enseñanza de la Informática con herramientas tecnológicas y recursos digitales requiere un nivel de competencia y confianza que nace de la naturaleza de esta asignatura: estudia y utiliza la tecnología. Este artículo se centra en los profesores de Informática, quizá ya con niveles generales de competencia digital más elevados de lo que cabría esperar. En este contexto, las exigencias de los cambios curriculares y disciplinares han puesto de manifiesto las competencias pedagógicas que antes se exigían a los profesores de TIC con experiencia, pero que ahora merecen ser exploradas por su importancia a la hora de ayudar a estos profesores a mejorar sus competencias para enseñar el nuevo currículo. La mediación de la enseñanza y el aprendizaje a través de la tecnología requiere suficientes conocimientos prácticos para promover los objetivos de aprendizaje. La competencia digital permite que esto ocurra de manera eficiente. En este sentido, la competencia digital contribuye significativamente al argumento de que el acceso a los recursos compartidos contribuye al desarrollo de la pedagogía en colaboración.

El CDC, la planificación de las clases y la competencia digital son las lentes a través de las cuales se conceptualiza este estudio, ya que los profesores de TIC aprovecharon su competencia profesional y pedagógica general para permitir su desarrollo como profesores de Informática.

2. Metodología y resumen de los resultados

Este artículo se basa en una investigación doctoral llevada a cabo para explorar, en parte, cómo los profesores participantes abordaron la planificación de las clases de informática tras un cambio significativo del currículum. Una de las sub-preguntas de la investigación se refería específicamente a cómo los profesores participantes fueron capaces de recurrir a fuentes y recursos específicos de la asignatura para permitirles ajustar su planificación con los nuevos programas de estudio.

Se diseñó un estudio de casos múltiples para explorar las respuestas de los profesores participantes, en términos prácticos y pedagógicos, a la planificación de los nuevos programas de estudio. Yin (1994) sostuvo que la evidencia de un estudio de casos múltiples "suele considerarse más convincente, por lo que el estudio general se considera más sólido" (p. 45) que el de un solo caso. Utilizando las características de la investigación de estudios de caso de Creswell (2012) como guía, se identificaron múltiples fuentes de datos, proporcionando una imagen completa de los casos, el contexto y los temas. Este diseño requirió datos de observación de la planificación de las clases, combinados con entrevistas semiestructuradas mientras los profesores participaban en actividades de planificación de clases, observadas y capturadas en su mayor parte a través de videollamadas y del escritorio compartido, cuya metodología se explora con más detalle en Hidson (2020). El proceso captó las diversas formas en que los profesores localizaron, modificaron y reutilizaron materiales y el apoyo obtenido de las comunidades de práctica en línea para desarrollar el currículum de forma participativa, demostrando su competencia digital mientras lo hacían.

Como las preguntas de la investigación no estaban vinculadas a un centro educativo, una región o una fase de la educación concretas, la prioridad era reunir a participantes que hubieran experimentado el cambio curricular. Hammersley y Atkinson (1995) hablan de varios tipos de informantes que tienen los conocimientos necesarios y pueden ser seleccionados estratégicamente. Los categorizaron como "informantes especialmente

sensibles al área de interés": forasteros, novatos, los que cambian de condiciones o los de naturaleza reflexiva, o como "informantes más dispuestos a revelar": ingenuos, frustrados, 'externos', 'veteranos', necesitados o subordinados. De estos, interesaban participantes con "estatus nuevo": aquellos en transición que "vivían las tensiones de la nueva experiencia" (pp. 137-138); los profesores en activo que habían sido profesores de TIC (como se encontrarían en los centros de secundaria) o los que enseñaban TIC (como se encontrarían en los centros de primaria) que ahora estaban encargados de enseñar Informática como asignatura.

Por lo tanto, participaron inicialmente nueve profesores con formación previa a 2014, uno de los cuales había estado enseñando en el nivel de grado secundario superior, pero luego se trasladó al sector de la educación universitaria y, por lo tanto, el nivel educativo quedó fuera del alcance del estudio para la parte de planificación de clases. En la tabla 2 se describe el perfil de los profesores en función de su fase de enseñanza y de si pueden considerarse especialistas en una materia relacionada con la informática. En cuanto a la competencia digital, todos los participantes se habían formado y habían enseñado las TIC antes del cambio de plan de estudios y, debido a su especialidad, tenían más confianza en la tecnología de lo que cabría esperar de los profesores con más años de experiencia.

Tabla 2

Descripciones de los participantes

B	Especialista en informática primaria generalista no especializado
C	Especialista en informática "cualificado" después de los 16 años
A & D	Especialista en informática "cualificado" con formación en TIC
E	Especialista en negocios no especializado que enseña algo de informática
F	Especialista en informática de secundaria "cualificado" con formación en matemáticas
G	Especialista en informática de secundaria "cualificado" con formación en TIC en el itinerario profesional
H	Profesor en transición de TIC no especializado
I	Profesor en transición de TIC no especializado en ciencias

En este estudio, la "planificación de las clases" se refiere a una serie de actividades de duración limitada relacionadas con la preparación de actividades de aprendizaje que realizaron un grupo o cohorte de profesores con un programa específico. Los resultados concretos de este proceso pueden incluir un plan de clase escrito, un paquete de diapositivas, folletos, hojas de ejercicios, materiales de estímulo, referencias de libros de texto, software o recursos basados en la web que el profesor considere adecuados para la clase. Como datos adicionales para la investigación, se recogieron copias de estos materiales del profesor.

Los participantes fueron grabados mientras planificaban, ya sea en persona por el investigador o a distancia a través de las tecnologías de comunicación digital, por ejemplo, el escritorio compartido de Skype y los flujos de datos de la cámara web, que fueron grabados simultáneamente por un software de terceros. El vídeo resultante, independientemente del método de recogida, proporcionó datos para la transcripción, la

codificación temática y el análisis. Se solicitó y concedió la aprobación del comité ético institucional, ya que los datos audiovisuales constituían una parte importante de los datos.

2.1. Resumen de los resultados

En este estudio, las acciones observadas a través del método de compartir el escritorio incluyeron a los participantes que crearon artefactos y recursos para las lecciones, que localizaron materiales guardados para reutilizarlos o revisarlos, que utilizaron motores de búsqueda en Internet para localizar textos o información multimedia y que probaron métodos para utilizarlos en el aula, como el desarrollo de una técnica de programación antes de enseñarla a la clase. Además los participantes también aportaron, a mayores, datos sobre lo que se habían referido en sus respuestas a las entrevistas, para ilustrar su trabajo, localizándolo en sus propios archivos o en Internet, lo que permitió conocer influencias y prácticas digitales más amplias que las que se podrían haber obtenido con el uso exclusivo de las preguntas de la entrevista. En el cuadro 3, en el que se han anonimizado los nombres de los participantes, se describe el modo en que éstos utilizaron los recursos en su planificación.

Tabla 3

Resumen de las conclusiones temáticas sobre el uso de los recursos de la planificación

Participante	Conclusiones sobre el uso de los recursos
Alex: un informático "cualificado" con formación en TIC	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos en línea para desarrollar el conocimiento de la materia - Tutoriales de programación y foro - Más de 30 ventanas abiertas - Múltiples fuentes
Ben: un especialista en informática primaria no especializado y generalista	<ul style="list-style-type: none"> - Creación de materiales para su uso en las clases - Búsqueda de recursos generales en Internet, YouTube, etc. - Utilización del CDC para interpretar la idoneidad de los recursos recopilados - Desarrollo del blog de la clase, que luego se convirtió en un recurso didáctico - Ha reducido la cantidad de recursos preparados para ser más eficiente y para disminuir la pasividad de los alumnos y la dependencia de los elementos visuales - El CDC se utilizó para interpretar la idoneidad de los recursos en línea y de aquellos a los que se accedió durante el desarrollo profesional continuo (DPC)
Claire: una especialista en informática "cualificada" para después de los 16 años	n/a - dejó la enseñanza porque no estaba preparado para volver a enseñar informática en la educación post-16
David: informático "cualificado" con formación en TIC	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos didácticos reutilizados - Sitios web interactivos - el CDC se utiliza para interpretar la idoneidad - reutilizados para adaptarse a los alumnos - Múltiples fuentes
Ellen: una persona con formación empresarial	- Cada lección preparada y dotada de recursos por otros

no especializada que enseña algo de informática	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos didácticos reutilizados como mediadores de la perspectiva fundamental de la asignatura
Faith: un especialista en informática de secundaria "cualificado" en matemáticas	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos didácticos reutilizados para que coincidan con el plan de estudios y la visión básica - Grandes expectativas de que los recursos necesarios se ajusten a la visión - Se utiliza el CDC para interpretar la idoneidad - Múltiples fuentes
Glenn: especialista en informática de secundaria con formación profesional en TIC	<ul style="list-style-type: none"> - Asignación de recursos para preparar el plan anual preestablecido - Actualizar las lecciones anteriores - Desarrollo de nuevas lecciones basadas en la experiencia del sector - Recursos con diferentes niveles: vídeos para los alumnos más débiles - La modelización como recurso - Utilización de recursos didácticos hechos a medida y de recursos recopilados y no modificados - Utilización de los conocimientos básicos para interpretar la idoneidad de los recursos recopilados - Múltiples fuentes - Recursos didácticos reutilizadas obtenidos a través de desarrollo profesional continuo - Recursos para suplir carencias
Helen: profesora de transición de TIC no especializada	<ul style="list-style-type: none"> - Depende de los conocimientos prácticos y del proceso de razonamiento pedagógico del profesor con el que ha compartido la lección y los recursos - El CDC se utiliza para interpretar la idoneidad de los recursos recopilados - Recogida amplia de recursos basada en el conocimiento de la evaluación - Tiempo de emisión - Múltiples fuentes
Ian: profesor de transición de TIC con formación científica no especializada	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos didácticos reutilizados - Se reúnen múltiples fuentes, se comparan, se descartan, se desarrollan los recursos para adaptarse a los objetivos - Utilización de las competencias personales para interpretar la idoneidad de los recursos reunidos - La modelización como recurso

A lo largo del presente estudio se distinguieron tres categorías distintas de recursos didácticos para la enseñanza. Se trata de recursos didácticos hechos a medida, creados por los profesores participantes para un fin específico; recursos recopilados, no modificados, localizados y utilizados por los participantes con pocos o ningún cambio, y recursos didácticos reutilizados, recopilados y modificados por el profesor participante para que se ajusten a los objetivos de su clase de forma más eficaz.

Todos los participantes utilizaron recursos recogidos para planificar las clases de acuerdo con los nuevos programas de estudio. A menudo se reunieron para ahorrar tiempo de preparación (Glenn, Helen, Alex, Ben, Ian), pero también para llenar las lagunas en el conocimiento de la materia (Helen), en los programas (Helen, Faith, David, Alex) o en

lecciones específicas (Glenn). Sin embargo, también se observó que la localización de recursos y su control de calidad era una actividad que requería mucho tiempo (David, Ian, Helen).

La reutilización era habitual, especialmente para adaptarse al contexto de enseñanza actual (David, Helen, Glenn, Ian) o a las necesidades de determinados alumnos (Alex, Ellen). Algunos profesores señalaron que adoptaban un enfoque menos "instructivo" en el uso de los recursos (Ben, Alex), una prueba más del cambio de su enseñanza con el nuevo plan de estudios. Los recursos recopilados no siempre eran suficientes, incluso cuando se reutilizaban, lo que llevó a la preparación regular de recursos para las clases hechos a medida (Alex, Ben, David, Faith, Glenn, Helen, Ian), aunque esto representó una importante inversión de tiempo (Alex, Helen).

Las búsquedas en Internet basadas en palabras clave, incluido YouTube (Ben), fueron un punto de partida habitual para localizar recursos para su reutilización o modificación (Ben, David, Glenn, Alex, David), junto con el uso de plataformas de intercambio en línea como TES (Ian) y CAS (Alex, Ben, Faith, Glenn, Helen, Ian). También se utilizaron proveedores de recursos comerciales y "artesanales" (Alex, Helen, Ben, Faith, Ian) y a veces se descartaron por cuestiones de coste y calidad (David, Alex, Helen).

En términos más generales, se utilizaron otras fuentes para respaldar la enseñanza. Éstas van desde sitios de referencia sobre programación (Alex) hasta aplicaciones específicas en línea (David, Ellen) y fuera de línea para la programación (Ben, Alex, Faith), incluyendo libros de texto (Faith). Se mencionaron múltiples tipos de software, cuyas posibilidades estaban más relacionadas con la competencia digital general o los conocimientos pedagógicos tecnológicos que con la informática como asignatura.

Algo que se desprende del planteamiento de Alex sobre la planificación es la gran cantidad de fuentes de apoyo con las que se había familiarizado. Más allá de las mencionadas explícitamente, al compartir la pantalla de su escritorio se notaba que el hecho de tener estas fuentes inmediatamente a mano era una parte clave que le daba la confianza de poder formular su enfoque para desarrollar código de programación de una manera realista. A partir de los datos visuales se pudo comprobar que tenía más de treinta pestañas de ventanas del navegador abiertas mientras trabajaba. No era el único: los participantes Ben y Helen también hablaron de su estilo de trabajo multitarea y con varias pestañas. El nivel de competencia digital, junto con la aplicación deliberada de la misma al proceso pedagógico, dio confianza a los enfoques de estos profesores a la hora de planificar en circunstancias difíciles y desconocidas.

3. Análisis y discusión

Antes del presente estudio, se había prestado una atención mínima al papel concreto de los recursos didácticos específicos de la asignatura como parte de la base de conocimientos profesionales de un profesor con experiencia cuando hace la transición a una nueva asignatura, aunque el ejemplo de matemáticas proporcionado por Marks et al. (2019) muestra que estas ideas se han vinculado para las asignaturas consolidadas y los profesores que inician su carrera. El concepto de material didáctico fue subsumido en el conocimiento curricular para Shulman (1987), trasladado a la investigación sobre el CDC en las TIC por Webb (2002) y luego maduró en las reflexiones sobre las prácticas de intercambio en línea (Brown y Kölling, 2013; Weatherby, 2017) y el desarrollo de redes

personales de aprendizaje (Preston et al., 2018; Trust et al., 2016) tras el cambio curricular. El debate había obviado en cierto modo la consideración de lo que hacen los profesores para localizar y utilizar los recursos. Un estudio de Cabero-Almenara et al. (2020) que exploraba la validación de un cuestionario de competencia digital encontró una correlación moderadamente alta para su hipótesis de que cuanto mayor es el número de redes sociales utilizadas por el profesor, de las que es usuario, mayor es la competencia digital docente (p. 9), lo que coincide con los hallazgos del presente estudio de que los profesores con confianza y competencia en las TIC fueron capaces de hacer un buen uso de sus redes personales de aprendizaje para ayudarles.

Los temas que surgieron de los datos se sintetizaron en categorías analíticas, resumidas en la Tabla 4 y discutidas a continuación.

Tabla 4

Temas extraídos de los datos del estudio

<p>RAZONAMIENTO PEDAGÓGICO DE TRANSICIÓN</p> <ul style="list-style-type: none">- El proceso de razonamiento pedagógico es evidente pero desordenado- La planificación de la lección permite evidenciar y desarrollar el CDC- Muestra diferentes objetivos de la planificación y el enfoque adoptado; problemas de confianza
<p>VALIDACIÓN DE CONOCIMIENTOS</p> <ul style="list-style-type: none">- Necesidad de mejorar los conocimientos y la pedagogía informática; vinculada a las creencias de los profesores- Importancia de los recursos y de los proveedores de recursos- Restricciones de los tribunales de examen y de las especificaciones cambiantes- Validado por y a través de la CAS, los maestros, los centros, las responsabilidades de apoyo
<p>DESARROLLAR EL CONOCIMIENTO DE LA MATERIA Y DEL CONTENIDO PEDAGÓGICO A TRAVÉS DE REDES Y RECURSOS DE APRENDIZAJE PROFESIONAL</p> <ul style="list-style-type: none">- Búsqueda en Internet, recursos encontrados/modificados/creados- Función específica de los recursos: CDC en colaboración; lo que los profesores hacen con ellos- Modificación de la enseñanza; desarrollo de los conocimientos básicos del profesorado

3.1. El razonamiento pedagógico de transición

Uno de los resultados más interesantes de este estudio se centra en la forma en que los participantes se involucran en el proceso de razonamiento pedagógico. El modelo de Shulman (1986, 1987) del proceso de razonamiento pedagógico se aplicó a las actividades de planificación realizadas por los participantes de este estudio, utilizándolo como marco con el que interpretar los pasos y las decisiones que tomaron, un enfoque utilizado con éxito en otros estudios (Achinstein y Fogo, 2015; Evens et al., 2015; Lee y Luft, 2008; Nilsson y Loughran, 2012; Webb, 2002). Este modelo puede entenderse como un proceso de comprensión, transformación, instrucción, evaluación y reflexión. Como el estudio se centró

únicamente en la planificación, sólo los subprocesos de comprensión y transformación fueron directamente relevantes. El subproceso de transformación se teoriza, de acuerdo con Nilsson y Loughran (2012), como el lugar en el que se pone en práctica el conocimiento didáctico del contenido (CDC), ya que los profesores integran sus bases de conocimiento esenciales y se dedican a la preparación, representación, selección de la instrucción, adaptación y adecuación, lo que da lugar a un programa específico. La hipótesis de trabajo era que los profesores, al "comprender" lo que querían enseñar, pasarían a la etapa de transformación. Sin embargo, al igual que los participantes de Nilsson y Loughran, y en consonancia con Park y Oliver (2008), los datos mostraron que esto no era sencillo porque cada profesor mejora como resultado de diferentes experiencias y conocimientos (p. 718).

Cuando los participantes confiaban en sus conocimientos de la materia y en su propia capacidad para enseñar un aspecto de la informática, mostraban prácticas que indicaban que eran capaces de pasar sin problemas y con fluidez de la etapa de comprensión a la de transformación y de ahí a las diferentes fases de la etapa de transformación descritas anteriormente. Esto, en consonancia con el estudio de Lee y Luft (2008) sobre los profesores de ciencias de secundaria con experiencia, fue más evidente en las prácticas exhibidas por Glenn y David, cuya clara comprensión de los aspectos específicos de lo que querían enseñar significaba que pasaban poco tiempo en la etapa de comprensión y se movían muy rápidamente a la etapa de transformación, donde sus pasos y decisiones de planificación se asignaban a las fases de la misma. Lee y Luft también llegaron a la conclusión de que el CDC se desarrolla con el tiempo y es evidente en las respuestas de los profesores con experiencia y conocimientos.

En los casos en los que los participantes tuvieron problemas con los conocimientos de la materia, esto pareció ralentizar la velocidad a la que eran capaces de mostrar un comportamiento que indicaba su capacidad para pasar a la siguiente fase del proceso. Esto fue especialmente evidente en el enfoque del participante Alex, que pasó un tiempo considerable luchando con la sintaxis de la programación y la necesidad de enseñarse a sí mismo las habilidades que creía que necesitaba, sólo para descubrir que esto simplemente no funcionaría como un conjunto de ideas para ser enseñado. Finalmente, descartó la nueva habilidad y seleccionó un conjunto alternativo de ideas para desarrollar en el lenguaje de programación. La participante Helen demostró un periodo de tiempo igualmente prolongado en la fase de comprensión. Su enfoque consistió en probar en un ensayo varias versiones de las ideas a enseñar, utilizando materiales preparados previamente para suplir su falta de comprensión, hasta que llegó a un punto en el que se sintió cómoda con los nuevos conceptos y pudo modificar los materiales preparados previamente, desarrollando su CDC en el proceso. Estos resultados están en consonancia con los estudios en los que participaron profesores noveles en lugar de profesores experimentados: Barclay, Harvey-Swanston y Marks (2019) descubrieron que sus participantes describían pequeños pasos y aún no eran capaces de ver cómo su trabajo se convertía en un todo coherente a lo largo del tiempo. Rozenszajn y Yarden (2014) esperaban que sus participantes en un programa de desarrollo profesional a largo plazo mejoraran esto con el tiempo y que no era algo que pudiera esperarse al principio del proceso de adquisición de nuevos conocimientos..

Para describir este fenómeno recurrente, el autor ha acuñado el término razonamiento pedagógico de transición. Se trata del proceso por el cual los conceptos desconocidos, pero necesarios, se asimilan en el proceso de razonamiento pedagógico mientras el profesor desarrolla los conocimientos suficientes y la fluidez del CDC. Cuando el nuevo contenido

se asimila, y el conocimiento y el CDC están consolidados, el proceso de razonamiento pedagógico parece fluido.

Los hallazgos de este estudio sugieren que los procesos de planificación de lecciones de los profesores de informática proporcionaron suficiente evidencia de indicadores asignados al CDC y también suficiente evidencia de indicadores de su CDC en desarrollo, para confirmar los hallazgos de Rusznyak y Walton (2011) y otros (Achinstein & Fogo, 2015; Barclay et al., 2019; Etkina, 2010; Juang et al., 2008) de que la planificación de lecciones es una estructura eficaz para el desarrollo del CDC. El estudio está limitado por los diferentes propósitos de la planificación y los enfoques adoptados por los profesores participantes, por lo que no fue posible evaluar esto de manera sistemática, pero una contribución del estudio ha sido demostrar que la exploración de la planificación basada en la necesidad realizada a nivel de la lección puede producir más ideas, que podrían ser útiles para la educación de los aspirantes a profesores de informática, o de hecho cualquier otra área temática donde se necesitan nuevos conocimientos de enseñanza.

3.2. Validación de conocimientos

En conjunto, los resultados de este estudio en relación con los conocimientos de la asignatura de informática y la pedagogía de los profesores en transición plantean una cuestión importante sobre su necesidad de validar esos conocimientos a través de fuentes externas. Mientras que los participantes con un conocimiento sólido de la materia estaban seguros de sí mismos y, por lo tanto, eran capaces de validar ese conocimiento a través de su experiencia y creencias, en línea con los profesores experimentados que participaron en el estudio de Lee y Luft (2008), los participantes sin un conocimiento sólido de la materia se vieron obligados a buscar una validación externa. Esto se produjo en forma de búsqueda de recursos y proveedores de recursos que pudieran sugerir estrategias adecuadas para estructurar y segmentar el contenido de la misma manera que los profesores de matemáticas principiantes de Barclay et al. (2019) se basaron en la estructura de los libros de texto y en los mentores para comprender las diferentes formas de representar el conocimiento y seleccionar los enfoques de instrucción. Cuando estos aspectos clave estaban en su lugar, los profesores participantes estaban mejor capacitados para realizar las actividades interpretadas como adaptación y adecuación del contenido a las características de sus clases y alumnos específicos. Un aspecto de esta validación de conocimientos es la prevalencia de lenguajes de programación específicos. Al utilizar una estrategia de adaptación centrada en el trabajo con los lenguajes más utilizados, los participantes en transición pudieron aumentar su confianza y competencia. Aunque esta confianza se vio desafiada regularmente por nuevos conceptos, especialmente en relación con la programación basada en texto, los profesores participantes en la transición no parecían dispuestos a asumir riesgos desviándose de la norma aceptada. Aunque este caso es una tecnología específica, se hace eco de la reticencia de los profesores de matemáticas de Barclay et al. (2019) a desviarse de la práctica efectiva aceptada descrita en los enfoques de enseñanza en línea y en otros.

El estudio también ha identificado que los cambios en las especificaciones de cualificación no sólo actúan para validar el conjunto de conocimientos requeridos por los profesores de informática, sino que también actúan como una fuente de preocupación y restricción, limitando y desafiando a los profesores que intentan consolidar sus conocimientos informáticos y CDC para sentirse más seguros y competentes. En los casos

en que algunos participantes ya poseían una base pedagógica y de conocimientos sólida, pudieron actuar a su vez como validadores de los conocimientos a través del apoyo de los maestros y de la coordinación de los centros de profesores locales que buscaban desarrollar y validar sus conocimientos y habilidades. Estos espacios pueden conceptualizarse como lugares para desarrollar el conocimiento de la asignatura y el CDC a través de las líneas de sus redes de aprendizaje más amplias. Recurrir a colegas y compañeros es un tema común, y este hallazgo vuelve a hacerse eco de los de Barclay et al. (2019), cuyos Líderes de Materias Matemáticas (MSL) desempeñaron un papel similar al de los Maestros de Computación en la Escuela destacados por Crick y Sentence (2011) como líderes en la estimulación de la informática como materia escolar en el Reino Unido.

3.3. Conocimiento de la materia y CDC a través de redes y recursos de aprendizaje profesional

Aunque los participantes utilizaron una amplia gama de fuentes, incluidas las búsquedas de palabras clave en Internet para localizar, crear, utilizar y/o modificar los recursos, la mayoría de los participantes lo hicieron utilizando como marco de desarrollo una red de aprendizaje profesional en línea. Esto es similar a lo descrito por Trust et al (2016), y de acuerdo con la localización de fuentes de apoyo en línea destacada por Preston et al (2018) como una aportación progresiva a la pedagogía del aula y también por Cabero-Almenara et al (2020) como un indicador positivo de la competencia digital. Los proveedores clave y los canales de los medios sociales ayudaron en las estrategias de los profesores para cambiar su enseñanza junto al desarrollo del conocimiento didáctico del contenido (CDC) en la construcción del nuevo material de la asignatura mediante el diálogo con otros. El estudio ha planteado importantes cuestiones sobre la naturaleza de los materiales didácticos y su uso en el desarrollo del CDC, un tema recurrente en los estudios relacionados con el CDC analizados en este artículo. Al trabajar con materiales elaborados por otros, los profesores participantes estaban, en efecto, aprovechando el conocimiento pedagógico del contenido de los demás al que acceden en colaboración. Esto puede considerarse una parte importante del desarrollo de la pedagogía, y Barclay et al. (2019) coinciden en que no se trata de una posición reduccionista para el compañero menos entendidos en el tema, sino de una posición en la que las conexiones entre la teoría y la práctica se vuelven más claras. Barclay et al. (2019) señalan una nueva ola de "libros de texto de calidad con... contenido y enfoques informados por la investigación que proporcionan coherencia y una base pedagógica impulsada por la teoría" (p. 1) y destacan la centralidad del papel del profesor a la hora de comprometerse con los nuevos programas y requerir un amplio desarrollo profesional. Se necesita más investigación para comprender las posibilidades de los metadatos proporcionados a través del CDC inherente a los materiales didácticos compartidos. Sería interesante evaluar si las conexiones del CDC podrían describirse de forma resumida explícitamente en materiales que los autores estuvieran dispuestos a transmitir. Preston et al. (2018) advirtieron que las relaciones de aprendizaje respetuosas requieren mucho más esfuerzo y compromiso que el simple dominio de las tecnologías.

Al reunir estos hallazgos, se puede argumentar que el papel de los recursos didácticos tiene un papel mucho más prominente en el desarrollo de la pedagogía de lo que se ha explorado anteriormente, y que reúne, en línea con Shulman (1987), un enfoque mucho más profundo en el conocimiento, las habilidades y la comprensión que necesitan los profesores si quieren comprometerse con la planificación de las lecciones como un proceso

intelectual y pedagógico, así como uno que requiere y desarrolla una competencia digital más amplia para los educadores.

4. Conclusión

Este artículo se preguntaba cómo los profesores experimentados que se enfrentaban a un importante cambio en el Currículo Nacional de Inglaterra en 2014 eran capaces de hacer la transición de ser profesores de TIC a ser profesores de Informática, un cambio que traía consigo la expectativa de que serían capaces de enseñar programación y temas de la disciplina más amplia de la informática. Estas áreas eran nuevas para la mayoría de los profesores participantes, pero su percepción era que el cambio de plan de estudios parecía suponer y presumir que tanto los profesores y como las materias son intercambiables y, por tanto, que enseñar una materia relacionada con la informática es lo mismo que enseñar otra materia relacionada con la informática.

Los datos recogidos en este estudio sobre los procesos de planificación y la documentación de los profesores indican que los profesores participantes utilizaron sus altos niveles de competencia digital para buscar los materiales didácticos que necesitaban para poder impartir los nuevos programas de estudio. Se identificaron tres categorías distintas de recursos para la enseñanza: creados, recopilados o reutilizados. Además, los datos mostraron que todos los profesores participantes desarrollaron redes de aprendizaje profesional para actualizar sus conocimientos y hacer la transición al nuevo plan de estudios.

El análisis posterior reveló tres temas claros: en primer lugar, que los procesos de planificación de los profesores podían entenderse a través de un marco de razonamiento pedagógico de transición (Shulman, 1987), aunque necesariamente diferente para cada profesor en función de su experiencia y confianza; en segundo lugar, que los profesores necesitaban la seguridad de la validación de conocimientos para poder trabajar con el nuevo currículum y, en tercer lugar, que podían desarrollar su conocimiento pedagógico del contenido (Shulman, 1986) a través de los recursos y el conocimiento de la materia obtenidos de las redes de aprendizaje profesional que desarrollaron. En esa experiencia es fundamental el nivel de competencia digital de los profesores (Redecker, 2017). Para un grupo de profesores de informática, que podrían considerarse expertos en términos de competencia digital, la lucha por el desarrollo de la pedagogía mejoró al contar con estas habilidades.

Esto es importante para los profesores porque, aunque los cambios curriculares son habituales y siempre es necesario un cierto desarrollo profesional, un cambio en las disciplinas de la magnitud descrita por Crick y Sentence (2011) no es tan raro como cabría esperar. En el Reino Unido, las decisiones sobre el currículo nacional se toman a nivel gubernamental y su cumplimiento se garantiza mediante un proceso de inspección y rendición de cuentas. Los profesores pueden tener que enseñar material desconocido sin los conocimientos y habilidades necesarios y, por lo tanto, pueden verse enfrentados a la misma situación que los profesores de este estudio que experimentaron el cambio de las TIC a la informática (DfE, 2013). Los resultados de este estudio sugieren que los profesores deben ser proactivos en el desarrollo de sus niveles de competencia digital para asegurar su capacidad de responder adecuadamente a los cambios en los requisitos pedagógicos de sus funciones profesionales.

La conclusión de que las competencias digitales de los profesores en la búsqueda de recursos didácticos adecuados en sus comunidades de práctica permitieron el desarrollo

de la pedagogía en colaboración también debe ir acompañado con una llamada a la acción: la competencia digital centrada en el razonamiento pedagógico debe apoyarse como parte de la formación inicial del profesorado y el desarrollo profesional ágil. En la actualidad, los Estándares de los Profesores del Reino Unido (2011) no mencionan la competencia digital y, sin embargo, como este estudio y otros como König et al (2020) han demostrado, los profesores tienen una ventaja si tienen altos niveles de competencia digital. Aunque el presente estudio es de pequeña escala, la posibilidad de generalización del análisis es tal que sería un área fructífera para futuras investigaciones en otras áreas temáticas.

El examen de la planificación de los profesores mientras intentan desarrollar los conocimientos, las habilidades y la comprensión suficientes para actuar como profesionales eficaces en una nueva disciplina ha demostrado que el desarrollo pedagógico puede facilitarse efectivamente mediante el acceso a comunidades de práctica y recursos compartidos. Se trata de elementos que pueden ser promovidos y apoyados a nivel nacional, regional y local, además de proporcionar futuras oportunidades de investigación. El presente estudio ha dedicado cierta atención a esta cuestión y los resultados indican que es necesario seguir trabajando para comprender mejor las prácticas de los profesores. Se recomienda que, para dar un paso adelante en el desarrollo colaborativo de los conocimientos prácticos de los profesores en la comunidad de la enseñanza de la informática, se apliquen metadatos específicos a los recursos, de modo que todos los recursos compartidos a los que se acceda a través de un foro moderado como Computing At School estén diseñados para tener un impacto educativo tanto en el profesor receptor como en los alumnos con los que se pretende utilizar los materiales.

Hasta la fecha, los responsables políticos no han tenido en cuenta sistemáticamente las diferentes necesidades de los profesores en activo a la hora de tomar decisiones sobre los planes de estudio. Esto ha dado lugar a la falta de tiempo y financiación para el desarrollo profesional antes del cambio. Este estudio sugiere que el uso de marcos para comprender y articular los conocimientos y competencias profesionales de los profesores puede ayudar a determinar dónde se necesita apoyo. Esto puede ser en términos de conocimiento de la asignatura y del contenido pedagógico (Shulman, 1986), como en el caso de la mayoría de los profesores de este estudio, o en términos de competencia digital, como en el caso del modelo de progresión DigCompEdu (Redecker, 2017). Si los responsables políticos tomaran medidas basadas en este estudio, harían bien en incorporar la autoevaluación y el desarrollo profesional diferenciado en las fases preparatorias de todos los futuros desarrollos curriculares

Referencias

- Achinstein, B., & Fogo, B. (2015). Mentoring novices' teaching of historical reasoning: Opportunities for pedagogical content knowledge development through mentor-facilitated practice. *Teaching and Teacher Education*, 45, 45–58. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.09.002>
- Aubrey, C. (1997). *Mathematics Teaching in the Early Years: An Investigation of Teachers' Subject Knowledge*. Falmer Press.
- Barclay, N., Harvey-Swanston, R., & Marks, R. (2019). Examining newly qualified teachers' use of textbooks to support a mastery approach to mathematics teaching in primary schools. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 39(2), 1–6. <https://bit.ly/3d7JmeK>
- Barnes, J., & Kennewell, S. (2018). The impact of teachers' perspectives on the development of computing as a subject. In S. Younie & P. Bradshaw (Eds.). *Debates in Computing and ICT Education* (pp. 27–42). Routledge.
- Brosnan, T. (2000). The 'Third Way': teaching ICT capability. *1st European Conference on Modern Education*. <https://bit.ly/3fttCMq>
- Brown, N., & Kölling, M. (2013). A Tale of Three Sites: Resource and Knowledge Sharing Amongst Computer Science Educators. *Ninth Annual International ACM Conference on International Computing Education Research*, April, 27–34. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1145/2493394.2493398>
- Cabero-Almenara, J., Guillén-Gámez, F. D., Ruiz-Palmero, J., & Palacios-Rodríguez, A. (2021). Digital competence of higher education professor according to DigCompEdu. Statistical research methods with ANOVA between fields of knowledge in different age ranges. *Education and Information Technologies*, 1–18. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10476-5>
- Cabero-Almenara, J., Gutiérrez-Castillo, J.-J., Palacios-Rodríguez, A., & Barroso-Osuna, J. (2020). Development of the Teacher Digital Competence Validation of DigCompEdu Check-In Questionnaire in the University Context of Andalusia (Spain). *Sustainability*, 12(15), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su12156094>
- Clark, C., & Yinger, R. (1979). Three Studies of Teacher Planning. *The Institute for Research on Teaching*, 252, 31.
- Creswell, J. (2012). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. SAGE.
- Crick, T., & Sentance, S. (2011). Computing at school: stimulating computing education in the UK. *International Conference on Computing Education*, 122–123. <https://doi.org/10.1145/2094131.2094158>
- DfE. (2011). *Teachers' Standards*.
- DfE. (2013). *Computing programmes of study: key stages 3 and 4 National curriculum in England*. <https://bit.ly/3a2dBBC>
- DfE. (2015). *Statistical First Release: School Workforce in England: November 2014*. Statistics: School Workforce. <https://bit.ly/3tqvJ2o>

- Etkina, E. (2010). Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020110>
- Evens, M., Elen, J., & Depaepe, F. (2015). Developing pedagogical content knowledge: Lessons learned from intervention studies. *Education Research International*. <https://bit.ly/3ta6YVu>
- Halim, L., & Meerah, S. M. M. . (2002). Science Trainee Teachers' Pedagogical Content Knowledge and its Influence on Physics Teaching. *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 215–225. <https://doi.org/10.1080/0263514022000030462>
- Hammersley, M., & Atkinson, P. (1995). *Ethnography: Principles in practice* (2nd ed.). Routledge.
- Hidson, E. (2020). Internet Video Calling and Desktop Sharing (vcds) as an Emerging Research Method for Exploring Pedagogical Reasoning in Lesson Planning. *Video Journal of Education and Pedagogy*, September, 1–14. <https://doi.org/10.1163/23644583-00501001>
- Juang, Y. R., Liu, T. C., & Chan, T. W. (2008). Computer-supported teacher development of pedagogical content knowledge through developing school-based curriculum. *Educational Technology and Society*, 11(2), 149–170.
- König, J., Jäger-Biela, D. J., & Glutsch, N. (2020). Adapting to online teaching during COVID-19 school closure: teacher education and teacher competence effects among early career teachers in Germany. *European Journal of Teacher Education*, 43(4), 608–622. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1809650>
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. University Press.
- Lee, E., & Luft, J. A. (2008). Experienced Secondary Science Teachers' Representation of Pedagogical Content Knowledge. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1343–1363. <https://doi.org/10.1080/09500690802187058>
- Marks, R., Barclay, N., & Harvey-Swanston, R. (2019). *Examining Newly Qualified Teachers' use of Textbooks to Support a Mastery Approach to Mathematics Teaching in Primary Schools*. <https://bit.ly/3mCBQf1>
- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *The Teachers College Record*, 108, 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mulhall, P., Berry, A., & Loughran, J. (2003). Frameworks for representing science teachers pedagogical content knowledge. *Asia Pacific on Science Learning and Teaching*, 4(2), 1–25. <https://bit.ly/2OMI9Bm>
- Nilsson, P., & Loughran, J. (2012). Exploring the Development of Pre-Service Science Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 699–721. <https://doi.org/10.1007/s10972-011-9239-y>

- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261–284. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9049-6>
- Portillo, J., Garay, U., Tejada, E., & Bilbao, N. (2020). Self-Perception of the Digital Competence of Educators during the COVID-19 Pandemic: A Cross-Analysis of Different Educational Stages. *Sustainability*, 12(23), 1–13. <https://doi.org/10.3390/su122310128>
- Preston, C., Allen, A., & Allen, R. (2018). Learning spaces: Exploring physical and virtual pedagogical principles. In S. Younie & P. Bradshaw (Eds.). *Debates in Computing and ICT Education* (pp. 81–96). Routledge.
- QCA. (2007). *Programme of study for key stage 3 and attainment target*. <https://bit.ly/3dTkUgl>
- Redecker, C. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. In *Joint Research Centre (JRC) Science for Policy report*. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Royal Society. (2012). *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*.
- Royal Society. (2017). *Understanding computing education in the UK Secondary schools and colleges questionnaire*.
- Rozenszajn, R., & Yarden, A. (2014). Expansion of Biology Teachers' Pedagogical Content Knowledge (PCK) During a Long-Term Professional Development Program. *Research in Science Education*, 44(1), 189–213. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9378-6>
- Rusznayak, L., & Walton, E. (2011). Lesson planning guidelines for student teachers: A scaffold for the development of pedagogical content knowledge. *Education as Change*, 15(2), 271–285. <https://doi.org/10.1080/16823206.2011.619141>
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://bit.ly/3a48otn>
- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–21. <https://bit.ly/3alYljx>
- Sormunen, E. (2021). *The role of educational technology in upper secondary school: Experiences and views of English language teachers on distance teaching*. University of Jyväskylä. <https://bit.ly/3275Cz0>
- Stadler-Heer, S. (2021). Introducing german pre-service teachers to remote teaching: policy, preparation and perceptions of competence. *Training, Language and Culture*, 5(1), 68–85. <https://bit.ly/2QilU4o>
- Trust, T., Krutka, D. G., & Carpenter, J. P. (2016). "Together we are better": Professional learning networks for teachers. *Computers and Education*, 102, 15–34. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.06.007>
- Tyarakanita, A., Kurtianti, E., & Fauzati, E. (2020). A case study of pre-service teachers" enabling TPACK knowledge: Lesson design projects. *Leksika*, 14(2), 52–59. <https://bit.ly/3dUmC11>
- Van Driel, J. H., Verloop, N., & De Vos, W. (1998). Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673–695.

- Walsh, M., Siri, A., De Negri, E., Josefsson, P., Jää-Aro, K.-M., Lundmark, S., & Mutvei Berrez, A. (2019). *FICTION: A Literature Review of Methodologies and Strategies Related to the Introduction of ICT in Schools for Teaching Science*. <https://bit.ly/3dagrqi>
- Weatherby, K. (2017). *Teacher participation in online communities of practice: a mixed-methods study of community, context and practice*. Institute of Education, University College London. <https://bit.ly/2RtqiWF>
- Webb, M. (2002). Pedagogical reasoning: Issues and solutions for the teaching and learning of ICT in secondary schools. *Education and Information Technologies*, 7(3), 237–255. <https://doi.org/10.1023/A:1020811614282>
- Yin, R. (1994). *Case Study Research* (2nd ed.). SAGE Publications Inc.

Como citar:

- Hidson, E. (2021). Pedagogy by proxy: teachers' digital competence with crowd-sourced lesson resources [Pedagogía en colaboración: competencia digital de los profesores con recursos didácticos compartidos]. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 61, 197-229 <https://doi.org/10.12795/pixelbit.88177>