

INVESTIGACIONES

Diseños TPACK de futuros docentes e influencia de la competencia digital y del *engagement* académico

TPACK designs of prospective teachers and the influence of digital competence and academic *engagement*

Paula González-Pérez^a
Juan José Marrero-Galván^a

^aUniversidad de La Laguna, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, España.
gperezpaula@gmail.com, jmarrerg@ull.edu.es

RESUMEN

La finalidad principal de este trabajo es conocer si los futuros docentes son capaces de integrar de forma efectiva la tecnología en los procesos de enseñanza-aprendizaje, modelo conocido como TPACK, además de determinar posibles factores que influyan en la consecución de los diseños (competencia digital y *engagement académico*). Para ello, se implementa una metodología mixta, descriptiva e inferencial, basada en las analogías y las TIC, en la que se evalúan los resultados mediante trabajos elaborados por los estudiantes y cuestionarios validados internacionalmente. Participaron 182 estudiantes de tercero en el Grado en Maestro en Educación Primaria; se presentaron 59 trabajos y solo 14 se consideraron adecuados, es decir, son pocos los estudiantes con cierta CD docente. Se corrobora además una relación estadísticamente significativa entre las variables estudiadas y se intuye una influencia directa con los diseños. Se concluye la importancia de mejorar la formación en cuanto al modelo TPACK.

Palabras clave: TIC, didáctica, analogía, TPACK, ciencias experimentales.

ABSTRACT

The main purpose of this work is to determine whether future teachers are able to effectively integrate technology into the teaching-learning processes, a model known as TPACK, and to determine possible factors that influence the achievement of the designs (digital competence and academic engagement). For this purpose, a mixed descriptive and inferential methodology is implemented, based on analogies and ICT, in which the results are evaluated by means of works elaborated by the students and internationally validated questionnaires. A total of 182 third year students of the Degree in Primary Education participated; 59 papers were presented and only 14 were considered adequate, i.e., few students with a certain teaching CD. A statistically significant relationship between the variables studied is also corroborated and a direct influence with the designs is intuited. It is concluded that it is important to improve training in the TPACK model.

Keywords: TIC, didactics, analogy, TPACK, experimental sciences.

1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y la comunicación (en adelante, TIC) han ido ganando reconocimiento en el campo educativo, viéndose cada vez más involucradas en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Cejas-León y Navío, 2018; Cabero-Almenara et al., 2020), más aún tras lo vivido por la pandemia por COVID-19. Esto se debe, en parte, a la generación a la que pertenecen los estudiantes de hoy en día: una generación que ha nacido rodeada de las TIC, los dispositivos electrónicos, los videojuegos..., en definitiva, una generación de *nativos digitales* (Gisbert et al., 2016). Según Falco (2017), esta característica de los estudiantes actuales ha contribuido a que la construcción y posesión de habilidades y características tecnológicas, no se realice o se procese de la misma manera que en las generaciones anteriores. Resulta lógico entonces, que la consecución de una educación de calidad y una mejora en el rendimiento académico del alumnado, vaya ligado a la integración apropiada de las TIC en el aula y esto no será posible, si los docentes no han alcanzado un nivel avanzado en competencias digitales (González, 2009).

No obstante, el uso de las TIC en el aula también lleva asociados una serie de riesgos (Mellado y Rivas, 2015). Como indican Cejas-León y Navío (2018), la docencia digitalizada puede suponer una descentralización de los conocimientos, viendo cómo las tecnologías dejan de ser herramientas de transmisión para convertirse en medios de interacción. Por ello, los autores comentan que no es suficiente la mera utilización de determinadas herramientas digitales en el aula, sino que es conveniente y necesaria integración de la tecnología en todos los aspectos pedagógicos de la enseñanza.

Todo ello, lleva a reestructurar la formación inicial del profesorado, apareciendo la necesidad de diseñar formaciones “más acordes a lo que el profesorado necesita para integrar las TIC en la función docente” (Cejas-León y Navío, 2018, p. 272). Existen modelos, como el *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) propuesto por Mishra y Koehler (2006) centrados específicamente en dicha integración de las TIC. Este parte del conocimiento pedagógico del contenido (Shulman, 1986), es decir, la relación entre el conocimiento experto de un docente y su conocimiento pedagógico, e incorpora la variable tecnológica, dando lugar al conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK).

Ante estas nuevas exigencias en la profesión docente, es imprescindible que los estudiantes a futuros docentes adquieran, no solo, la CD (Esteve-Mon et al., 2016), sino también la capacidad de diseñar secuencias de aprendizaje que favorezcan la adquisición de esta en su futuro alumnado, lo cual no será posible si una adecuada competencia digital docente (en adelante, CDD). Entendiendo por CDD como “la necesidad del profesorado de poseer un nivel de competencia digital que le permita utilizar la tecnología con eficacia, de forma adecuada y adaptada a sus estudiantes y a los aprendizajes que éstos deben conseguir” (Lázaro y Gisbert, 2015, p. 325).

Si bien, los retos que suponen las TIC para los futuros docentes aparecen en todas las disciplinas, el profesorado de ciencias se encuentra, desde hace ya años, con diversos obstáculos a la hora de transmitir contenidos. En este sentido, Campanario y Moya (1999) afirman que, en muchas ocasiones, el problema comienza en las estrategias metacognitivas de los estudiantes de ciencias. El profesorado se encuentra con estudiantes que aplican criterios de comprensión limitados, lo cual lleva a que no sean capaces de detectar sus dificultades de comprensión. Estos autores afirman que, teniendo en cuenta la interferencia

de las ideas previas en el aprendizaje de conceptos científicos, es necesario disponer de estrategias de control de la comprensión. Una de estas estrategias se basa en la idea de progresión del conocimiento, propuesta por Oliva et al. (2015). Se relaciona con el establecimiento de niveles sucesivos de conceptualización, de forma que se ayuda a los estudiantes a construir el conocimiento, mediante pequeñas etapas que llevan a grandes conceptos científicos, generalmente abstractos. Así, surgen las analogías como herramientas para asegurar la continuidad y la evolución del aprendizaje, pues parten de las ideas previas y el conocimiento intrínseco del alumnado, empleándolos como trampolín hacia la adquisición de nuevos conocimientos.

Sin embargo, como se ha visto anteriormente, la integración de herramientas, como pueden ser las analogías en la enseñanza, en este caso específicamente de ciencias, también conlleva riesgos y dificultades, ya que la comprensión del contenido impartido mediante analogías depende, no solo de cómo cada estudiante interactúe con la misma, sino de cómo el profesorado haga uso de esta (Rubio et al., 2018).

De este modo, la enseñanza de las ciencias se convierte en una tarea compleja, ya que las expectativas sobre la educación han aumentado notablemente (González, 2009). Así, por ejemplo, se observa cómo los futuros docentes de ciencias deberían tener un amplio dominio de la materia, pero también conocimiento pedagógico y tecnológico.

Por tanto, se hace evidente la necesidad de posibilitar a los futuros docentes de ciencias la adquisición de experiencias de aprendizaje que potencien el desarrollo de todas las competencias que se exigen de ellos, especialmente las CDD, aspecto que ha quedado de manifiesto durante la pandemia de COVID-19, con la respuesta rápida que el profesorado tuvo que afrontar ante el nuevo escenario que se produjo para asegurar la continuidad escolar (Cabero-Almenara, 2020).

Por otro lado, existe una creciente línea de investigación centrada en la influencia del *engagement* académico (en adelante, EA) en el rendimiento y en los procesos de enseñanza aprendizaje. Se entiende el EA como un meta-constructo relacionado con la participación activa del alumnado con el fin de lograr mejores rendimientos académicos, abarcando tres dimensiones: cognitiva, conductual y emocional (McCormick et al., 2013). Este enfoque de “comportamiento académico positivo” (Medrano et al., 2015, p. 115) permite dar explicación a los diferentes problemas de rendimiento y motivación. Por lo tanto, teniendo en cuenta los ya mencionados requerimientos de la formación docente, resulta evidente, que un mayor EA en el futuro profesorado, supondrá un mejor rendimiento y, por consiguiente, una mejor preparación para su futura función docente.

Por tanto, teniendo en cuenta lo expuesto surgen las siguientes preguntas:

- ¿Son capaces los estudiantes (futuros docentes) de elaborar propuestas de intervención de aula en los que además del contenido y su pedagogía se observe una integración efectiva de la tecnología?
- ¿Qué nivel de competencia digital docente tienen los futuros docentes?
- ¿Influyen la CD y el EA de los estudiantes en dichas propuestas?

2. MÉTODO

2.1. OBJETIVOS

Atendiendo a estas preguntas se han marcado en esta investigación los siguientes objetivos:

- Analizar propuestas de intervención de aula de futuros docentes.
- Determinar el nivel de CD y del EA de los participantes y si existe una correlación estadísticamente significativa entre ambas variables.
- Analizar el nivel de CD y del EA los estudiantes que presentan las mejores propuestas de intervención.

2.2. MUESTRA

Formaron parte del estudio 182 estudiantes (N=182), 51 hombres (28%) y 131 mujeres (72%), que cursaban durante el curso 2022-23 tercero del Grado en Maestro en Educación Primaria en la Universidad de La Laguna. La edad media de los estudiantes fue de 20,73 años, con un mínimo de 19 y un máximo de 33 años. La selección de los participantes se realizó mediante un muestreo no probabilístico y atendiendo a la posibilidad de acceso a la población por parte de los investigadores.

2.3. DISEÑO

Se ha implementado una metodología mixta, con un enfoque descriptivo, de contraste y correlacional (Bisquerra, 2004). Y se tomó como referencia los trabajos de Rosenberg y Koehler (2015), Punya (2019) y Marcos-Merino et al. (2021).

En la enseñanza de las ciencias se suele utilizar analogías de forma habitual para facilitar a los discentes la comprensión de conceptos abstractos. Por ello, en la formación inicial del profesorado de ciencias se suele abordar las analogías como recurso de enseñanza. En este sentido, es importante reseñar que el momento en que se realizó este estudio, los estudiantes ya habían acabado su formación en relación con la Didáctica de las Ciencias, al haber cursado las dos asignaturas del área contempladas en los planes de estudio del grado.

Aunque se presupone que los estudiantes poseen cierto dominio sobre el uso de analogías, teniendo en cuenta los objetivos de la investigación, se consideró conveniente poner a la disposición de los estudiantes participantes en el estudio un material de consulta sobre esta temática (analogías en la enseñanza de las ciencias y recursos TIC), así como, un correo electrónico para la resolución de dudas, ya que estos debían de elaborar de forma autónoma un trabajo, el cual se iba a analizar en la investigación. Para la elaboración del material de ayuda, se consultó a expertos en Didáctica de las Ciencias Experimentales y en Competencia Digital Docente; se elaboró en formato vídeo para facilitar su visionado y se intentó incorporar todas las sugerencias señaladas por los especialistas (tabla 1).

Tabla 1. Material sobre analogías y TIC

<i>Contenido</i>	<i>Enlace</i>
Presentación	https://drive.google.com/file/d/1zg_BW7DIFr4MYyBFJtk9bIUkfkOZ81A/view?usp=share_link
Aspectos teóricos sobre analogías.	https://drive.google.com/file/d/19kFNNsDIuXJGsoON3psvgInpoSiSBADr/view?usp=share_link
Tipos de analogías.	https://drive.google.com/file/d/1rm5enR-N9PyEsgXntQFSDxYFj-duG08F/view?usp=sharing
Preparación de analogías para el aula.	https://drive.google.com/file/d/16KK3hlykh7PIJMh9T4kMn20O0ksE_8Rx/view?usp=share_link
Limitaciones.	https://drive.google.com/file/d/1RQj24nJ3Gv_WA5-MGaXdwb7J3ZS1JitF/view?usp=share_link
Uso de TIC y analogías.	https://drive.google.com/file/d/18UDY_F-ZuABL8IPxsVhhiZtgAw4mD1g0/view?usp=share_link
Trabajo a desarrollar.	https://drive.google.com/file/d/1HuVMqFpDh3pRsB6l0dxAaMHVNbi6nzNg/view?usp=share_link

La estructura del trabajo a elaborar por los estudiantes consistió en, por un lado, el análisis en profundidad de una analogía y posibles recursos TIC que podrían ayudar a su comprensión; y por otro, la elaboración de una secuencia de aprendizaje pormenorizada de la analogía mediada con TIC. De esta forma, se pretendía analizar los conocimientos disciplinares, pedagógicos y tecnológicos de los estudiantes, y sus combinaciones: conocimiento pedagógico del contenido (PCK), conocimiento tecnológico del contenido (CTK) y conocimiento tecnológico pedagógico (TPK). En definitiva, evaluar si eran capaces de hacer una propuesta de uso integrado en conjunto: conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK).

Así mismo, también se solicitó a los participantes que rellenaran un cuestionario sobre su percepción acerca de su competencia digital y de su EA.

De cara al análisis de los resultados, se consideró como variables independientes la CD y el EA, y como variable dependiente el diseño del trabajo realizado por los estudiantes.

2.4. INSTRUMENTOS

Trabajos de los estudiantes: para su análisis se construyó una rúbrica para determinar el grado de consecución de las distintas dimensiones. De esta forma, el PCK se analizó en función de lo indicado por Marcos-Merino et al. (2021) y Marrero et al. (2020). Para el TCK y TPK se usaron como referencia el instrumento de evaluación elaborado por Schmidt et al. (2009) y Gómez-Trigueros (2020), y finalmente, para TPACK lo sugerido por Harris & Hofer (2011). En la tabla 2 se recogen las categorías que se establecieron.

Tabla 2. Dimensiones a analizar en los trabajos

Dimensiones	Características	Nivel de consecución	
Dimensión 1 (PCK)	Formulación analogías/tópicos. Limitaciones. Selección de analogías. Aprendizaje con analogías.	3	Análogos apropiados con detalles y planteamiento de su uso en el aula.
		2	Análogos apropiados, pero sin detalles y con un planteamiento de su uso regular.
		1	Análogos inapropiados, sin detalles y sin planteamiento de uso en el aula.
Dimensión 2 (TCK/TPK)	Búsqueda, selección, diseño de recursos TIC. Efectividad. Implicaciones de utilización.	3	Relevantes para la mejora de la comprensión A/T en su conjunto .
		2	Relevantes para la mejora de la comprensión A/T de forma parcial .
		1	Irrelevantes para la mejora de la comprensión A/T.
Dimensión 3 (TPACK)	Planificación de diseños de aula según un planteamiento metodológico. Utilización efectiva del conocimiento del contenido y la forma de enseñar utilizando TIC.	3	Se plantea un diseño coherente en base al planteamiento metodológico y con detalles para su puesta en práctica.
		2	Se plantea un diseño con cierta coherencia, con una formulación muy genérica y sin detalles.
		1	No es un diseño coherente.

La CD de los estudiantes se analizó a través del cuestionario elaborado por Cabero-Almenara et al., (2020). Dicho instrumento consta de 20 ítems de tipología Likert, puntuables de 0 a 10 y en función del nivel de autopercepción, siendo 0 el valor mínimo y 10 el máximo. Concretamente analiza 5 dimensiones: alfabetización tecnológica (A), comunicación y colaboración (B), búsqueda y tratamiento de la información (C), ciudadanía digital (D) y creatividad e innovación (E). La fiabilidad del instrumento se determinó mediante el Alfa de Cronbach y se obtuvo en su conjunto un valor más que considerable $\alpha=0,954$. Por dimensiones, fueron: A, $\alpha=0,807$; B, $\alpha=0,791$; C, $\alpha=0,900$; D, $\alpha=0,884$ y E, $\alpha=0,891$.

El nivel de EA se obtuvo a través de la versión adaptada a países hispanohablantes realizada por López-Aguilar et al. (2021) del *Utrecht Work Engagement Scale for Students* (Carmona-Halty et al., 2019). Dicho cuestionario consta de 17 ítems, también de tipología Likert, pero en este caso se puntúa de 0 a 6, siendo 6 el valor más alto. Se miden tres dimensiones: el vigor (la energía y resistencia mental durante la tarea), la dedicación (alta motivación e implicación) y la absorción (concentración en la tarea). La fiabilidad de EA también fue alta $\alpha=0,937$ (Vigor, $\alpha=0,865$; Dedicación, $\alpha=0,921$ y Absorción, $\alpha=0,903$).

2.5. PROCEDIMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En primer lugar, se contactó con el profesorado responsable de la asignatura y se solicitó su colaboración para desarrollar el estudio con sus grupos de estudiantes. Se garantizó el cumplimiento de la normativa en cuanto al tratamiento de la información.

A continuación, se puso a disposición del profesorado el material didáctico elaborado para su utilización en el aula, así como, los enlaces (URL) para los consentimientos informados de los estudiantes, el rellenado de los cuestionarios y la entrega de los trabajos.

Posteriormente, con los datos obtenidos en los cuestionarios y de la evaluación de los trabajos, se sometieron a diferentes análisis estadísticos, utilizando para ello el software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, versión 25). Los estudios descriptivos consisten en determinar la distribución de frecuencias, las medidas de tendencia central y de dispersión. Se analizó la normalidad de los cuestionarios de CD y del EA a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov y dado que se determinó la normalidad de los resultados se utilizó la prueba t para muestras independientes para determinar posibles diferencias por sexo. Para determinar el estudio correlacional se utilizó la prueba bivariada de Pearson y para determinar en qué grado se utilizó lo indicado por Salkind (1998).

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. TRABAJOS DE LOS ESTUDIANTES

Los estudiantes elaboraron 59 trabajos (N=59) que se evaluaron en función de la rúbrica anteriormente indicada. En la tabla 3 se recogen el número de trabajos (frecuencia) que han alcanzado un determinado nivel en las diferentes dimensiones analizadas.

Tabla 3. Puntuaciones de los trabajos (N=59)

Dimensión	Nivel 1 f (%)	Nivel 2 f (%)	Nivel 3 f (%)
PCK	7 (11,9)	19 (32,2)	33 (55,9)
TCK/TPK	15 (25,4)	28 (47,5)	16 (27,1)
TPACK	7 (11,9)	38 (64,4)	14 (23,7)

Atendiendo a las puntuaciones obtenidas, el PCK es el que presenta un mayor nivel de consecución (55,9%), seguido del TCK/TPK (27,1%) y finalmente, el TPACK (23,7%).

Con relación al PCK, los estudiantes han escogido mayoritariamente como tópicos de trabajo el cuerpo humano (22 trabajos) y la célula (15), seleccionando a su vez diferentes análogos que utilizan para hacer comparaciones (tabla 4). También escogen, en menor medida, analogías relacionadas con diferentes conceptos de física y química (óptica, calor, temperatura, corrientes de convección, átomo, teoría cinético-molecular, estados de la materia, etc.). Así, por ejemplo, en relación con las analogías más frecuentes:

3.1.1. *El cuerpo humano*

Hay 22 grupos han optado por analogías relacionadas con el funcionamiento de sistemas del cuerpo humano (37.3%). Por ejemplo, las analogías más usadas son: 6 trabajos que formulan la analogía entre una cámara fotográfica y el funcionamiento del ojo, centrándose en la relación funcional entre tópico y análogo; la analogía del sistema circulatorio, comparándolo con un circuito eléctrico o con un circuito de líneas de metro (3 trabajos); el sistema inmune, empleando el análogo de los soldados para dar a conocer a los glóbulos rojos (2 trabajos) y el cuerpo humano como un todo, haciendo uso de la analogía con una fábrica (2 trabajos).

3.1.2. *La célula*

Se observa que la analogía predominante es aquella que compara una fábrica con una célula, apareciendo en 12 de los 59 trabajos (20.3%). Los grupos que han desarrollado esta analogía se basan no solo en las relaciones estructurales entre analogía y tópico, sino sobre todo en las relaciones de tipo funcional, comparando los diferentes componentes de una fábrica (oficina, trabajadores, cadena de montaje, etc.) con los orgánulos de la célula y sus funciones. Otros 3 trabajos han formulado una analogía sobre la célula y se han basado en el funcionamiento del cuerpo humano, de una casa y de un restaurante. Resulta interesante esta elección, pues, aunque las limitaciones pueden ser mayores, estas tres analogías resultan más cercanas a los estudiantes más jóvenes de Educación Primaria, ya que una fábrica puede no ser un dominio conocido para algunos.

Por otro lado, haciendo un análisis más detallado de algunas las propuestas, se puede observar una tendencia hacia la generalización y la falta de detalle en cuanto a las relaciones entre los componentes del análogo y del tópico. Al tratarse de tópicos científicos más abstractos y complejos (especialmente los conceptos físicos o químicos), se evidencia que los propios estudiantes y futuros docentes no los dominan, por lo que las analogías propuestas son limitadas, simples o incluso demasiado rebuscadas. Por ejemplo, la analogía entre la luz blanca y los carriles de una autopista, aunque los estudiantes contextualizan el contenido a impartir y comentan las relaciones entre análogo y tópico, no mencionan las limitaciones que puede presentar, ni los diferentes componentes y sus atributos:

También se observa que a nivel general 26 trabajos (nivel 1-nivel 2, 44,1%) de los 59 analizados, realiza planteamientos que parecen no tener en cuenta el material de consulta que se les ha facilitado o que su interpretación no ha sido la deseada por los investigadores. Lo más frecuente es encontrar formulaciones en las que se enuncia el análogo y el tópico, algunos componentes y atributos, pero sin entrar en detalles sobre las relaciones existentes entre ellos. Así mismo, algunos trabajos plantean analogías que, en su desarrollo, no son adecuadas para el alumnado de primaria.

Muchas de las analogías empleadas para la explicación de los conceptos seleccionados son analogías conocidas en la didáctica de las ciencias: red eléctrica vs carretera o red hidráulica, átomo vs sistema solar, soldados vs sistema inmune o filtro vs riñón. Sin embargo, otras propuestas, en el afán de ser originales, presentan analogías en las que la relación entre tópico y análogo presenta tantas limitaciones que propiciarán la aparición de concepciones erróneas.

Tabla 4. Analogías propuestas

Tópico	Análogo	Tópico	Análogo
Analogías sobre la célula		Conceptos de física - química	
Célula	Fábrica	Óptica	Dispersión
	Otros		Lentes convergentes y divergentes
Analogías sobre cuerpo humano			Refracción en colores
Ojo	Cámara		Reflexión
Hígado	Depuradora de agua		Filtro de colores
Pulmón	Esponja	Calor y temperatura	Conducción calor
	Aspiradora		Temperatura
Riñón	Filtro		Corrientes convección
Sistema circulatorio	Circuito eléctrico	Sonido	Pelota que rebota
	Líneas del metro		Coches en carretera
Sistema inmune/ Glóbulos blancos	Soldados		Luz
Sistema respiratorio	Inflar un globo		
Reproducción	Plantar semilla	Red eléctrica	Carretera con coches
Cuerpo humano	Fábrica	Energía	Circuito hidráulico
	Colonia con hormigas		Alimentos que ingerimos
	Biblioteca con libros	Atracción magnética	Relaciones antropológicas
Cuerpo humano	Fábrica	Estados de la materia	Sólido
			Líquido
			Gaseoso
			General
Colonia hormigas	Biblioteca libros	Átomo	Sistema solar
			Habitación con manzana en el centro y motos alrededor
		Hierro oxidado	Fiebre e infección

En referencia al TPK-TCK se observa una amplia variedad de selección de recursos TIC e incluso de elaboración propia. La tabla 5 muestra la frecuencia de aparición de los diferentes recursos TIC en los trabajos.

Tabla 5. Recursos TIC

Recurso TIC	Frecuencia (n° trabajos)
Infografías	37
Videos	31
Juegos interactivos	16
Simulaciones	14
Realidad Aumentada	12
Presentaciones	13
Libro digital	3
Fichas online	2
Cuestionarios online	1
Póster	1

Las infografías son los recursos digitales aportados en mayor medida, apareciendo en 37 de los 59 trabajos (62,7%), aunque hay que tener en cuenta que el material de consulta entregado a los estudiantes mostraba ejemplos de su utilización, por lo que ha podido influir en su elección.

En la figura 1 se presentan algunas infografías propuestas.



Figura 1. Cuatro ejemplos de infografías presentada.

En otros trabajos, la propuesta digital consiste en el visionado de vídeos explicativos que sustituyen la explicación del docente o la complementan. Aunque se echa en falta la edición propia de vídeos sobre el tema que hubiesen sido más idóneos al tema tratado. Seguidamente, aparecen los juegos interactivos, presentaciones y simulaciones, en este último caso, citan páginas en general y no concretan las que van a usar. Estos recursos se han considerado como irrelevantes para la comprensión de la analogía, pues no se observa una relación clara con la analogía y tampoco el cómo se van a utilizar. También se consideran inadecuados aquellos trabajos en los que los recursos TIC son escasos e intrascendentes (11 trabajos).

Se considera de especial interés un trabajo en el que los estudiantes elaboraron una simulación propia empleando el programa *Scratch*. La figura 2 muestra una parte del proceso de elaboración de la simulación, la cual se ha empleado para la analogía entre la reflexión y el rebote de una pelota.



Figura 2. Proceso de elaboración de simulación con Scratch.

En cuanto al uso de RA, son mayoría los trabajos que simplemente la citan como posible recurso TIC (10 de 12) y únicamente 2 trabajos proponen ejemplos específicos para su analogía. En concreto se trata de las siguientes aplicaciones:

- *Órganos 3D*. El grupo 5 propone la analogía entre el hígado y una depuradora de agua y emplea la aplicación para que el alumnado comprenda el funcionamiento del órgano.
- *Metaverse App*. En este caso, el grupo 41 usa la RA sobre la célula que ayuda a la comprensión de la analogía fábrica vs. célula.

En algunos trabajos se proponen recursos TIC que luego no han sido integrados en las propuestas o que, por el contrario, han sido incluidos, pero de forma complementaria. Este es el caso, de la mayoría de los recursos menos frecuentes (parte inferior de tabla 5).

Por último, con relación al TPACK o lo que es lo mismo, el análisis de las propuestas de aula basadas en el uso conjunto de analogías y TIC produjo los siguientes resultados.

En líneas generales, se encuentra que únicamente 14 trabajos (23,7%) presentan una propuesta didáctica coherente, detallada, en la que los recursos TIC propuestos favorecen la comprensión de la analogía y se integran de forma de que aportan valor pedagógico a la secuencia de actividades (nivel de consecución 3). Los demás trabajos cumplen generalmente con alguna de las dimensiones, pero presentan carencias en las otras o en su conjunto.

Llama la atención que casi la mitad de los grupos no justifican la elección de sus metodologías o actividades y hacen planteamientos sin una base metodológica. En este sentido, el análisis de la muestra en su conjunto, emergen diversos tipos de metodologías, como son: el aprendizaje cooperativo, por indagación, basado en problemas o en juegos, autónomo, receptivo o incluso frontal. Se observa una inclinación clara hacia el aprendizaje receptivo como base metodológica (29 trabajos, 57.6%), entendiendo el aprendizaje receptivo como aquel en el que “el estudiante recibe la información nueva pero no debe realizar ningún tipo de elaboración propia puesto que el docente trae preparada la actividad” (Gualpa, 2022, p. 25). La tendencia en dichos trabajos es además a presentar las actividades de forma genérica, sin entrar en mucho detalle sobre su puesta en práctica, pudiendo encontrar incluso que casi la mitad de los trabajos que emplean esta metodología (15 de 29) no justifican su uso, ni la elección de las actividades. Esto equivale, en los que la valoración en la dimensión TPACK se refiere, al nivel 2, al considerarse genéricas. No obstante, cabe destacar que 12 de los trabajos cuya metodología principal es el aprendizaje receptivo, la combinan con otras, dando lugar a propuestas algo más elaboradas. En este grupo, lo más común es encontrar la combinación receptivo - gamificación, donde se emplea un juego o cuestionario digital (por ejemplo, Kahoot) para afianzar el contenido, pero que evidencia en cierto modo, una integración parcial de la tecnología en los procesos de enseñanza aprendizaje.

Similar al aprendizaje receptivo, también se encuentran propuestas con una metodología de enseñanza frontal. Este es el caso de 3 trabajos en los que no se plantean actividades de ningún tipo dirigidas a los estudiantes y solo hace referencia a la transmisión de contenidos por parte del docente.

Otra metodología que aparece es el aprendizaje por indagación, viéndose 16 trabajos que recurren a ella para la puesta en práctica de la analogía. En la mitad de los casos, dicha indagación ocurre mediante experimentos científicos que el docente lleva a cabo frente o con los estudiantes. La mayoría de los estudiantes del grado justifican su elección basándose en la premisa de que, al usar dicha metodología de forma combinada con la analogía, el contenido relacionado con el tópico llega de forma llamativa al alumnado.

En otros 10 trabajos la metodología predominante es el aprendizaje cooperativo, ya que se utiliza como factor clave, el trabajo en grupos, variables o fijos. Asimismo, se observa que la metodología mencionada se combina con otras estrategias de enseñanza, como son lluvias de ideas, actividades de debate, etc. En definitiva, los estudiantes del grado ven potencial en la metodología cooperativa para la puesta en práctica de dinámicas interactivas.

Se tienen algunos trabajos que utilizan metodologías variadas, basados en la gamificación (justificados por la edad del alumnado al que van dirigidas las propuestas), aprendizaje invertido (facilitándoles el temario mediante infografía), aprendizaje autónomo o aprendizaje basado en problemas. Cabe destacar que, en este último caso, los problemas son fenómenos científicos que el alumnado presencia en el día a día, contextualizando así el contenido.

Estos datos en general reflejan diversidad metodológica de los futuros docentes e interés por utilizar ciertas metodologías emergentes. Sin embargo, dado que en muchos trabajos presentan pocos detalles que justifiquen sus planteamientos didácticos, se desconoce si algunas de las inconsistencias detectadas se puedan deber a ciertas deficiencias formativas o simplemente al trabajo presentado. Del mismo modo, también se evidencian carencias de los estudiantes en cuanto al uso integrado de la tecnología en los procesos de enseñanza aprendizaje, ya que la mayoría de los participantes (45 grupos, 76,3%) no logran hacer un diseño ajustado a lo solicitado, especialmente en el sentido de que la tecnología ayude a los estudiantes a entender la analogía, quizás porque aún se siga priorizando el conocimiento de la tecnología y no tanto al cómo usarla en el aula. Es decir, parece que la mayoría de los futuros docentes que han participado en este estudio no utilizan la tecnología con eficacia, de forma adecuada y adaptada a sus estudiantes y a los aprendizajes que éstos deben conseguir, por lo que carecen de una competencia digital docente adecuada a los requerimientos de la educación actual.

3.2. COMPETENCIA DIGITAL Y ENGAGEMENT ACADÉMICO

La puntuación media de la CD fue de 154,3 (sobre 200). En cuanto al EA la puntuación media fue de 70,03 puntos (sobre 102). Para determinar la normalidad de estas variables se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (tabla 6), obteniendo un $p > ,05$ con un error estimado del 5% para ambas, lo que orienta a una distribución normal de las dos variables.

Tabla 6. Estadísticos de la CD y del EA (N=182)

Variables	Media	Desviación típica	Kolmogorov-Smirnov (p)
CD	154,3	26,9	,051
EA	70,03	17,5	,200

El análisis de contraste en función de la variable sexo se realizó a través de la prueba t para muestras independientes y no se obtuvieron diferencias entre hombres y mujeres, tanto para la CD ($t = -1,313$ y $p = ,191$) como para el EA ($t = -0,76$ y $p = ,449$).

Sin embargo, el análisis correlacional entre CD y el EA sí reflejó una correlación estadísticamente significativa y con un error estimado del 1%. Ya que la prueba de Pearson determinó un $p < ,001$ y un valor de $r = 0,439$, resultado que se puede calificar como una correlación moderada según lo sugerido por Salkind (1998).

En cuanto a las dimensiones de la CD y del EA se puede observar en la tabla 7 las puntuaciones medias de cada una de ellas.

Tabla 7. Estadísticos de la CD y del EA por dimensiones (N=182)

Variables	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
CD				
A= alfabetización tecnológica	32,5	5,3	12	40
B= comunicación y colaboración	21,6	5,1	7	30
C= búsqueda. tratamiento información	32	5,7	9	40
D= ciudadanía digital	24,5	4,7	6	30
E= creatividad e innovación	43,7	10,1	10	60
Total, CD	154,3	26,9	60	200
EA				
Vigor	23,1	6,9	3	36
Dedicación	24,5	5,4	6	30
Absorción	22,5	7,8	0	36
Total EA	70,0	17,5	17	102

3.3. DISEÑOS TPACK ACERTADOS Y LA CD-EA DE SUS AUTORES

El alumnado que presentó los 14 trabajos que alcanzaron el nivel 3 (44 estudiantes), también obtuvo mejor puntuación en CD (M=161,1) lo que significa una diferencia de 6,8 puntos a su favor y en EA (M=72,6) con una diferencia de 2,6 puntos (tabla 8). En relación con las dimensiones de la CD, en todas ellas se observa una mayor puntuación de este grupo de estudiantes, siendo la “búsqueda, tratamiento de la información” la que obtiene mayor diferencia (1,6 puntos). En cuanto a las dimensiones del EA, también son más altas que las del grupo clase y en concreto la “dedicación” es la que obtiene la puntuación más diferencial (1,6 puntos).

Tabla 8. Estadísticos de la CD y del EA por dimensiones (N=44)

Variables	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
CD				
A= alfabetización tecnológica	34,0	4,7	24	40
B= comunicación y colaboración	22,5	5,2	11	30
C= búsqueda, tratamiento información	33,6	4,9	22	40
D= ciudadanía digital	25,9	3,5	18	30
E= creatividad e innovación	45,2	10,4	10	60
Total, CD	161,1	25,4	97	200
EA				
Vigor	23,8	7,9	3	36
Dedicación	26,1	4,4	15	30
Absorción	22,7	8,3	0	36
Total, EA	72,6	17,7	18	102

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La competencia de futuros docentes para la elaboración de una propuesta de intervención de aula sobre el uso de analogías para la enseñanza de las ciencias con una integración eficaz de las tecnologías digitales ha sido el eje principal de este trabajo. Se ha indagado si dichas intervenciones han seguido un planteamiento o modelo TPACK acorde a planteamientos teóricos actuales.

Como se ha visto a través de los resultados, existen verdaderas dificultades para realizar diseños adecuados, ya que el 76,3% de los estudiantes no han sido capaces de realizar con éxito la tarea, detectando carencias importantes ya sea en el PCK, CTK o en el TPK, lo que redundará a su vez en planteamientos globales (TPACK) erróneos o limitados. Así, por ejemplo, en cuanto al PCK no plantean de forma adecuada el uso de analogías, ya sea por un déficit teórico-práctico sobre este recurso o por la inconsistencia de sus propios conocimientos científicos, lo que evidencia un déficit formativo importante de estos futuros docentes, aspecto ya detectado por otras investigaciones similares (Marcos-Merino et al., 2021). De igual modo, el análisis del TPK-CTK y TPACK de los trabajos también muestran carencias de los estudiantes con relación a su competencia digital docente, lo cual es coincidente con otros estudios de campo (Gómez-Trigueros, 2020).

Por otro lado, se ha intentado en este estudio, analizar cómo pueden estar influenciando el nivel de CD y del EA de los estudiantes en la capacidad de realizar el trabajo propuesto. En primer lugar, se ha detectado una relación estadísticamente significativa entre la CD y el EA ($r=0,439$; $P<,001$) de naturaleza media, que refleja que estudiantes que tienen un alto compromiso académico también tienen un nivel alto de competencia digital; y, en segundo

lugar, los estudiantes que presentaron los mejores diseños TPACK también obtuvieron las mayores puntuaciones de CD y de EA, lo que permite inferir una cierta relación positiva y directa de estas variables sobre la tarea encomendada.

Por tanto, parece necesario mejorar la formación de los estudiantes en cuanto a su competencia digital docente, de tal modo que le permita desarrollar modelos de integración tecnológica en el aula, como el citado TPACK. Del mismo modo, también sería conveniente continuar incidiendo en acciones que estimulen su CD y EA.

Es importante tener presente que una de las principales limitaciones que tiene este estudio es el tamaño de la muestra y el contexto reducido en el que se ha desarrollado. Sin embargo, los resultados son de interés para investigadores y expertos en la formación inicial del profesorado, tanto en cuanto, puede abrir nuevas líneas de investigación, en concreto: “factores influyentes en los diseños de aula”, por lo que, se plantea como prospección futura ampliar este estudio, tanto a nivel de participantes como otros ámbitos territoriales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bisquerra, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. Ed. La Muralla, España ISBN: 84-7133-748-7
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Gutiérrez-Castillo, J.J. y Palacios-Rodríguez, A. (2020). Validación del cuestionario de competencia digital para futuros maestros mediante ecuaciones estructurales. *Bordón. Revista De Pedagogía*, 72(2), 45-63. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2020.73436>
- Carmona-Halty, M. A., Schaufeli, W. B. y Salanova, M. (2019). *Utrecht Work Engagement Scale for Students--Spanish Version; Chilean Adaptation*. PsycTESTS Dataset. <https://doi.org/10.1037/t81182-000>
- Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 2(17), 179–192. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4085>
- Cejas-León, R. y Navío Gámez, A. (2018). Formación en TIC del profesorado universitario. Factores que influyen en la transferencia a la función docente. *Profesorado*, 22(3), 271–293. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i3.8002>
- Esteve-Mon, F. M., Gisbert-Cervera, M. y Lázaro-Cantabrana, J. L. (2016). La competencia digital de los futuros docentes: ¿Cómo se ven los actuales estudiantes de educación? *Perspectiva Educacional*, 55(2). <https://doi.org/10.4151/07189729-vol.55-iss.2-art.412>
- Gisbert, M., González, J. y Esteve, F. (2016). Competencia digital y competencia digital docente: una panorámica sobre el estado de la cuestión. RIITE. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 0, 74-83.
- Gómez-Trigueros, I. M. (2020). Digital Teaching Competence and Space Competence with TPACK in Social Sciences. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(19), 37–52. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i19.14923>
- González, J., Espuny, C., de Cid, M. J. y Gisbert, M. (2012). INCOTIC-ESO. Cómo autoevaluar y diagnosticar la competencia digital en la Escuela 2.0. *Revista de Investigación Educativa*, 30(2), 287-302. <https://revistas.um.es/rie/article/view/117941/148851>
- González, M. (2009). Una nueva oportunidad para la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. *Revista de Educación*, 350, 57–78.
- Harris, J. y Hofer, M. (2011) Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in Action: A descriptive Study of Secondary Teachers' Curriculum-based, Technology-Related Instructional Planning. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(3), 211-229. DOI: [10.1080/15391523.2011.10782570](https://doi.org/10.1080/15391523.2011.10782570)

- Lázaro, J. L., y Gisbert, M. (2015). El desarrollo de la competencia digital docente a partir de una experiencia piloto de formación en alternancia en el Grado de Educación. *EDUCAR*, 51(2), 321-348. <http://educar.uab.cat/article/view/v51-n2-lazaro-gisbert>
- López-Aguilar, D., Álvarez-Pérez, P. R. y Garcés-Delgado, Y. (2021) El engagement académico y su incidencia en el rendimiento del alumnado de grado de la Universidad de La Laguna *RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 27(1).
- Marcos-Merino, J. M., Esteban, R. y Ochoa de Alda, J. A. G. (2021). Analogías propuestas por futuros maestros para la enseñanza de Biología: implicaciones en la formación inicial. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 5(1), 73-86. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2021.5.1.6675>
- Marrero, J., González, P. y Negrín, M. (2020). Utilización de analogías con formato digital para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial del profesorado de secundaria del siglo XXI. En E. López-Meneses, D. Cobos-Sanchiz, L. Molina-García, A. Jaén-Martínez y A. H. Martín-Padilla (Eds.) *Claves para la innovación pedagógica ante los nuevos retos: respuestas en la vanguardia de la práctica educativa* (cap. 255). Octaedro.
- McCormick, A., Kinzie, J. y Gonyea, R. M. (2013). Student engagement: Bridging research and practice to improve the quality of undergraduate education. En M. B. Paulsen (Ed.), *Higher education: Handbook of theory and research* (pp. 47-92). Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5836-0_2
- Medrano, L. A., Moretti, L. y Ortiz, Á. (2015). Medición del Engagement Académico en Estudiantes Universitarios. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación*, 2(40), 114–124.
- Mellado, E., y Rivas, J. (2015). Riesgos en el uso de TIC en alumnos de enseñanza básica El caso de un colegio en Chillán, Chile. *Revista Integra Educativa*, 8(3), 147-166.
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Oliva, J. M., Aragón, L. y Jiménez, N. (2015). Analogías y progresión del conocimiento del alumnado en la clase de ciencias. *Alambique. Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 1(79), 35–44.
- Punya, M. (2019). Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(2), 76-78. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>
- Rosenberg, J. y Koehler, M. (2015). Context and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A Systematic Review. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(3), 186-210. <https://doi.org/10.1080/15391523.2015.1052663>
- Rubio Cascales, J., Sánchez Blanco, G. & Valcárcel Pérez, M. V. (2018). Percepción de profesores y estudiantes de 3º ESO sobre el uso de analogías en el estudio de los estados de agregación de la materia. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 15(2), 1–15. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2104
- Salkind, N. J. (1998). *Métodos de Investigación*. México. Prentice Hall.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., Shin, T. S., ... ae, S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>

