



## ¿AYUDAN LAS TIC A UNA ENSEÑANZA MÁS CENTRADA EN EL ESTUDIANTE EN LAS MATERIAS STEM?

*Does ICT help more student-centered teaching in STEM subjects?*

**María del Puy Pérez Echeverría**

**Juan Ignacio Pozo**

*Departamento de Psicología Básica, Facultad de Psicología,*

*Universidad Autónoma de Madrid.*

*Iván Pávlov, 6, 28049, Madrid, España.*

**Beatriz Cabellos**

*Departamento de Psicología y Procesos Cognitivos,*

*Centro de Enseñanza Superior Cardenal Cisneros,*

*Calle del General Díaz Porlier, 58, 28006, Madrid, España*

### Resumen

Las TIC son algo más que un soporte de la información. Pueden ayudar a promover cambios importantes en la enseñanza. Aprovechando el uso obligatorio de estas herramientas en la pandemia, hemos realizado un análisis de las actividades llevadas a cabo por profesores de materias STEM (Matemáticas, Ciencias y Tecnología) en educación secundaria, mediante dos estudios. El primero se realizó mediante un cuestionario Likert diseñado a tal efecto sobre la frecuencia de realización de tareas, al que se aplicaron análisis de varianza. El segundo analizó una actividad seleccionada por los propios profesores mediante un sistema de categorías (SATA). Los resultados muestran un predominio de actividades reproductivas, gestionadas por el profesor y en definitiva un uso de las TIC como soporte.

**Palabras clave:** TIC; Materias STEM; Aprendizaje centrado en el profesor; aprendizaje centrado en el estudiante.

### Abstract

ICT is more than just an information medium since they can help promote significant changes in teaching. Taking advantage of the mandatory use of these tools in the COVID pandemic, we have analyzed the activities carried out by teachers of STEM subjects (Mathematics, Science and Technology) in secondary education, through two studies. Both studies were aimed at studying whether the objectives and expected results of the activities were more constructive and focused on the teachers or, on the contrary, they were more reproductive and focused on the teacher or the content. The first study was carried out by designing and administering a Likert questionnaire on the frequency of different types of tasks. An analysis of variance was applied to these data. The second study analyzed an activity selected by the teachers themselves using a category system (SATA). The results show a predominance of reproductive activities, managed by the teacher and a use of ICT as support.

**Keywords:** ICT; STEM subjects; Student centered learning; Teacher centered learning.

## INTRODUCCIÓN

En la presentación de los objetivos de la nueva ley de educación española LOMLOE (Ley Orgánica 3/2020), el portal del Ministerio de Educación propone la concesión de un papel central al desarrollo de la competencia digital, que debe trabajarse en todas las materias y en los diferentes niveles educativos. La importancia de esta competencia digital se hizo aún más patente durante el confinamiento provocado por la

pandemia. Sin los recursos digitales y una mínima competencia para gestionarlos hubiera resultado imposible la continuación de las actividades de enseñanza formal, como quedó demostrado en los países o regiones que no disponían de estos recursos. En este artículo entendemos por Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) cualquier recurso o herramienta empleado para manipular o distribuir la información y el conocimiento por cualquier medio tecnológico.

No obstante, cuando hablamos de la importancia de la digitalización en la educación no nos referimos solo a que en algunas ocasiones la enseñanza digital puede sustituir a la educación presencial, sino a que, como desarrollaremos más adelante, la digitalización puede contribuir a cambios en las prácticas de enseñanza y aprendizaje dirigidos a un aprendizaje más centrado en el alumno y más relacionado con la filosofía STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) que prioriza el planteamiento y la resolución de problemas frente a los contenidos disciplinares (véase, para una discusión sobre las diferentes formas de concebir la enseñanza STEM, Bybee, 2011; Perales-Palacios y Aguilera 2020; Shaughnessy, 2013). El objetivo principal de este artículo es analizar cómo se utilizan las tecnologías digitales en la enseñanza de las materias STEM, partiendo de la idea de que estos usos reflejan tanto las concepciones docentes sobre el aprendizaje y la enseñanza (Ertmer et al., 2015), como la formación y competencias digitales de los profesores (Suárez-Rodríguez et al., 2018). Para ello hemos analizado las prácticas educativas llevadas a cabo durante el confinamiento producido por la pandemia donde todos los profesores se vieron obligados a usar las herramientas digitales.

El desarrollo de la competencia digital, de acuerdo con Ananadiou y Claro (2009) contribuye al desarrollo de la autonomía del estudiante y de la colaboración con los demás, al incremento del pensamiento crítico, a la capacidad de resolución de problemas y a la toma de decisiones, en suma, según define el WEF (World Economic Forum) (2023) al desarrollo de la educación 4.0. En el caso de las materias relacionadas con las Ciencias, Matemáticas y Tecnologías se señala además que el uso de las TIC facilita la representación de fenómenos y conceptos científicos de tal forma que puede ayudar a la transición entre operaciones mentales concretas y abstractas y, por tanto, a promover la comprensión conceptual (Barak, 2014).

Por otro lado, esta forma de concebir las competencias digitales refleja el cambio temporal que se ha producido en las concepciones sobre el papel de las TIC en la enseñanza y en el aprendizaje. De acuerdo con Birzina y Pigozne (2020), los estándares del International Society for Technology in Education para profesores (ISTE, 2017) se han ido modificando progresivamente desde el año 1998. Por tanto, el concepto de alfabetización digital se ha ido ampliando y profundizando a medida que las propias metas educativas evolucionaban (Pozo, 2020a). Al comienzo, el objetivo fundamental era que los profesores ayudaran a los estudiantes a aprender a usar las tecnologías. Sin embargo, desde el año 2007 se buscaba que se usaran las tecnologías para aprender y en la actualidad se trata de que los estudiantes estén listos para adaptarse al cambio tecnológico constante, por lo que los profesores deben ayudar al empoderamiento de los aprendices, facilitando procesos de aprendizaje dirigidos a y por los estudiantes. Podemos distinguir, por tanto, tres objetivos o tipos de uso educativo de las TIC: la formación de destrezas básicas, el uso de estas destrezas para manejar la información y su utilización como recurso mediador que transforme las formas de adquirir conocimiento (Pozo, 2020a; Pozo et al., 2021; Comi et al., 2017).

Estas diferentes maneras de entender el papel de las TIC en educación se relacionan con la forma de concebir los procesos de enseñanza y aprendizaje (Ananiadou y Claro, 2009; Pozo, 2020b; Pérez Echeverría et al., 2022; Ertmer et al., 2015; OECD, 2019). Desde los enfoques más tradicionales (centrados en el contenido o en el profesor), dirigidos a la enseñanza del contenido, con un énfasis en procesos asociacionistas y reproductivos, los usos educativos de las TIC suelen relacionarse con la manipulación de la información, especialmente con la facilitación de su acceso y con la comunicación y suelen ser propuestas y controladas por los profesores. Sin embargo, desde las posiciones más centradas en el estudiante, de carácter habitualmente más constructivo, los estudiantes gestionan las actividades realizadas mediante TIC y las utilizan como medios de aprendizaje. Dentro de este marco nos preguntamos si los usos de las TIC por parte de los profesores de materias STEM durante la pandemia estuvieron más centrados en el contenido o el profesor y, por tanto, más dirigidos a la manipulación de la información, o más centrados en el estudiante y, por tanto, dirigidos a promover nuevas formas de aprender mediadas por el uso TIC y autorreguladas por los estudiantes.

Tanto los análisis teóricos sobre el posible impacto de las TIC en la enseñanza de las materias STEM (López-Simó et al., 2017; Romero-Ariza et al., 2014), y las encuestas realizadas a los profesores sobre las actividades TIC que consideran más apropiadas (Luengo y Manso, 2020; Tartavulea et al., 2020; Trujillo-

Sáez et al., 2020), como los estudios experimentales llevados a cabo con profesores formados previamente en el uso de las TIC (Verschaffel et al., 2019) muestran unos resultados muy positivos y una gran potencia de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de estas disciplinas (Fraga-Varela et al., 2021; Guzey y Roehrig, 2009; Diego-Mantecón et al., 2021). Así, por ejemplo, las TIC pueden ayudar a crear comunidades de aprendizaje entre los estudiantes y a que estos discutan objetivos e intercambien recursos en laboratorios virtuales o por medio de diseños de enseñanza en la nube, lo cual, a su vez, facilita la comprensión conceptual, el desarrollo de diferentes procedimientos y la solución de problemas (Barak et al., 2017). Además, promueven que la evaluación forme parte del propio proceso de aprendizaje, con lo cual contribuyen también al desarrollo de los procesos metacognitivos y al desarrollo de la autoevaluación de los estudiantes (Barak et al., 2017; Gerad y Linn, 2016).

Pero junto a estas propuestas, hay otros trabajos que llegan a conclusiones menos optimistas. Los análisis llevados a cabo con grandes muestras, que analizan los resultados de la enseñanza habitual con profesores poco formados en los usos de las TIC suelen mostrar poco impacto o incluso un impacto negativo del uso de las TIC en el aprendizaje STEM. Por ejemplo, el Informe PISA (OCDE, 2009) y el posterior análisis de estos datos (Biagi y Loi, 2013) mostraban que los resultados de los estudiantes en las áreas STEM, y más concretamente en Ciencias y Matemáticas mejoraban cuando utilizaban las TIC fuera del aula, pero disminuían cuando se utilizaban en clase. Un análisis de estos mismos datos sobre la muestra española (Alderete et al., 2017) presenta el mismo tipo de resultados.

Podemos encontrar diferentes explicaciones para estas contradicciones (de Aldama 2020), de las que vamos a destacar dos (Pérez Echeverría et al., 2022, Pozo et al 2021). Por un lado, los trabajos experimentales se han diseñado para promover determinadas formas de aprendizaje en situaciones muy controladas, mientras que los informes basados en grandes muestras, como el Informe PISA, evalúan el trabajo habitual en el aula de diferentes profesores con diferentes formaciones en el uso de las TIC y en distintas circunstancias (Sigalés et al., 2008). Por tanto, mientras que los primeros trabajos muestran las aportaciones que podrían tener las TIC en el aprendizaje en condiciones óptimas, especialmente diseñadas, los segundos reflejan su influencia real en la educación fuera de esos contextos. Diferentes autores (Barak et al., 2017; Birzina y Pigozne, 2020; Comi et al., 2017; Pozo et al., 2021; Tondeur et al., 2017) indican que no son las TIC en sí mismas las que transforman el aula, sino el uso que se hace de ellas.

Por otro lado, según Fullan y Langworthy (2014), las tecnologías digitales son percibidas por muchos profesores como una herramienta adicional que puede acelerar o facilitar la consecución de determinados objetivos del aprendizaje, pero no aportan ninguna característica intrínseca que le diferencie de otras herramientas. Expresado de otra manera, los profesores no utilizan las TIC para desarrollar la autonomía de los estudiantes o su capacidad de resolución de problemas, sino como un soporte que facilita el manejo de la información. Por tanto, parece que los objetivos educativos, la pedagogía y las tecnologías están disociados entre sí y no constituyen un conocimiento unificado tipo TPACK (Conocimiento de Tecnología, Pedagogía y Contenido, por sus siglas en inglés) (Koehler y Mishra 2005; 2008). Por el contrario, se ha encontrado que los estudiantes y profesores de materias STEM utilizan las TIC para buscar información, resumirla o comunicarla dentro de formas de enseñanza tradicionales (Birzina y Pigone, 2020). Otros trabajos, tanto sobre estas disciplinas como sobre otras áreas del currículo, muestran que el uso más común de las TIC en el aula parece relacionarse con subir diferentes materiales a las plataformas (Cabellos et al., 2023; Tartavulea et al., 2020) y que la mayoría de las actividades están centradas en el profesor o en el contenido (Koçoglu y Tekdal, 2020; Pérez Echeverría et al., 2022; Pozo et al., 2021).

En este trabajo, aprovechando que el confinamiento provocado por la pandemia obligaba a los profesores a usar las tecnologías digitales, hemos analizado, dentro de una investigación más amplia (Pérez Echeverría et al., 2022; Pozo et al., 2021), cuáles fueron las prácticas digitales reales en el aula de los profesores de disciplinas STEM, qué tipos de objetivos y resultados buscaban, qué tipos de actividades llevaron a cabo con las TIC (más reproductivas o centradas en el contenido vs más constructivas o centradas en el estudiante) y quien regulaba el uso de esos recursos digitales (profesor o estudiante).

Para ello realizamos dos estudios. El primero de ellos, basado en un cuestionario Likert, analizaba las actividades realizadas por los profesores de disciplinas STEM durante la pandemia, mientras que el segundo concretaba este análisis a partir de un análisis categorial de las actividades seleccionadas por estos mismos profesores.

## MÉTODOLÓGIA

### Primer estudio

#### Objetivos

El objetivo fundamental del primer estudio fue analizar qué tipo de aprendizajes se intentaban lograr y mediante qué uso de las TIC (reproductivo o centrado en el contenido o el profesor, centrado en el estudiante o constructivo). De manera más concreta teníamos los siguientes objetivos: (1) analizar el tipo de aprendizaje que se promovía (reproductivo o centrado en el profesor vs constructivo o centrado en el estudiante); (2) Analizar el tipo de resultados (aprendizaje verbal, procedimental o actitudinal), de organización social y de evaluación que se promueven. Dentro de estos dos objetivos analizábamos también si había diferencias en función de la materia que se enseñaba y aprendía.

#### Tareas y procedimiento

El primer estudio se realizó por medio de un cuestionario Likert, diseñado por los autores (Pozo et al., 2021) y compuesto por 36 ítems, que fue enviado telemáticamente a una muestra muy amplia de profesores, obtenida a partir de diferentes páginas. La tarea fue implementada mediante Qualtrics. Previamente a este cuestionario, los profesores debían rellenar una serie de preguntas sobre sus características demográficas (género, edad, años de experiencia, curso en el que daban clase, materia, etc.), así como sobre su uso previo de las TIC y sobre los recursos electrónicos de sus estudiantes. No obstante, dado que no aparecía influencia de estas variables, solo informaremos los resultados derivados de la materia impartida por los profesores.

Se pedía a los profesores que señalaran la frecuencia (1, nunca; 2, algunos días al mes; 3, todas las semanas y 4, todos los días) con la que realizaban ciertas actividades. Estas actividades se diferenciaban entre sí en el tipo de aprendizaje que promovían (reproductivo o centrado en el contenido frente a constructivo o centrado en el estudiante), el tipo de resultado hacia el que se dirigían (verbal, procedimental o actitudinal), el tipo de evaluación (formativa, acreditativa) y la presencia o no de actividades colaborativas. En la Tabla 1 pueden verse estas categorías y algunos ejemplos de los ítems.

**Tabla 1.** Estructura y algunos ejemplos del cuestionario.

Dimensión	N	Reproductivo	N	Constructivo
		Ejemplo	Ejemplo	
Verbal	4	ítem 1. Grabo una presentación explicando un tema y la subo a una plataforma para que mis estudiantes puedan verla cuando lo necesiten y la estudien.	4	ítem 5. Envío a mis estudiantes materiales diferentes sobre un tema para que desarrollen su propio punto de vista y lo reflejen en una tarea.
Procedimental	4	ítem 9. Grabo las instrucciones sobre cómo hacer una tarea y las subo a una plataforma para que mis estudiantes las pongan en práctica.	4	ítem 13. Presento a mis estudiantes un problema abierto para que planifiquen por sí mismos una investigación o proyecto y lo lleven a cabo.
Actitudinal	4	ítem 17. Promuevo en mis estudiantes la costumbre de seguir unos horarios prefijados para las clases y para la realización de las actividades.	4	ítem 21. Decidimos en grupo qué pautas de comportamiento vamos a seguir para gestionar mejor la comunicación en las clases online.
Evaluación	4	ítem 25. Envío preguntas o ejercicios para que los estudiantes los completen y luego les envío las respuestas correctas para que, viendo sus fallos, sepan qué deben corregir.	4	ítem 29. Entrego a los estudiantes respuestas de otros compañeros sobre tareas que todos han hecho para que las valoren y justifiquen cómo se podría mejorar.
Dialógicas			4	ítem 33. Entrego a mis estudiantes un material abierto sobre un tema para que trabajen en grupo y elaboren un informe conjunto sobre él.

### *Muestra*

La muestra final estuvo formada por 250 profesores de Educación Secundaria, de los cuales 82 (37,8%) enseñaban Matemáticas, 109 (43,6%) enseñaban Ciencias y 59 (23,6%) eran profesores de tecnología. Previamente se eliminó de esta muestra a las personas que no rellenaron el cuestionario completo, contestaron a un 90% de los ítems o más con un 4 (todos los días) o tardaron menos de cinco minutos en completar la tarea, ya que no era posible realizarla en ese tiempo

### *Análisis*

La consistencia y fiabilidad del cuestionario fue medida por medio del coeficiente alfa de Cronbach (véase, Pozo et al., 2021), obteniendo medidas suficientes tanto para el cuestionario total (,90) como para cada una de las subescalas (entre ,68 y ,75). Los dos objetivos de este estudio fueron analizados mediante ANOVA de un factor tanto de medidas repetidas o completamente aleatorizadas en función de las características de los datos. Para estudiar las diferencias entre categorías se realizaron análisis post-hoc a los que se aplicaron las correcciones Tukey. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el SPSS versión 26.

## **Segundo estudio**

### *Objetivos*

Los resultados del primer estudio permitían dar una imagen global de las actividades de los profesores. Sin embargo, el cuestionario mostraba actividades diseñadas previamente por los investigadores y no seleccionadas por los profesores. El segundo estudio tenía como objetivo analizar las actividades elegidas por los profesores. De manera más concreta pretendíamos (1) identificar las prioridades educativas de los profesores comparando las metas que proponen y contenidos que trabajan (verbales, procedimentales, actitudinales; reproductivos, constructivos); (2) analizar si las actividades realizadas promueven el aprendizaje propuesto y, por tanto, se dirigen a enseñar contenidos (centradas en el contenido) o competencias (centradas en el estudiante) y en este caso a qué tipo de competencias se dirigen (de área, digitales o transversales); (3) analizar las características de las actividades y de su gestión.

### *Tarea y procedimiento*

Se pidió a los profesores que habían rellenado el cuestionario anterior, y que así lo desearan, que describieran una actividad representativa del trabajo que realizaban habitualmente con sus estudiantes, incluyendo los objetivos, resultados esperados, actividades concretas realizadas, organización social y evaluación. Además, les solicitábamos que cuando fuera posible incluyeran algún enlace o mandaran la actividad. Esto último fue añadido por muy pocos profesores.

### *Muestra*

La muestra estaba formada por las actividades enviadas por un subgrupo de profesores del estudio anterior. Estos profesores enviaron 52 actividades, de las cuales 12 (23,07%) eran de matemáticas, 26 (50%) de ciencias y 14 (26,9%) de tecnología. Solo se eliminaron de la muestra las actividades incompletas.

### *Análisis*

Para analizar las actividades de los profesores se empleó un diseño ex post facto retrospectivo en el que se usaron como variables independientes las características de los profesores y como variables dependientes las actividades analizadas mediante un sistema de análisis (SATA por sus siglas en inglés) (Pérez Echeverría et al., 2022). Este sistema distingue entre categorías para a) los objetivos o metas iniciales propuestas explícitamente por el profesor y actividades usadas realmente. Dentro de estas categorías

también diferencia entre las metas y actividades centradas en el estudiante y las centradas en el profesor o en el contenido, y entre aquellas metas más dirigidas a competencias o centradas solo en la adquisición de contenidos específicos. Además, diferencia entre tipos de resultado (verbal procedimental actitudinal) el tipo de actividades realizadas (abiertas, cerradas, síncronas asíncronas) el tipo de evaluación (acreditativa/formativa) y si la gestión de las TICS fue llevada a cabo por los profesores o los estudiantes (véase Cabellos et al., 2023). La categorización de las respuestas se realizó mediante un análisis interjueces que obtuvo índices Kappa entre .78 y .86. Los desacuerdos se resolvieron mediante diálogo y consenso.

Se obtuvo la frecuencia de cada una de las categorías y se emplearon los estadísticos Q de Cronbach y McNemar para analizar las diferencias entre categorías. También usamos Q de Cronbach para diferenciar entre los diferentes tipos de competencias propuestas y se empleó una regresión logística binaria para estudiar como estas competencias explicaban las diferentes actividades realizadas. Por último, la influencia de las variables independientes se analizó por medio de Chi Cuadrados y sus correspondientes ajustes estandarizados de residuos, aplicando el estadístico Fisher cuando era necesario.

## RESULTADOS

### Primer estudio

Los profesores manifestaban en la encuesta precedente al cuestionario que apenas usaban las TIC antes de la pandemia. Casi un 30% de los profesores de estas materias (74 profesores, 29,6%) no utilizaban nunca las TIC en su enseñanza, mientras que los demás las empleaban de manera más bien esporádica, alrededor de una vez al mes, habitualmente para realizar presentaciones en las clases. Solo el 20% de los profesores se valía de estas tecnologías habitualmente. Este escaso uso de las TIC no estaba causado por los recursos de los que disponían sus estudiantes, ya que el 87% de los docentes indicaba que la mayoría de sus estudiantes (59,2%) o todos (28%) disponían de los recursos necesarios. Por lo tanto, el cierre provocado por la pandemia supuso que los profesores tuvieran que utilizar tecnologías que no eran habituales para ellos. Pero ¿para qué actividades utilizaban estos recursos?

Como puede verse en la Tabla 2, los datos referentes a los objetivos 1 y 2 indican que los profesores realizaban más actividades de tipo reproductivo o centradas en el profesor que actividades de tipo constructivo o centradas en el estudiante. Esta diferencia fue altamente significativa y el efecto del tamaño ( $\eta_p^2$ ) fue también muy alto. Además, muestran que de forma significativa las actividades más frecuentemente señaladas eran de tipo verbal seguido de las procedimentales y las actitudinales, mientras que las actividades colaborativas o dialógicas apenas se usaban ( $M = 1,70$   $DT = 0,68$ ).

**Tabla 2** - Medias, desviaciones típicas y diferencias entre los diferentes tipos de resultados y de aprendizajes

	Descriptivos		ANOVA		
	M	DT	F	p	$\eta_p^2$
A. Reproductivo	2,83	0,44	570,65	< ,001	,70
A. Constructivo	2,10	0,54			
R. Verbal	2,52	0,56	10,11	< ,001	,04
R. Procedimental	2,45	0,54			
R. Actitudinal	2,39	0,53			
Evaluación sumativa	2,89	0,60	5,51	< ,05	,10
Evaluación formativa	2,51	0,61			
A. Dialógica	1,70	0,68			

No obstante, cuando se analiza la combinación entre el tipo de aprendizaje y el tipo de resultado, se puede observar que las actividades más señaladas fueron en el siguiente orden (véase tabla 3): las actitudinales reproductivas, las verbales reproductivas y las procedimentales reproductivas. Entre estas actividades y sus correspondientes de tipo constructivo siempre hubo diferencias significativas a favor de las tareas reproductivas. Las actividades menos frecuentes, fueron las actividades actitudinales constructivas.

**Tabla 3** - Medias, desviaciones y diferencias entre los diferentes tipos de actividades

im.	scrip.	De Correlaciones												
		M	T	st.	C	R	C	R	C	F	I	E	E	
									ial.	v. Sum.	v. Form.			
R	2,80	,65			27,92	1,95	15,70	4,72	18,43	73,00	,43	3	2,51	4
					000	001	000	000	000	000	065	000		
					p <sup>2</sup>	34	05	32	06	63	66	01	15	
C	2,24	,72				6,18	29	73,43	11,432	79,42	40,49	1	5,88	4
						000	864	000	000	000	000	000	000	
						p <sup>2</sup>	23	000	52	31	42	36	16	
R	2,67	,59					3,03	8,93	62,70	03,72	4,08	2	3,50	1
							000	000	000	000	000	000	000	
							p <sup>2</sup>	27	19	59	62	09	05	
C	2,23	,70						66,63	00,15	89,63	38,41	1	4,55	4
								000	000	000	000	000	000	
								p <sup>2</sup>	52	29	43	36	15	
R	2,96	,57							13,59	28,80	,64	2	39,09	1
									000	000	106	000	000	
									p <sup>2</sup>	77	75	01	36	
C	1,81	,66								x		4	61,26	2
										28,80	35,66	000	000	
										x		000	000	

im.	scrip.	De						Correlaciones					
		M	T	st.	C	R	C	R	C	F	I	E	E
									ial.	v. Sum.	v. Form.		
				$p^2$					x	'	'	'	'
		1,69							75	64	51		
ial.		,68							'	4	3		
									77,86	54,61			
									'	000	000		
				$p^2$					'	66	59		
v.		2,89								x	6		
sum.		,60								5,00			
										x			
										001			
				$p^2$						x			
		2,51								204			
v		,61											x
form.													x
													x
				$p^2$									

M = Media, DT = Desviación Típica; Est.= Estadístico; VC = Verbal Constructivo; PR = Procedimental Reproductivo; PC = Procedimental Constructivo; AR = Actitudinal Reproductivo; AC = Actitudinal Constructivo; Dial.= Dialógico; Ev. Sum.= Evaluación Sumativa; Ev. Form. = Evaluación Formativa.

Por último, dentro de este apartado, nuestros datos indican que estas mismas diferencias entre actividades de enseñanza reproductivas y constructivas se reflejaban en las actividades de evaluación siendo significativamente más frecuentes las evaluaciones reproductivas que las constructivas.

Por tanto, estos datos indicaban que eran mucho más frecuentes las actividades reproductivas que las constructivas y que las actividades menos señaladas fueron aquellas que promueven los aspectos dialógicos. No hubo diferencias significativas entre los profesores de Matemáticas, Ciencias y Tecnologías en las actividades dirigidas al aprendizaje de actitudes, ni en la forma de evaluar. Sin embargo, si hubo diferencias en lo referente a las otras actividades de enseñanza. Aunque se mantuvieron las diferencias antes señaladas entre actividades reproductivas y constructivas, los profesores de Ciencias señalaron un porcentaje más alto de actividades constructivas ( $M = 2,20$ ,  $DT = 0,57$ ) ( $p < ,05$ ,  $\eta_p^2 = ,08$ ) y dialógicas ( $M = 1,87$ ,  $DT = 0,76$ ) ( $p < ,001$ ,  $\eta_p^2 = ,16$ ). Estos mismos profesores indicaban de forma significativa que realizaban más actividades verbales en conjunto ( $M = 2,70$ ,  $DT = 0,51$ ,  $p = ,001$ ,  $\eta_p^2 = ,14$ ) y también más actividades verbales reproductivas ( $M = 2,97$ ,  $DT = ,53$ ,  $p = ,001$ ,  $\eta_p^2 = ,11$ ) o constructivas ( $M = 2,42$ ,  $DT = ,75$ ,  $p < ,001$ ,  $\eta_p^2 = ,11$ ).

### Segundo estudio

Los resultados del primer estudio muestran por tanto que los profesores de las diferentes materias STEM señalaron con mucha mayor frecuencia actividades de tipo reproductivo. Según estos datos no programaron ni realizaron actividades que fomentaran el diálogo y la cooperación entre estudiantes, ni tampoco actitudes constructivas. Al interpretar estos resultados debemos tener en cuenta, como señalábamos antes, que son la respuesta a un cuestionario Likert en el que la descripción de las actividades fue realizada por los investigadores y no por los profesores. Para solucionar este problema, en este segundo estudio pedíamos a los profesores que nos describieran una actividad de aula representativa del trabajo que



realizaban habitualmente. Estas actividades fueron analizadas mediante un sistema categorial (SATA). Describiremos los datos comenzando por los tipos de metas señaladas por los profesores y los resultados de aprendizaje que esperaban encontrar, para luego estudiar las competencias que se proponían y las actividades descritas.

Como puede verse en la Tabla 4, tanto los objetivos propuestos como los resultados esperados fueron fundamentalmente de tipo verbal y procedimental. Los profesores no incluían apenas objetivos y resultados actitudinales en sus descripciones. En todos los casos, el número de objetivos y resultados asociativos superaron de forma significativa a los objetivos y resultados constructivos (véase la última columna), hasta el punto en que fueron como mínimo dos veces y medias más altos que los constructivos. Llama la atención que en sólo una de las actividades haya un objetivo actitudinal constructivo y no se presente ningún resultado de este tipo. No hubo diferencias significativas relacionadas con la materia impartida por los profesores. Tampoco hubo diferencias significativas entre objetivos y resultados. Como discutiremos en la próxima sección esto puede deberse a que la mayor parte de los objetivos estaban descritos en términos de resultados.

**Tabla 4** - Diferencias entre los tipos de objetivos y resultados según el tipo de aprendizaje

		Asociativo		Constructivo		P	
		F	%	F	%		
Objetivos	Verbal	8	2 %	53,28 0	1 %	19,2	,001
	Procedimental	9	2 %	55,8% 1	1 2%	21,	,001
	Actitudinal	3	1 %	25%	1	1,9%	,001
Resultados	Verbal	7	2 %	51,9% 7	7 %	13,5 1	,000
	Procedimental	2	3 %	61,5	8 %	15,4	,001
	Actitudinal	0	1 %	19,2	0	0%	,001

Un 69,2% de los profesores esperaban que se desarrollaran competencias de área a partir de las tareas propuestas. Además, un 17,32% creía que estas actividades contribuían a la formación de competencias digitales y de competencias transversales (15,4%). Los análisis muestran que la frecuencia de competencias de área señalada fue significativamente mayor que la de competencias digitales ( $p < ,001$ ) y transversales. ( $p < ,001$ ). Por otra parte, los profesores de tecnologías ( $REC = 2,9$ ) señalaban significativamente más competencias digitales que sus compañeros de Ciencias Naturales ( $REC = -0,9$ ) y estos a su vez más que los profesores de Matemáticas ( $REC = -2,1$ ) ( $p < ,01$ ). En contraste con las competencias declaradas por los profesores, el análisis de sus actividades mostraba que solo el 21,2% realizaba actividades que puedan servir para el desarrollo de estas competencias. El análisis de regresión de la relación entre competencias y actividad competencial mostraba que las competencias de área, transversales y digitales influían en las actividades competenciales ( $R^2_{Nagelkerke} = ,530$ ). Este efecto es especialmente alto en el caso de las competencias transversales. La posibilidad de realizar actividades competenciales era un 31,15 veces más alta cuando se busca desarrollar competencias transversales que en el resto de los casos. No hubo diferencias entre los profesores de las diferentes materias en este aspecto.

La mayor parte de las actividades tenían un carácter cerrado (76,9%) y asincrónico (86,9%). En ellas se solicitaba a los estudiantes que accedieran a una información propuesta por el profesor (71,2%) que luego debían reproducir (65,4%). Solo en un 26,9% de estas actividades había que buscar información activamente y en un 32,4% había que producir información nueva. Las diferencias entre los procesos de acceso a la información y el resto de los procesos fueron significativas, igual que entre producir y reproducir información y entre adquirir y comunicar información ( $p < ,001$  en todos los casos) Consecuentemente los procesos

cognitivos que se fomentaban con este tipo de tareas estaban más dirigidos hacia la adquisición (80,8%) o la interpretación de la información (25%) que al análisis (3,5%) o a la organización de la misma (21,2%). El 25% de estas tareas exigía procesos de comunicación. Los profesores apenas nombraban otros procesos como la motivación (9,6%) o la transferencia (7,3%) y proponían más evaluaciones sumativas (84,5%) que formativas (15,3%). Por último, los datos mostraban que las diferencias en la gestión de los recursos fueron significativas a favor de los profesores ( $p < ,01$ ), excepto en el caso de los archivos de texto que los estudiantes mandaban como respuesta a sus profesores ( $p < ,05$ ). En resumen, las características de las tareas de nuevo se muestran más próximas a un aprendizaje reproductivo que a un aprendizaje constructivo.

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

En la introducción señalábamos una evolución en la forma de entender el papel de las TIC dentro de la educación y más concretamente en la enseñanza de las materias STEM, según la cual las TIC se conciben cada vez más como un recurso didáctico dirigido a fomentar la autonomía de los estudiantes y la formación de competencias dentro de una concepción constructivista del aprendizaje. Aprovechando que el cierre de los centros educativos por la pandemia obligó a los profesores a emplear las TIC en su enseñanza, realizamos dos estudios, con diferentes metodologías, dirigidos a analizar las características de las concepciones y las actividades realizadas por estos profesores.

El primero de los estudios, mostraba que las actividades propuestas por los profesores por medio de las TIC se dirigían especialmente a un aprendizaje de tipo reproductivo y verbal. Expresado de otra manera, los profesores señalaban más frecuentemente las actividades centradas en la transmisión de contenidos por el docente que las actividades más centradas en el estudiante y, por tanto, más dirigidas a considerar las TIC como un recurso para el desarrollo de competencias. Es especialmente llamativa la falta de actividades dialógicas que requirieran que los estudiantes colaboraran entre sí. Este resultado fue muy robusto y se mantenía en todas las dimensiones del cuestionario y en todas las áreas de conocimiento STEM que hemos estudiado, aunque hubiera algunas diferencias en las frecuencias. Se podría inferir que se concebían las TIC más como un soporte de la información, tal como se entendían las TIC en los últimos años del siglo XX (Birzina y Pigozne, 2020), que como una herramienta para el desarrollo de competencias en los estudiantes, como requiere la Educación 4.0. en el siglo XXI (Ertmer et al., 2015). Por otro lado, a pesar de las circunstancias que definían aquel momento, caracterizado por el aislamiento social, y de la necesidad de apoyo emocional a los estudiantes, las actitudes más trabajadas por los profesores fueron aquellas que tenían que ver con el mantenimiento del control de las clases y con no perder los hábitos de estudio. Eran mucho menos habituales las actividades enfocadas al desarrollo de la habilidad para gestionar las emociones, conductas o autocontrol en esos momentos. Este dato contrasta claramente con las encuestas de opinión realizadas durante la pandemia en la que los profesores manifestaban su preocupación por el bienestar emocional de los estudiantes (Luengo y Manso 2020). En conjunto, estos resultados son más cercanos a los obtenidos en estudios con grandes muestras, descritos en la introducción que a los estudios experimentales con grupos de profesores más controlados (Chauhan et al., 2017; Guzey y Roehrig, 2009).

Los datos del segundo estudio, en el que los propios profesores escogían una tarea representativa y describían sus objetivos, resultados y las actividades que realizaban, confirman estas conclusiones. En las actividades hay un predominio de tareas cerradas, en la que el trabajo de los estudiantes se centraba más en la adquisición y en la reproducción de la información que en la búsqueda, el análisis, o la integración de esa información para generar nuevo conocimiento. El uso de las TIC estaba más controlado por los profesores que por los estudiantes. Las competencias más nombradas por los profesores son aquellas más próximas a las competencias de área, es decir a los contenidos específicos que se enseñan, mientras que las competencias transversales apenas eran mencionadas. Por otro lado, no aparecían apenas objetivos o resultados de tipo actitudinal constructivo dentro de las actividades enviadas por los profesores.

Es también llamativo que no haya diferencias entre el tipo de objetivos y el tipo de resultados de aprendizaje descritos por los profesores. En ambos casos predomina lo verbal o procedimental reproductivo. En otros trabajos se ha encontrado que existe una brecha entre los objetivos de los profesores en una determinada tarea y las actividades que realizan para encontrar estos objetivos (Pérez Echeverría et al., 2022). Esta brecha se ha entendido como una diferencia entre creencias o teorías sobre el aprendizaje y la práctica real, la distancia entre lo que los profesores prefieren y lo que realmente hacen, (Kaymakamoglu,

2018; Pérez Echeverría et al., 2022; Pozo et al., 2021). En general estos estudios muestran que las concepciones de los profesores y los objetivos que se plantean son más complejos que sus prácticas y que se centran más en el desarrollo de competencias que en los contenidos (Pérez Echeverría, 2020). Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con profesores de otras áreas (Pérez Echeverría et al., 2022), los profesores de Materias STEM en este trabajo no muestran esa brecha. La falta de diferencias no está motivada por una mayor complejidad de sus prácticas, sino por unas teorías menos elaboradas.

Esta conclusión puede resultar un poco descorazonadora ya que se ha encontrado que el tipo de creencias mantenidas por los profesores es uno de los mejores predictores de los cambios que se pueden producir en sus prácticas en el aula con las TIC (Ertmer, 2005; Ertmer et al., 2015) o, en otras palabras, que las creencias muestran la Zona de Desarrollo Próximo en las que pueden desenvolverse las prácticas (Pérez Echeverría, 2020). En este sentido, los pocos profesores que buscaban el desarrollo de competencias transversales en el segundo estudio mostraban también más actividades competenciales y eran menos reproductivos que los otros profesores. No obstante, a la hora de realizar esta interpretación debemos tener en cuenta que estos profesores tenían poca experiencia previa en el uso de las TIC en el aula. En un estudio anterior (Pozo et al., 2021,) se demostró que cuanto mayor era el uso previo de las TIC en el aula, más constructivas eran las actividades que realizaban los profesores con estas tecnologías. Por tanto, se podría esperar que los profesores de estos dos estudios, tras el uso forzado de las TIC durante el confinamiento, hayan adquirido una experiencia que les ayude a desarrollar actividades menos centradas en el contenido y que faciliten a los estudiantes la gestión de su aprendizaje. En este momento estamos iniciando un trabajo que trata de medir los cambios que ha habido después de la pandemia en la enseñanza mediante las TIC. No obstante, a pesar de lo que acabamos de mencionar, nuestros datos muestran una relación entre el uso de las TIC en el aula y las concepciones sobre el aprendizaje que sugiere la necesidad de trabajar tanto sobre las concepciones de los profesores como sobre los usos de las TIC si queremos que se cumpla la promesa de cambio en la educación que han traído consigo estas tecnologías.

### **Agradecimientos**

El presente trabajo se ha realizado gracias a la ayuda para la investigación del Ministerio Español de Ciencia e Innovación [PID2020-114177RB-I00].

### **REFERENCIAS**

- Alderete, M. V., di Meglio, G., & Formichella, M. M. (2017). Acceso a las TIC y rendimiento educativo: ¿una relación potenciada por su uso? Un análisis para España. *Revista de educación*, 377, 54-81. <http://dx.doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-377-353>
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. *OECD education working papers*, 41. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/218525261154>
- Barak, M. (2014). Closing the gap between attitudes and perceptions about ICT-enhanced learning among pre-service STEM teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 23, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9446-8>
- Barak, M. (2017). Cloud pedagogy: Utilizing web-based technologies for the promotion of social constructivist learning in science teacher preparation courses. *Journal of Science Education and Technology*, 26, 459-469. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9691-3>
- Biagi, F., & Loi, M. (2013). Measuring ICT use and learning outcomes: Evidence from recent econometric studies. *European Journal of Education*, 48(1), 28–42. <http://www.jstor.org/stable/23357044>

- Birzina, R., & Pigozne, T. (2020). Technology as a tool in STEM teaching and learning. En *The Proceedings of the International Scientific Conference Rural Environment. Education. Personality (REEP)* (Vol. 13, pp. 219-227). <http://dx.doi.org/10.22616/REEP.2020.026>
- Bybee, R. (2011). Scientific and Engineering Practices in K-12 Classrooms. Understanding A Framework for K–12 Science Education. *Science Teacher*, 78(9), 34–40. [http://edcipr.com/wp-content/uploads/2017/02/Science-Engineering\\_Practices.pdf](http://edcipr.com/wp-content/uploads/2017/02/Science-Engineering_Practices.pdf)
- Cabellos, B., Pérez Echeverría, M. P., & Pozo, J. I. (2023). The Use of Digital Resources in Teaching during the Pandemic: What Type of Learning Have They Promoted?. *Education Sciences*, 13(1), 58. <https://doi.org/10.3390/educsci13010058>
- Chauhan, S. (2017). A meta-analysis of the impact of technology on learning effectiveness of elementary students, *Computers & Education*, 105, 14-30. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.11.005>
- Comi, S. L., Argentin, G., Gui, M., Origo, F., & Pagani, L. (2017). Is it the way they use it? Teachers, ICT and student achievement. *Economics of Education Review*, 56, 24–39. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2016.11.007>
- de Aldama, C. (2020). Cognitive enhancement or cognitive diminishing? Digital technologies and challenges for education from a situated perspective. *Límite. Revista interdisciplinar de Filosofía y Psicología*, 15(21). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8340958.pdf>
- Diego-Mantecón, J. M., Blanco, T. F., Ortiz-Laso, Z., & Lavicza, Z. (2021). Proyectos STEAM con formato KIKS para el desarrollo de competencias clave. *Comunicar*, 66, 33-43. <https://doi.org/10.3916/C66-2021-03>
- Ertmer, P. A. (2005). Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration?. *Educational technology research and development*, 53(4), 25-39. <https://doi.org/10.1007/BF02504683>
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., & Tondeur, J. (2015). Teachers' beliefs and uses of technology to support 21st-century teaching and learning. En H. Fives & M. G. Gill (Eds.), *International handbook of research on teachers' beliefs* (pp.403-418). Routledge. <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/43223/1/73.pdf#page=416>
- Fraga-Varela, F., Vila-Couñago, E., & Martínez-Piñeiro, E. (2021). Impacto de los juegos serios en la fluidez matemática: Un estudio en Educación Primaria. *Comunicar*, 69, 125-135. <https://doi.org/10.3916/C69-2021-10>
- Fullan M., & Langworthy M. (2014). *A rich seam: How new pedagogies find deep learning*. Pearson. <https://staging.oer4pacific.org/id/eprint/5/1/Rich%20seam.pdf>
- Gerard, L. F., & Linn, M. C. (2016). Using automated scores of student essays to support teacher guidance in classroom inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 27(1), 111-129. <https://doi.org/10.1007/s10972-016-9455-6>
- Guzey S. S., & Roehrig G. H. (2009). Teaching science with technology: Case studies of science teachers' development of technology, pedagogy, and content knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 25-45. <https://www.learntechlib.org/primary/p/29293/>
- ISTE (2017). Estándares ISTE para docentes. ISTE. [https://cdn.iste.org/www-root/Libraries/Documents%20%26%20Files/GlobalReach/ISTE%20Standards%20Educators%20Spanish.pdf?\\_ga=2.44431911.2078510075.1686306829-29431929.1686306829](https://cdn.iste.org/www-root/Libraries/Documents%20%26%20Files/GlobalReach/ISTE%20Standards%20Educators%20Spanish.pdf?_ga=2.44431911.2078510075.1686306829-29431929.1686306829)

- Kaymakamoglu, S. E. (2018). Teachers' beliefs, perceived practice and actual classroom practice in relation to traditional (teacher-centered) and constructivist (learner-centered) teaching (Note 1). *Journal of Education and Learning*, 7(1), 29-37. <https://doi.org/10.5539/jel.v7n1p29>
- Koçoğlu, E., & Tekdal, D. (2020). Analysis of distance education activities conducted during COVID-19 pandemic. *Educational Research and Reviews*, 15(9), 536-543. <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.56.4.6>
- Koehler, M., & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131-152. <https://doi.org/10.2190/0EW7-01WB-BKHL-QDYV>
- Koehler, M., & Mishra, P. (2008). Introducing TPACK. En AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators*, (pp. 3-31). Routledge.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- López Simó, V., Couso, D., Simarro Rodríguez, C., Garrido Espeja, A., Grimalt-Álvaro, C., Hernández Rodríguez, M. I., & Pintó Casulleras, R. (2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica. *Enseñanza de las Ciencias*, (Núm. Extra), 691-698. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334748>
- Luengo, F., & Manso, J. (Coords.) (2020). *Informe de investigación COVID19. Voces de docentes y familias*. Proyecto Atlántida. [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/691408/informe\\_luengo\\_2020.pdf](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/691408/informe_luengo_2020.pdf)
- OECD (2019). *PISA 2018 results: What students know and can do* (Vol. I). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Perales-Palacios, F. J., & Aguilera, D. (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(1), 1-15. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>
- Pérez Echeverría, M. P. (2020). Cómo conciben profesores y alumnos la educación musical: hacia un cambio de mentalidades. En J. I. Pozo, M. P. Pérez Echeverría, J. A. Torrado, & G. López-Iñiguez (Coords.) *Aprender y enseñar música. Un enfoque centrado en los alumnos* (pp. 109-138). Madrid; España: Morata.
- Pérez Echeverría, M. P., Pozo, J. I., & Cabellos, B. (2022). Analysis of Teaching Practices During the COVID-19 Pandemic: Teachers' Goals and Activities in Virtual Classrooms. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.870903>
- Pozo, J. I. (2020a). *¡La educación está desnuda! Lo que deberíamos aprender de la escuela confinada*. SM.
- Pozo, J. I. (2020b). Psicología del aprendizaje de la música. En J. I. Pozo, M. P. Pérez Echeverría, J. A. Torrado, & G. López-Iñiguez (Coords.) *Aprender y enseñar música. Un enfoque centrado en los alumnos* (pp. 109-138). Madrid, España: Morata.
- Pozo, J. I., Pérez Echeverría, M. P., Cabellos, B., & Sánchez, D. L. (2021). Teaching and learning in times of COVID-19: Uses of digital technologies during school lockdowns. *Frontiers in Psychology*, 12, 656776. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.656776>

- Romero-Ariza, M., & Quesada-Armenteros, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32(1), 101-115. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.433>
- Shaughnessy, J. M. (2013). Mathematics in a STEM Context. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 18(6), 324. <https://doi.org/10.5951/mathteacmidscho.18.6.0324>
- Sigalés, C., Monimó, J. M., Meneses, J., & Badia, A. (2008). *La Integración de Internet en la educación Escolar Española: Situación Actual y Perspectivas de Futuro*. Fundación Telefónica.
- Suárez-Rodríguez, J. Almerich, G., Orellana, N., & Díaz-García, I. (2018). A basic model of integration of ICT by teachers: competence and use. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1165-1187. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9591-0>
- Tartavulea, C. V., Albu, C. N., Albu, N., Diaconescu, R. I., & Petre, S. (2020). Online teaching practices and the effectiveness of the educational process in the wake of the COVID-19 pandemic. *Amfiteatru Economic*, 22(55), 920–936. <http://dx.doi.org/10.24818/EA/2020/55/920>
- Tondeur, J., Van Braak, J., Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: a systematic review of qualitative evidence. *Educational Technology Research and Development*, 65(3), 555-575. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9481-2>
- Trujillo-Sáez, F., Fernández-Navas, M., Montes-Rodríguez, M., Segura-Robles, A., Alaminos-Romero, F. J., & Postigo-Fuentes, A. Y. (2020). *Panorama de la educación en España tras la pandemia de COVID-19: La opinión de la comunidad educativa*. Fundación de Ayuda contra la Drogadicción (FAD). <https://doi.org/10.5281/zenodo-3878844>
- Verschaffel, L., Depaepe, F., & Mevarech, Z. (2019). Learning Mathematics in metacognitively oriented ICT-Based learning environments: A systematic review of the literature. *Education Research International*, Article ID 3402035. <https://doi.org/10.1155/2019/3402035>
- World Economic Forum (2023). *Defining Education 4.0: A taxonomy for the future of learning. White paper*. World Economic Forum. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Defining\\_Education\\_4.0\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Defining_Education_4.0_2023.pdf)

**Recebido em:** 28.10.2023

**Aceito em:** 15.03.2024