

Tecnologías digitales y ecologías de aprendizaje: desafíos y oportunidades

Digital technologies and learning ecologies: challenges and opportunities

FRANCISCO-JOSÉ SANTOS-CAAMAÑO¹

f.santosc@udc.es

MARÍA-JOSÉ VÁZQUEZ-CANCELO

mjvcancelo@edu.xunta.gal

EDUARDO-RAFAEL RODRÍGUEZ-MACHADO

rodriguez.machado@udc.es

Universidade da Coruña, España

Resumen:

La tecnología ha devenido, hoy en día, un factor primordial de cuyo adecuado empleo depende en gran medida el funcionamiento de los diversos contextos del aprendizaje humano. La teoría ecológica del aprendizaje considera el factor tecnológico como un componente especialmente relevante. Además, las tecnologías digitales están potenciando el desarrollo de nuevas oportunidades de aprendizaje que trascienden las fronteras temporales y geográficas y propician sistemas que rompen el encorsetamiento de las estructuras de formación formal dando paso a ambientes flexibles, expandidos y diversos, desde los que se favorecen mecanismos de aprendizaje informal. Desde esta perspectiva, y de cara a la construcción de tales ambientes, resulta conveniente disponer de un marco de referencia paradigmático acerca de las oportunidades que las TIC puedan presentar y, paralelamente, valorar también la problemática asociada a su empleo. Para la identificación de

Abstract:

Currently, technology has become a primary factor on which the various contexts of human learning seem to depend. The ecological theory of learning considers technological factors as a particularly relevant component of learning contexts. In addition, digital technologies are driving the development of new learning opportunities that transcend temporal and geographical borders and favor systems that break the confinement of formal training structures, giving way to flexible, expanded and diverse environments that generate informal learning mechanisms. From this perspective and with a view to the construction of such contexts, it seems convenient to have a paradigmatic frame of reference of the opportunities that ICT can present. To identify this list of technological opportunities, we used the Delphi method, and several national and international experts collaborated. The analysis of results confirms the prominent role of ICT in modern learning contexts in a close re-

1 Dirección para correspondencia (correspondence address):

Francisco-José Santos-Caamaño. C/ Luis Quintas Goyanes, 6-5ºB. 15009 A Coruña (España).

este elenco de *oportunidades* tecnológicas, hemos seguido el método Delphi, en cuyo desarrollo han colaborado diversos expertos nacionales e internacionales. El análisis de resultados confirma el papel destacado de los usos tecnológicos en los contextos de aprendizaje actuales, y desvela su funcionamiento en íntima relación con los demás componentes que los integran. Resaltan no solo los aspectos potenciadores del aprendizaje, como son, entre otros, la facilitación de diversas herramientas de comunicación, acceso e intercambio de información, su potencialidad para la creación de vínculos entre personas y comunidades, y la transformación de los roles educativos. Se desvela también la emergencia de ciertas barreras en su empleo, como la ausencia de estrategias de uso. En este sentido, y siempre sobre la base del análisis de la configuración concreta de cada contexto, de sus elementos e interrelaciones, puede manejarse un marco de referencia general de oportunidades tecnológicas que sirva de guía para el desarrollo de una ecología de aprendizaje auténtica.

Palabras clave:

Ecologías de aprendizaje; aprendizaje a lo largo de la vida; TIC; método Delphi.

relationship with the other components that comprise them. The use of ICT improves learning along a series of paths, such as, among others, the facilitation of various communication tools, access and exchange of information, their potential for creating links between people and communities, and the transformation of educational roles. In this sense, and always on the basis of the analysis of the configuration of each specific context, its elements and interrelations, a general framework of technological opportunities can be used to serve as a guide for the development of an authentic learning ecology.

Keywords:

Learning ecologies; lifelong learning, ICT, Delphi method.

Résumé:

La technologie est devenue, de nos jours, un facteur primordial dont l'utilisation adéquate dépend dans une large mesure du fonctionnement des divers contextes de l'apprentissage humain. La théorie écologique de l'apprentissage considère le facteur technologique comme une composante particulièrement pertinente. En outre, les technologies numériques favorisent le développement de nouvelles opportunités d'apprentissage qui transcendent les frontières temporelles et géographiques, et favorisent des systèmes qui brisent la rigidité des structures formelles de formation, laissant place à des environnements flexibles, élargis et diversifiés dans lesquels les mécanismes d'apprentissage informel sont favorisés. Dans cette perspective, et en vue de la construction de tels environnements, il est opportun de disposer d'un cadre de référence paradigmatique sur les opportunités que les TIC peuvent présenter et, en même temps, d'évaluer les problèmes liés à leur utilisation. Afin d'identifier cette liste d'opportunités technologiques, nous avons suivi la méthode Delphi, à l'élaboration de laquelle ont collaboré plusieurs experts nationaux et internationaux. L'analyse des résultats confirme le rôle prépondérant des usages technologiques dans les contextes d'apprentissage actuels, et révèle leur fonctionnement en étroite relation avec les autres composantes qui les composent. Elle met en évidence non seulement les aspects qui améliorent l'apprentissage, comme, entre autres, la facilitation de divers outils de communication, l'accès et l'échange d'informations, son potentiel pour la création de liens entre les personnes et les communautés, et la transformation des rôles éducatifs. Elle révèle également l'émergence de certains obstacles

à leur utilisation, comme l'absence de stratégies d'utilisation. Dans ce sens, et toujours sur la base de l'analyse de la configuration spécifique de chaque contexte, de ses éléments et de ses interrelations, il est possible de gérer un cadre général de référence des opportunités technologiques qui servira de guide pour le développement d'une écologie d'apprentissage authentique.

Mots-clés:

Écologie d'apprentissage; apprentissage tout au long de la vie; TIC; méthode Delphi.

Fecha de recepción: 31-01-2021

Fecha de aceptación: 11-03-2021

Introducción

Entre los más diversos recursos materiales que pueden apoyar el aprendizaje, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ocupan, sin duda alguna, un lugar prominente. Ha sido precisamente a partir de la rápida introducción de las TIC en el mundo educativo cuando ha comenzado a cuajar efectivamente la perspectiva ecológica, gracias a estudios como los de Nardi (1996), que destacó la función de las TIC en la modificación de los patrones de actividad en comunidades de aprendizaje profesionales. También Brown (2000) puso de relieve el fenomenal impulso de las TIC para la creación de espacios de aprendizaje deslocalizados y cohesionados a través de las por entonces aún incipientes redes sociales. Y, finalmente, Barron (2006a, 2006b), con su enunciado de las TIC como instrumento de creación de nuevos contextos de interés para el aprendiz y, por tanto, de enriquecimiento de su unidad ecológica.

Estos inicios teóricos y los estudios empíricos que sustentaron han cimentado sólidamente el papel fundamental de las TIC en el desarrollo efectivo de las ecologías de aprendizaje (Jackson, 2013; Kalantzis y Cope, 2015).

El papel otorgado a las TIC por la teoría ecológica del aprendizaje va más allá de su consideración como recurso de aprendizaje, pues se conciben imbricadas en cada uno de los demás elementos ecológicos (Kalantzis y Cope, 2015). Véase, por ejemplo, cómo los ambientes virtuales de aprendizaje dependen en gran medida de su sustrato tecnológico; o cómo muchos contextos informales nacen a partir de la participación en redes sociales en línea; y también las facilidades que ofrecen los recursos TIC para desarrollar actividades colaborativas. Estos ejemplos representan solo una mínima parte de la omnímoda y constante

presencia de las TIC en el desarrollo del aprendizaje y, con ello, de la necesidad de su conocimiento ecológico; lo que equivale a decir ordenado, estratégico, equitativo y capaz de guiar la trayectoria humana del aprendizaje (Barron, 2006a; Estevez, 2020; González-Sanmamed, Estévez, Souto-Seijo y Muñoz-Carril, 2020; González-Sanmamed, Muñoz-Carril y Santos-Caamaño, 2019; González-Sanmamed, Souto-Seijo, González y Estévez, 2019; Jackson, 2013; Nasir y Cooks, 2009; Sangrà, González-Sanmamed y Guitert, 2013; Sangrà, Raffaghelli y Guitert, 2019; Sharar, 2016).

Una ecología de aprendizaje está formada por los contextos, las actividades, los recursos, las relaciones personales y las interacciones que se generan en ellas, a efectos de la realización de un aprendizaje por parte de una determinada persona (Barron, 2006a). Esta concepción de ecología nos obliga a pensar el aprendizaje desde un punto de vista necesariamente global, de forma que olvidar alguna de sus dimensiones ocasionará una deficiente comprensión de su funcionamiento y valor, ya que estas se constituyen en una red compleja de relaciones que las condicionan y perfilan mutuamente. El estudio ecológico implica la imposibilidad teórica de una neta separación de las diferentes dimensiones de estudio, puesto que todas ellas contribuyen a definir a las demás. Desde esta perspectiva, un estudio del empleo de las TIC en el aprendizaje ha de tener en cuenta todos los diversos componentes que integran la ecología de que se trate: tanto los internos al sujeto como los que derivan de sus interacciones con los entornos por los que transita. Por este motivo conviene presentar, aunque sea sucintamente, un marco general de la naturaleza de los componentes que integran las ecologías.

Que el aprendizaje se produce también y de forma muy significativa en una pluralidad de ambientes, más allá de los propiamente formales, está hoy fuera de cuestión (Attwell, 2007; Banks et al., 2007; Barron, 2006a; Becket y Hager, 2002; Jackson, 2013; Mason y Rennie, 2006; Rogoff, Callanan, Gutiérrez y Erickson, 2016; Stevens, Bransford y Stevens, 2005). Pero además de esta multiplicidad contextual, se ha venido produciendo -en gran medida fruto también de la influencia tecnológica- un fenómeno de difuminación de las fronteras entre estas, adquiriendo una naturaleza menos aprehensible, más difusa o como Bauman la llama, líquida (Area y Pessoa, 2012; Bauman, 2000) y se vuelve difícil, si no imposible, distinguir nítidamente la transición de un ambiente a otro (Area y Pessoa, 2012; Billet, 2001; Bull et al., 2008; Eraut, 2000;

Livingstone, 2001; Manuti, Pastore, Scardigno, Giancaspro y Morciano, 2015). En todo caso, y a pesar de estas dificultades en la definición de los ambientes, la perspectiva ecológica pone de relieve la (co-)existencia de diversos espacios en el desarrollo del aprendizaje (Rogoff et al., 2016), cada uno de ellos con sus notas características propias (Foresto, 2020), prestando atención también al trasvase de conocimientos y aprendizajes entre ellos (Bakker y Akkerman, 2014).

Condicionadas por los espacios en que se integran, pero a la vez también condicionándolos, se desarrollan las actividades y experiencias diversas que median en el aprendizaje. Estas representan asimismo un componente indefectible de la riqueza ecológica, y dejan su marca en el funcionamiento de los demás: véase, por ejemplo, en el estudio de Widodo, Maria y Fitriani (2017), cómo el espacio externo aparece correlacionado con los aspectos internos al propio sujeto, cuando actividades realizadas en un laboratorio virtual se mostraron favorecedoras de una mayor conciencia crítica e independencia en los aprendices, mientras que las mismas, pero realizadas en laboratorios presenciales generaban un grado mayor de incertidumbre en los estudiantes y más posibilidades de diálogo y negociación entre el alumnado.

Las relaciones entre el/la aprendiz y familia, amigos o compañeros, etc. generan una configuración de ambientes, espacios, actividades y recursos con rasgos distintivos propios, cuyo estudio profundo excede el ámbito de estas páginas. Y si bien no debemos olvidar que el contacto personal cara a cara se mantiene como un factor persistente para el aprendizaje, incluso en sujetos que muestran aptitudes y experiencias TIC intensivas, también es innegable la gran influencia (tanto cualitativa como cuantitativamente) de la tecnología en el desarrollo de las relaciones personales, en particular a través de las redes sociales (Dans, González-Sanmamed y Muñoz-Carril, 2019; Prestridge, 2018). Así se observa también en el estudio de Romeu-Fontanillas, Guitert-Catasús, Raffaghelli y Sangrà (2020) sobre la influencia de figuras docentes de referencia en el empleo de las TIC en el aula, donde la distribución entre interacciones personales formales presenciales y en línea se mostraba homogénea. Estos resultados concuerdan también con la alta frecuencia de interacciones tanto presenciales como asincrónicas y mediadas con TIC con compañeros y profesores por parte de los futuros maestros de educación primaria, según se desprende del estudio de Santos-Caamaño (2019).

Conforme a la perspectiva de las ecologías de aprendizaje, el sujeto funciona como aglutinante de los componentes que hemos mencionado anteriormente, pues el individuo, en la procura de su objetivo de aprendizaje, decide el modo de configurar su propia ecología, a través de la participación en los diferentes ambientes y espacios por los que transita y del empleo de los medios de los que dispone, (Barab y Roth, 2006; Luckin, 2008, 2010; Maina y González, 2016).

Fruto de esta implicación persistente del sujeto se desarrolla el llamado aprendizaje a lo largo de la vida. Además de un interés tenaz, este concepto de aprendizaje continuado exige y promueve cierta habilidad para la autodirección y autorregulación del aprendizaje, a fin de estar en condiciones de obtener rendimiento en conocimiento o competencias, a partir de la gran diversidad de escenarios por los que transcurre esta modalidad de aprendizaje (Jarvis, 2007, 2014), desde los propiamente formales y académicos, los profesionales o los generados a partir de actuaciones más informales (Boyer, Edmonson, Artis y Fleming, 2014; Gouthro, 2017; Knowles, 1975; Zimmerman y Schunk, 2012). La contribución de las TIC al desarrollo de las ecologías de aprendizaje a lo largo de la trayectoria vital consta también de forma abrumadora en la literatura; véanse, por ejemplo, las *affordances* de los PLE, y tecnologías como el Smartphone, para el desarrollo del aprendizaje continuo y la autogestión (Arrigo, Kukulska-Hyulme, Arnedillo-Sánchez y Kismihok, 2013; Dabbagh y Castaneda, L., 2020; García-Martínez y González-Sanmamed, 2019; González-Sanmamed et al., 2020; Renon, 2013).

A este marco quiere contribuir el presente trabajo con la aportación de resultados de una investigación sobre las ecologías de aprendizaje, cuyo desarrollo se describe a continuación.

Marco empírico

El estudio presentado aquí forma parte de una investigación cuya finalidad ha sido identificar las ecologías de aprendizaje de futuros maestros de Educación Primaria en Galicia. Como fase inicial, se realizó una indagación que permitiera identificar los componentes de las Ecologías de Aprendizaje y los factores que intervienen en su configuración. Para dar cuenta de este objetivo específico se diseñó un estudio basado en el método Delphi que permitiese avanzar y profundizar en el conocimiento

del marco de referencia teórico y la posterior operativización del concepto de ecologías de aprendizaje. De los diversos aspectos abordados a través del estudio Delphi, en este artículo se recogen los resultados relativos al análisis de las relaciones entre la tecnología y las ecologías y, concretamente, las posibilidades y potencialidades que ofrecen los recursos digitales en la construcción y desarrollo de las ecologías de aprendizaje.

El método Delphi se define como una técnica de investigación consistente en la producción de conocimiento a cargo de un panel de expertos que, anónima y colaborativamente, emiten su opinión sobre cuestiones referidas al tema de investigación. A su vez, el investigador reúne y reenvía de nuevo al panel las opiniones y reflexiones vertidas hasta que se llega a una situación de consenso que cumpla los objetivos de la investigación (Adler y Ziglio, 1996; Cyphert y Gant, 1971; Keeney, Hasson y McKenna, 2011; Linstone y Turoff, 1975; Okoli y Pawlowski, 2004; Yeh, Hsu, Wu, Hwang y Lin, 2014).

Precisamente, la investigación de situaciones caracterizadas por su complejidad, en las que se busca definir los elementos que las integran u obtener recomendaciones o políticas de actuación sobre estas, representan campos apropiados para el trabajo con la técnica Delphi (Skulmoski, Hartman y Krahn, 2007). Esta técnica se adecua precisamente al fin de la investigación que aquí se describe, que busca la delimitación de los componentes de las ecologías de aprendizaje, donde el marco de estudio es manifiestamente complejo y de difícil demarcación (Cilliers, 2005; Williams, Karousou y Mackness, 2011).

Avalan su empleo también numerosos estudios en el marco de la investigación educativa (Charro, 2020; Çetinkaya y Keser, 2018; López-Gómez, 2018; McIntyre-Hite, 2016; Mirata, Bergamin y Van der Westhuizen, 2020; Mohr y Shelton, 2017; Plesch, Kaendler, Rummel, Wiedmann y Spada, 2013; Pozzi et al., 2019; Yeh et al., 2014).

Parece conveniente, por tanto, afrontar el estudio del componente tecnológico en las ecologías aprovechando la oportunidad de disponer de las múltiples perspectivas generadas por las contribuciones del panel de expertos, que constituye el eje central del método Delphi (Donohoe, Stellefson y Tennant, 2012; Kek y Huijser, 2017; Shaikh y Khoja, 2014). Para ello, se ha intentado asegurar un adecuado desarrollo del procedimiento, incluyendo la salvaguarda del anonimato, la realización de iteraciones que posibiliten la modificación y el perfeccionamiento de las

respuestas a lo largo del proceso y la adecuada provisión de *feedback* (Rowe y Wright, 1999)

La correcta valoración de los datos ha sido garantizada por el seguimiento de un procedimiento habitual cualitativo que consistió en el análisis y codificación de las manifestaciones de los expertos para el establecimiento de vínculos conceptuales entre las ideas vertidas, la identificación de categorías subyacentes relevantes para la investigación y, seguidamente, la constitución de una base lógica capaz explicar los nexos, relaciones y el funcionamiento de los componentes ecológicos, apoyándose además, a lo largo de este proceso, en el marco teórico existente y en el *feedback* que los propios panelistas ofrecen a los sucesivos análisis de datos (Brady, 2015; Saldaña, 2009).

El panel experto

No existe acuerdo unánime sobre las características que deban reunir los expertos que intervienen en un panel Delphi (Sackman, 1974). Adler y Ziglio (1996) recomiendan como norma general que los panelistas conozcan la problemática estudiada y tengan experiencia en su investigación, muestren una voluntad firme de contribuir a la exploración del tema, se comprometan en tiempo y esfuerzo con la participación en el proceso y, finalmente, posean habilidades comunicativas y de expresión de prioridades por medio de sistemas de votación. En el caso del panel de esta investigación (Tabla 1), la garantía del cumplimiento de los requisitos anteriores vino dada por la selección de doctores/as catedrático/as de diversas universidades nacionales e internacionales, con publicaciones de calidad reconocida y con un interés explícito en colaborar en la investigación.

Tampoco es unánime la opinión sobre el número de miembros que deba constituirlo (Akins, Tolson y Cole, 2005; Avella, 2016; Day y Bobeva, 2005), si bien un número de siete se considera suficiente y evita, además, los problemas de gestión y obtención de consenso que generan los paneles extensos (Linston, 1978; Okoli y Pawlowski, 2004). Conforme se aprecia en la Tabla 1, de los 12 miembros que integraron inicialmente el panel Delphi, continuaron 10 en segunda ronda, y 9 en la tercera y última ronda.

Tabla 1
Panel experto

Nº Ronda	Hombre	Mujer	Catedrático/a	Doctor/a	Canadá	España	R. Unido
1ª Ronda	6	6	12	12	3	7	2
2ª Ronda	5	5	10	10	1	7	2
3ª Ronda	4	5	9	9	1	7	1

Desarrollo Delphi

La práctica habitual en estudios Delphi consiste en comenzar con una única cuestión de tipo abierto, a partir de cuya discusión, en fases sucesivas de exposición de opiniones, análisis y *feedback* de los expertos, se progresa hacia resultados de consenso. El problema habitual correlativo a abrir las rondas Delphi con una cuestión abierta estriba en que, con frecuencia (sobre todo cuando se busca la definición de conceptos o delimitación de factores sobre campos amplios y difusos de conocimiento), se produce un número de respuestas extraordinariamente amplio y de muy difícil gestión, debido a la variada casuística que suelen presentar las respuestas, lo que dificulta su reducción a categorías generales.

Conforme se representa en la *Figura 1*, la primera ronda Delphi se inició con un cuestionario de cuatro preguntas (Q1), referidas al concepto de ecologías de aprendizaje, sus posibilidades, sus limitaciones, y el papel desempeñado por las TIC en ellas. La decisión de partir de estos cuatro aspectos generales se sustentó tomando como referencia el emergente marco teórico derivado de la literatura sobre ecologías de aprendizaje, tal y como indican los expertos en los análisis Delphi (Eggers y Jones, 1998; Keeney, Hasson y Mckenna, 2011). Son precisamente las respuestas a esta última cuestión sobre el papel de las TIC (*item 4*) las que se exponen en este trabajo, explicando seguidamente las tres rondas que se realizaron.

La administración de los distintos cuestionarios a lo largo de todo el procedimiento se llevó a cabo a conveniencia de los panelistas, bien en forma de entrevista por videoconferencia, bien a través de correo electrónico; mientras que para el análisis de las respuestas resultó de valiosa ayuda el empleo de la aplicación Atlas.TI de procesamiento y análisis de datos cualitativos, que permitió trabajar a través de una secuencia de

inclusión, revisión, codificación, relación y categorización de las respuestas (Miles, Huberman, y Saldaña 2014; Saldaña, 2009).



Figura 1. Rondas Delphi.

Resultados

A continuación, se exponen los resultados obtenidos a través de cada una de las fases del procedimiento (cf. Figura 1).

1ª Ronda

Las respuestas a la 4ª pregunta del cuestionario de primera ronda (Q1), que interrogaba sobre el papel de las TIC en las ecologías de aprendizaje, se agruparon en los 20 temas que se enuncian en la Tabla 2, y que se extrajeron de las respuestas de los panelistas teniendo en cuenta la aparición de confluencias significativas de datos según la codificación establecida en Atlas.TI. El resultado de este proceso inicial de reducción de datos y categorización fue enviado de nuevo como *feedback* al panel experto, como suele ser habitual, para certificar la concordancia de nuestro análisis con las ideas plasmadas en las respuestas al cuestionario.

2ª Ronda

La segunda ronda se inició con la entrega a los panelistas del agrupamiento en los 20 temas y la petición de sus valoraciones e interpretacio-

nes a través del segundo cuestionario (Q2) que se les envió. Así pues, en esta segunda ronda la solicitud era doble: por una parte, validar la síntesis realizada por los investigadores y su plasmación en las 20 categorías propuestas. Y, por otra parte, se les pedía que ubicaran o relacionaran cada uno de estos 20 temas con una propuesta de categorías recogida en el mencionado cuestionario de 2ª ronda. Dicha propuesta de categorías se elaboró a partir de un nuevo esfuerzo de síntesis de las respuestas de los panelistas y al amparo del marco teórico existente en el ámbito de las ecologías de aprendizaje, para así dar un paso más en la profundización del papel de las TIC, ahora ya en la perspectiva de su integración en los componentes concretos ecológicos y en función de los distintos temas obtenidos en la primera ronda.

La codificación de las respuestas de primera ronda destacó la especial relevancia ecológica de los diferentes ambientes (formal, informal y formal) y espacios de aprendizaje (presencial, virtual y mixto) y la incidencia de factores biográficos y subjetivos de todo tipo (la motivación y persistencia en aprendizaje). De este modo, el cuestionario de segunda fase buscó recabar datos para la descripción del funcionamiento de las TIC en los aspectos citados cuya relevancia es notoria en la configuración de las ecologías de aprendizaje.

Los resultados del segundo cuestionario, al que se aplicó el mismo procedimiento de codificación, reducción de datos, análisis y *feedback* al panel experto, permitieron identificar la importancia de seis categorías en el análisis de las potencialidades de las TIC. Por una parte, se apeló a su funcionalidad en la vida cotidiana, sobre todo en lo relativo al acceso a la información, a su creación y a la facilidad para la comunicación. En el caso concreto del aprendizaje, destacó la utilidad de la tecnología digital para superar las barreras de espacio y la ampliación de los contextos de formación. En general, se reconocieron de forma destacada las potencialidades de las TIC, ya sea a nivel personal y social, ya sea en el ámbito profesional. Por último, también se mencionaron las limitaciones, tanto en la dimensión de los individuos como de las instituciones.

3ª Ronda

Una vez recogidas y analizadas las respuestas de la 2ª ronda, el equipo de investigación, en una nueva labor de síntesis, integró las seis categorías definidas en la segunda ronda en la formulación de tres dimensiones.

A través de esas tres dimensiones omnicomprensivas, se perfila el boceto de los aspectos a tener en cuenta a la hora de valorar el papel de la tecnología en la configuración de las ecologías de aprendizaje y que, a su vez, apuntan a líneas de estudio sobre las que profundizar tanto desde el punto de vista empírico como de fundamentación de las decisiones institucionales y personales acerca de la implementación y el impulso de las TIC en los procesos de formación, cualesquiera que sean sus características.

La teoría especializada en la metodología Delphi, explicita que cabe considerar terminado el proceso de sucesivas rondas cuando se logra el consenso sobre los resultados por una mayoría establecida de miembros del panel experto (Hasson et al., 2000). En este caso, la finalización del procedimiento se decidió por el acuerdo unánime del panel experto en el análisis presentado para su consideración en esta última ronda (Q3). En el mismo sentido, los objetivos del estudio que dieron inicio al procedimiento se habían alcanzado en esta fase, lo que señaló también la pertinencia de la finalización del procedimiento.

Tabla 2
Temas, categorías y dimensiones

1ª ronda	2ª ronda	3ª ronda
Participación en ambientes diversos	Funcionalidades en lo cotidiano	Usos
Acceso a la información		
Creación de información		
Integración de nuevos espacios y ambientes formativos	Usos para el aprendizaje	Usos
Expansión del ambiente formal del aula		
Construcción de aprendizajes colaborativos		
Potenciación de los recursos para el aprendizaje		
Liberación de límites espaciales y temporales	Oportunidades generales	Oportunidades
Participación en redes		
Impulso a la formación a lo largo de la vida		
Transversalidad para diversas actividades profesionales	Oportunidades profesionales	Oportunidades
Transformación del rol profesional		
Ampliación de las posibilidades de formación y actualización		
Promoción de comunidades de práctica		

1ª ronda	2ª ronda	3ª ronda
Déficit de estrategias de empleo		
Prejuicios contras las TIC	Barreras	
Carencias personales (tiempo, motivación, capacitación,...)	personales	Barreras
Indisponibilidad de los recursos		
Descoordinación entre currículo y TIC	Freno	
Desinformación	institucional	
TEMAS	CATEGORÍAS	DIMENSIONES

Como hemos indicado, los resultados obtenidos señalan la existencia de tres dimensiones en las relaciones entre las TIC y las ecologías de aprendizaje: usos, oportunidades y barreras, que albergan diversas categorías, instancias o nichos especiales (Tabla 2). A su vez, cada una de estas dimensiones integran tres aspectos o perspectivas de estudio, según se atienda al ambiente formal, informal o no formal; a los diferentes espacios presenciales, virtuales o híbridos; y a su conexión con el sujeto en el tiempo; es decir, a aspectos más subjetivos, como los factores de motivación y expectativas.

Los siguientes párrafos intentan ofrecer, si bien de forma sintética en alto grado, una lectura en clave ecológica de las temáticas, categorías y dimensiones que han emergido a través del estudio Delphi que se ha realizado. Se identifica, entre paréntesis, la letra asignada al panelista que ha realizado los comentarios que se incorporan en el discurso.

Usos

Se alude a la dimensión de empleo efectivo y real de la tecnología. Un ejemplo concreto de funcionalidad TIC en lo cotidiano e informal se daría a través de la participación en ambientes diversos mediante redes sociales; en lo formal puede concurrir con el desarrollo de aprendizajes en espacios virtuales, para superar la problemática de las limitaciones espaciales. Asertos como “[las TIC] traen a gente con conocimiento o práctica a nuestros contextos y áreas de interés” (F), “nos dan acceso a la interacción con personas y referentes ajenos a nuestro entorno” (B) inciden en el ejemplo que manejamos y reflejan la plasmación concreta de una riqueza de ambientes, espacios y entornos, así como de la persistencia e interés del sujeto de cara a su mantenimiento y expansión.

Oportunidades

Atiende a las posibilidades que las TIC pueden ofrecer en las distintas instancias ecológicas. En este caso se podrían identificar aplicaciones que promuevan el desarrollo profesional docente a través de la formación de comunidades de práctica. Así, uno de los panelistas indicaba: “todas aquellas relaciones con conjuntos de personas que tienen un mismo interés o que se juntan para discutir de las mismas cosas, sean presenciales o sean virtuales, y en este sentido las redes sociales pueden jugar un papel importante en el desarrollo de comunidades abiertas de aprendizaje o profesionales” (L).

Barreras

Suponen los elementos que impiden o limitan el correcto funcionamiento del aprendizaje ecológico mediado por la tecnología. Hipotéticamente, déficits en las estrategias de uso de las aplicaciones digitales señalan la necesidad de formar a las personas para su empleo adecuado. A eso apuntan, por ejemplo, aseveraciones de los expertos como: “la falta de estrategias para identificar y seleccionar los referentes claves (a quién seguir, a quién dirigirse, etc.) (D), “un ambiente de excesiva interacción social mientras aprendemos puede ser causa de desbordamiento cognitivo” (J).

Conclusiones

La constatación de la existencia de las dimensiones TIC identificadas (usos, oportunidades y barreras) sugiere unas claves de gran relevancia para el estudio general de las ecologías de aprendizaje y, específicamente, para su diseño concreto, de forma que se atienda a las necesidades y posibilidades del sujeto en su objetivo de aprendizaje.

Esta tarea exige, sin embargo, un esfuerzo considerable de identificación y valoración de los elementos que las integran. Asimismo, para la obtención de una visión general del funcionamiento de las TIC es del todo necesario vincular la dimensión tecnológica con el resto de componentes de los diversos contextos ecológicos. En caso contrario, como se verá a continuación, la consideración aislada del hecho tecnológico,

sin contar con los demás componentes de la ecología, ofrecerá siempre una visión parcial.

La *Figura 2* muestra gráficamente un ejemplo de algunas de las posibles interrelaciones de las diversas temáticas, categorías y dimensiones TIC. Así, por ejemplo, la realización de la *oportunidad* “participación en redes sociales”, multiplica los contextos de participación del sujeto ecológico y expande sus aprendizajes formales, si bien la existencia de déficits en sus estrategias de empleo puede limitar el aprovechamiento efectivo de estas.

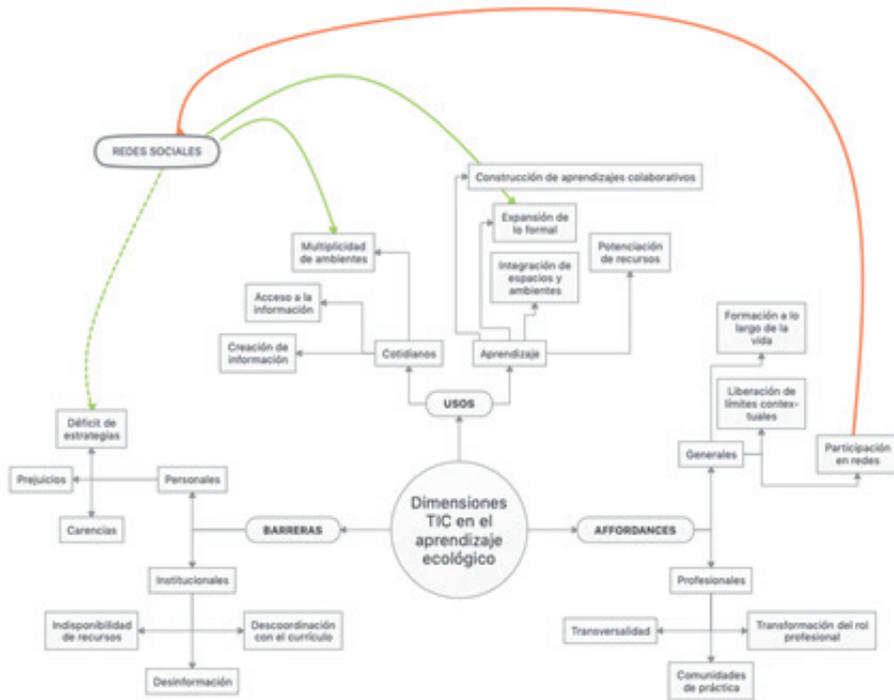


Figura 2. Dimensionamiento de un recurso TIC (redes sociales) en la ecología de aprendizaje.

Cabría también poner de relieve el patente carácter axiológico de las oportunidades y barreras, de forma que estas dos dimensiones se hacen susceptibles de operar como criterios de valoración del funcionamiento de las TIC en las ecologías.

Resulta obvio que la construcción de ecologías de aprendizaje robustas ha de apoyarse en la incorporación al ecosistema de aquellos

elementos que traigan consigo ventajas y oportunidades para el aprendizaje, eliminando en este proceso aquello que suponga un detrimento a su desarrollo. Sin embargo, esta tarea dista mucho de ser tan sencilla como parece.

Como expresa Gibson (1986), una oportunidad no presenta marca o etiqueta alguna que la señale como apta para la realización de una acción de aprendizaje, sino que requiere la confluencia de determinadas habilidades en el sujeto. Autores como Barab y Roth (2006) van incluso más allá cuando constatan la existencia de redes de oportunidades, que las engloban y vinculan en torno al objeto del aprendizaje manteniéndose el sujeto como el elemento que debe ser capaz de aglutinar de forma efectiva ese conjunto de oportunidades (*effectivity sets*). Además, el concepto de oportunidad o *affordance* no se restringe a la tecnología, sino que alberga entes de lo más variado (métodos, prácticas, compromisos, etc.) y distribuidos a lo largo del tiempo y el espacio (Barab y Roth, 2006:5).

De esto trata precisamente la ingente y exigente tarea del diseño de espacios ecológicos conforme a las oportunidades contextuales. Por ejemplo, las oportunidades de formación a lo largo de la vida pueden impulsarse con el apoyo de herramientas tecnológicas, como los MOOC o las redes sociales (Dans et al., 2021). Pero para ello ha de suscitar el interés persistente del sujeto, probablemente imbricando la tecnología en su contexto vital (Luckin, 2008).

En segundo lugar, las *barreras* ecológicas se muestran también en dependencia de múltiples factores contextuales y subjetivos. Las diferentes brechas tecnológicas siguen jugando un papel importante en la desigualdad educativa. Por ejemplo, inciden significativamente en la calidad de uso y aprovechamiento de sus posibilidades (de la Selva, 2014); es decir, en relación a su dimensión de oportunidad. Ventimiglia y Pullman (2016) enumera las capacidades que necesita desarrollar un estudiante para lograr su adaptación plena a lo que la nueva sociedad espera de él: encontrar, analizar y valorar la información. El individuo con déficits en estas capacidades, difícilmente puede construir un pleno espacio de aprendizaje personal (PLE) para la comunicación, creación y acceso de la información (García-Martínez y González-Sanmamed, 2019).

También otros factores, más allá de los subjetivos, pueden incidir, solos o en confluencia con otros, en el levantamiento de barreras al aprendizaje. La descoordinación entre currículo y TIC es un buen ejemplo de

ello, pues niega las posibilidades de estas para el desarrollo de aquel (Barack y Roth, 2006).

Finalmente, tampoco la dimensión que podría parecer más objetiva, la referida al uso de las TIC, queda ajena a esta problematización cuando se aplica al estudio de la ecología real, pues no es suficiente con catalogar sus usos reales y efectivos, si no se hace en combinación con el estudio de las dimensiones axiológicas y en relación también con los otros componentes ecológicos. Sin embargo, sí es cierto que la presencia plena de las categorías que completan la dimensión *usos* parece representar un buen indicio de una ecología válida para el aprendizaje y, en este sentido, sería la carencia de alguno de estos elementos lo que indicase la necesidad de intervención en el diseño ecológico para suplir sus limitaciones.

Cabe señalar por tanto, a modo de conclusión, que abordar el funcionamiento de las TIC desde el punto de vista de las dimensiones ecológicas, nos ofrece una vía empírica de estudio muy potente, a la vez que nos capacita para valorar su funcionamiento y necesidades en el nivel de cada sujeto; si bien, debido precisamente a esta multidimensionalidad de las TIC, constituye por sí misma una tarea de considerable complejidad.

Referencias

- Adler, M. y Ziglio, E. (1996). *Gazing into the oracle: The Delphi method and its application to social policy and public health*. London, UK: Jessica Kingsley Publishers
- Akins, R. B., Tolson, H. y Cole, B. R. (2005). Stability of response characteristics of a Delphi panel: Application of bootstrap data expansion. *BMC medical research methodology*, 5(1), 37. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-5-37>
- Area, M. y Pessoa, T. (2012). De lo sólido a lo líquido: Las nuevas alfabetizaciones ante los cambios culturales de la Web 2.0. *Comunicar. Revista Científica de Comunicación y Educación*, 38(19), 13-20. <https://doi.org/10.3916/c38-2012-02-01>
- Arrigo, M., Kukulka-Hulme, A., Arnedillo-Sánchez, I., y Kismihok, G. (2013). Metaanalyses from a collaborative project in mobile lifelong learning. *British Educational Research Journal*, 39, 222-247. doi: 10.1080/01411926.2011.65206
- Attwell, G. (2007). Personal Learning Enviroments-the future of eLearning? *Elearning papers*, 2(1), 1-8. recuperado de https://vcut.org/345.pdf&hl=es&sa=T&oi=gsb-gga&ct=res&cd=0&d=4529383974035248294&ei=2e_gX_qNlo-Ny9YPt6-10Ac&scsig=AAGBfm0z5ta8qbrBLorNie-XD35vp2v5jQ
- Avella, J. R. (2016). Delphi panels: Research design, procedures, advantages, and challen-

- ges. *International Journal of Doctoral Studies*, 11, 305–421. <https://doi.org/10.28945/3561>
- Bakker, A. y Akkerman, S. F. (2014). A boundary-crossing approach to support students' integration of statistical and work-related knowledge. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 223-237. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9517-z>
- Banks, J., Au, K., Ball, A., Bell, P., Gordon, E., Gutierrez, K., Heath, S., Lee, C. Lee, Y., Mahiri, J., Nasir, N., Valdés, G. y Zhou, M. (2007). *Learning in and out of school in diverse environments. Life-long, Life-wide, Life-deep. (Consensus Report)*. Learning in Informal and Formal Environment (LIFE) Center. Recuperado de http://life-slc.org/docs/Banks_etal-LIFE-Diversity-Report.pdf
- Barab, S. A. y Roth, W. M. (2006). Curriculum-based ecosystems: Supporting knowing from an ecological perspective. *Educational researcher*, 35(5), 3-13. <https://doi.org/10.3102/0013189X035005003>
- Barron, B. (2006a). Interest and self-sustained learning as catalysts of development: A learning ecology perspective. *Human development*, 49(4), 193-224. <https://doi.org/10.1159/000094368>
- Barron, B. (2006b). Configurations of Learning Settings and Networks - Implications of a Learning Ecology Perspective. *Human Development*, 49(4), 229-231. <https://doi.org/10.1159/000094370>
- Bauman, Z. (2000). *Liquid modernity*. Cambridge, UK: Polity
- Becket, D. y Hager, P. (2002). *Life, work and learning. Practice in postmodernity*. New York: Routledge
- Billet, S. (2001). *Learning in the workplace: Strategies for effective practice*. Crows Nest (Australia): Allen y Unwin
- Boyer, S., Edmonson, D., Artis, A, y Fleming, D. (2014). Self-Directed Learning. A Tool for Lifelong Learning. *Journal of Marketing Education*, 36, 20-32, <https://doi.org/10.1177/0273475313494010>
- Brown, J. (2000). Growing up digital: How the web changes work, education and the ways people learn. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 32(2),11-20. <https://doi.org/10.1080/00091380009601719>
- Bull, G., Thompson, A., Searson, M., Garofalo, J., Park, J., Young, C. y Lee, J. (2008). Connecting informal and formal learning: Experiences in the age of participatory media. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8(2), 100-107. Recuperado de <https://www.learntechlib.org/p/29328/>
- Çetinkaya, L. y Keser, H. (2018). Adaptation of interaction in web environments with educational content. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 10(3), 142–152. <https://doi.org/10.18844/wjet.v10i3.3555>
- Charro E. (2020). A curricular Delphi study to improve the science education of secondary school students in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(2), 282-304. <https://doi.org/10.1002/tea.21655>
- Cilliers, P. (2005). Complexity, deconstruction and relativism. *Theory, Culture & Society*, 22(5), 255–267. <https://doi.org/10.1177/0263276405058052>
- Cyphert, F. R. y Gant, W. L. (1971). The Delphi technique: A case study. *Phi Delta Kappa*, 52, 272–273

- Dabbagh, N. y Castaneda, L. (2020). The PLE as a framework for developing agency in lifelong learning. *Educational Technology Research and Development*, 68(6), 3041-3055. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09831-z>
- Dans, I., Fuentes, E. J., González-Sanmamed, M. y Muñoz-Carril, P. C. (2021). El reto de los profesores de secundaria ante las redes sociales. *Educar*, 57(1), 207-222. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1151>
- Dans, I., González-Sanmamed, M. y Muñoz-Carril, P. C. (2019). Redes sociales, adolescencia y familia: desafíos y oportunidades. *Publicaciones*, 49(2), 117-132. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v49i2.8527>
- Day, J. y Bobeva, M. (2005). A generic toolkit for the successful management of Delphi studies. *The Electronic Journal of Business Research Methodology*, 3(2), 103-116. Recuperado de http://www.ejbrm.com/volum_e3/issue_2/p103
- De la Selva, A. (2015). Los nuevos rostros de la desigualdad en el siglo XXI: la brecha digital. *Revista mexicana de ciencias políticas y sociales*, 60(233), 265-285.
- Donohoe, H., Stelfox, M. y Tennant, B. (2012). Advantages and limitations of the e-Delphi technique: Implications for health education researchers. *American Journal of Health Education*, 43(1), 38-46. <https://doi.org/10.1080/19325037.2012.10599216>
- Eraut, M. (2000). Non-formal learning and tacit knowledge in professional work. *British journal of educational psychology*, 70(1), 113-136. <https://doi.org/10.1348/000709900158001>
- Estévez, I. (2020). *Análisis del desarrollo profesional del docente universitario de Ciencias de la Salud a través de las Ecologías de Aprendizaje* [Tesis no publicada]. Universidade da Coruña
- Foresto E. (2020). Aprendizajes formales, no formales e informales. Una revisión teórica holística. *Contextos de Educación* 29 (21). Recuperado de <http://www2.hum.unrc.edu.ar/ojs/index.php/contextos/article/download/1142/1234>
- García-Martínez, J. G. y González-Sanmamed, M. (2019). Cómo generan y gestionan contenidos los estudiantes de educación de Costa Rica: una contribución al estudio de su entorno personal de aprendizaje. *Digital Education Review*, (36), 15-35. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7282526.pdf>
- Gibson, J. (1986). *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- González-Sanmamed, M., Estévez, I., Souto-Seijo, A. y Muñoz-Carril, P. C. (2020). Ecologías digitales de aprendizaje y desarrollo profesional del docente universitario. *Comunicar. Revista Científica de Comunicación y Educación*, 28(62), 9-12. <https://doi.org/10.3916/C62-2020-01>
- González-Sanmamed, M., Muñoz-Carril, P.C. y Santos-Caamaño, F. J. (2019). Key components of learning ecologies: A Delphi assessment. *British Journal of Educational Technology*, 50(4), 1639-1655. <https://doi.org/10.1111/bjet.12805>
- González-Sanmamed, M., Souto-Seijo, A., González, I. y Estévez, I. (2019). Aprendizaje informal y desarrollo profesional: análisis de las ecologías de aprendizaje del profesorado de educación infantil. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (68), 70-81. <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.68.1305>
- Gouthro, P. A. (2017): The promise of lifelong learning, *International Journal of Lifelong Education*, 36 (1-2), 45-59. <https://doi.org/10.1080/02601370.2017.1270067>

- Hasson, F., Keeney, S. y McKenna, H. (2000). Research guidelines for the Delphi survey technique. *Journal of Advanced Nursing*, 32(4), 1008-1015. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2000.t01-1-01567.x>
- Jackson, N. J. (2013). The Concept of Learning Ecologies. En N.J. Jackson y G. B. Cooper (Eds.), *Lifewide Learning Education and Personal Development* (pp. 1-21). [E-book]. Recuperado de http://www.lifewideebook.co.uk/uploads/1/0/8/4/10842717/chapter_a5.pdf
- Jarvis, P. (2007). *Globalization, lifelong learning, and the learning society: Sociological Perspectives*. Abingdon: Routledge
- Jarvis, P. (2014). From adult education to lifelong learning and beyond. *Comparative Education*, 50(1), 45–57. <https://doi.org/10.1080/03050068.2013.871832>
- Kalantzis, M., y Cope, B. (2015). Learning and new media. En D. Scott and E. Hargreaves (Eds.), *The sage handbook of learning* (pp. 373-387). Thousand Oaks, CA: Sage
- Keeney, S., Hasson, F. y McKenna, H. (2011). *The Delphi technique in nursing and health research*. Oxford, UK: Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444392029>.
- Kek, M. y Huijser, H. (2017). *Problem-based learning into the future. Imagining an agile PBL ecology for learning*. Singapore: Springer
- Knowles, M. S. (1975). *Self-directed learning: A guide for learners and teachers*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall
- Linstone, H. A. y Turoff, M. (1975). *The Delphi method: Techniques and applications*. Reading, MA: Addison-Wesley
- Livingstone, D. W. (2001). Adults' Informal Learning: Definitions, Findings, Gaps, and Future Research. *NALL Working Paper #21*. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED452390.pdf>
- López-Gómez, E. (2018). El método Delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica. *Educación XXI*, 21(1), 17–40. <https://doi.org/10.5944/educx1.20169>
- Luckin, R. (2008). The learner centric ecology of resources: A framework for using technology to scaffold learning. *Computers & Education*, 50(2), 449-462. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.09.018>
- Maina, M. F. y González, I. G. (2016). Articulating personal pedagogies through learning ecologies. En B. Gros, Kinshuk y M. Maina (Eds.), *The Future of Ubiquitous Learning: Learning Designs for Emerging Pedagogies* (pp. 73-.94). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-47724-3_5
- Manuti, A., Pastore, S., Scardigno, A., Giancaspro, M. y Morciano, D. (2015). Formal and informal learning in the workplace: a research review. *International journal of training and development*, 19(1), 1-17. Recuperado de http://www.academia.edu/download/44528973/Formal_and_informal_learning_in_the_work20160408-3135-10zt-kix.pdf
- Mason R. y Rennie F. (2008). *E-learning and social networking handbook: Resources for higher education* (1st ed.). New York, NY: Routledge
- McIntyre-Hite, L. (2016). A Delphi study of effective practices for developing competency-based learning models in higher education. *The Journal of Competency-Based Education*, 1, 157–166. <https://doi.org/10.1002/cbe2.1029>

- Miles, M. B., Huberman, M. A. y Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis. A Methods Sourcebook*. Los Angeles: Sage
- Mirata, V., Hirt, F., Bergamin, P. y Van der Westhuizen, C. (2020). Challenges and contexts in establishing adaptive learning in higher education: findings from a Delphi Study. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 1-25. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00209-y>
- Mohr, S. C. y Shelton, K. (2017). Best practices framework for online faculty professional development: A Delphi study. *Online Learning Journal*, 21(4), 123-140. <https://doi.org/10.24059/olj.v21i4.1273>
- Nardi, B. (1996). Studying context: a comparison of activity theory, situated action models, and distributed cognition. En B. Nardi (Ed.), *Context and consciousness: activity theory and human-computer interaction* (pp. 69-102). Cambridge, MA: MIT Press
- Nasir, N. I. S. y Cooks, J. (2009). Becoming a hurdler: How learning settings afford identities. *Anthropology & Education Quarterly*, 40(1), 41-61. <https://doi.org/10.1111/j.1548-1492.2009.01027.x>
- Okoli, C. y Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications. *Information & Management*, 42(1), 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002>
- Plesch, C., Kaendler, C., Rummel, N., Wiedmann, M. y Spada, H. (2013). Identifying areas of tension in the field of technology-enhanced learning: Results of an international Delphi study. *Computers & Education*, 65, 92-105. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.01.018>
- Pozzi, F., Manganello, F., Passarelli, M., Persico, D., Brasher, A., Holmes, W., Whitelock, D. & Sangrà, A. (2019). Ranking Meets Distance Education: Defining Relevant Criteria and Indicators for Online Universities. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 20(5), 42-63. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v20i5.4391>
- Prestridge, S. (2018). Categorising teachers' use of social media for their professional learning: A self-generating professional learning paradigm. *Computers & Education*, 129, 143-158. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.11.003>
- Renon, F. (2013). Personal learning environments (PLEs): ecologies for building student capability for lifelong learning. Recuperado de <https://curve.carleton.ca/system/files/frp/27423.pdf>
- Rogoff, B., Callanan, M., Gutiérrez, K. D. y Erickson F. (2016). The Organization of Informal Learning. *Review of Research in Education*, 40(1), 356-401. <https://doi.org/10.3102/0091732X16680994>
- Romeu-Fontanillas, T., Guitert-Catasús, M., Raffaghelli, J. E. y Sangrà, A. (2020). Ecologías de aprendizaje para usar las TIC inspirándose en docentes referentes. *Comunicar. Revista Científica de Comunicación y Educación*, 28(62), 31-42. <https://doi.org/10.3916/C62-2020-03>
- Rowe, G. y Wright, G. (1999). *The Delphi technique as a forecasting tool: Issues and analysis*. *International Journal of Forecasting*, 15(4), 353-375. [https://doi.org/10.1016/S0169-2070\(99\)00018-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2070(99)00018-7)
- Saldaña, J. (2009). *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. California: Sage
- Sangrà, A., González-Sanmamed, M. y Guitert, M. (2013). Learning ecologies: Informal

- professional development opportunities for teachers. *Proceedings of the IEEE*, 1/201. <http://dx.doi.org/10.1109/CICEM.2013.6820171>
- Sangrà, A., Raffaghelli, J. & Guitert, M. (2019). Learning ecologies through a lens: Ontological, methodological and applicative issues. A systematic review of the literature. *British Journal of Educational Technology (BJET)*, 50(4), 1619-1638, <https://doi.org/10.1111/bjet.12795>
- Santos-Caamaño, F. J. (2019). *Ecologías de aprendizaje en la formación de los futuros maestros* [Tesis no publicada]. Universidade da Coruña
- Shaikh, Z. A. y Khoja, S. A. (2014). Personal learning environments and university teacher roles explored using Delphi. *Australasian Journal of Educational Technology*, 30(2), 202–226. <https://doi.org/10.14742/ajet.324>
- Sharar, B. (2016). *Emergent Pedagogy in England: A Critical Realist Study of Structure-Agency Interactions in Higher Education*. Nueva York, NY: Routledge
- Skulmoski, G., Hartman, F. y Krahn, J. (2007). The Delphi method for graduate research. *Journal of Information Technology Education: Research*, 6(1), 1–21, <https://doi.org/10.28945/199>
- Stevens, R., Bransford, J. y Stevens, A. (2005). The LIFE Center's lifelong and lifewide diagram. Retrieved from <http://life-slc.org/about/about.htm>
- Ventimiglia, P. y Pullman, G. (marzo de 2016). *From written to digital: The new literacy*. EDUCAUSE Review. Recuperado de <https://er.educause.edu/~media/files/articles/2016/3/erm1623.pdf>.
- Widodo, A., Maria, R. A y Fitriani, A. (2017). Constructivist learning environment during virtual and real laboratory activities. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 9(1), 11-18. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v9i1.7959>
- Williams, R., Karousou, R. y Mackness, J. (2011). Emergent learning and learning ecologies in Web 2.0. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 12(3), 39–59. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v12i3.883>
- Yeh, Y. F., Hsu, Y. S., Wu, H. K., Hwang, F. K. y Lin, T. C. (2014). Developing and validating technological pedagogical content knowledge-practical (TPACK—practical) through the Delphi survey technique. *British Journal of Educational Technology*, 45(4), 707–722. <https://doi.org/10.1111/bjet.12078>
- Zimmerman, B. J. y Schunk, D. H. (Eds.). (2012). *Self-regulated learning and academic achievement: Theory, research, and practice*. New York, NY: Springer

Agradecimientos

Este trabajo se ha elaborado en el marco del proyecto de investigación titulado: “Ecologías de aprendizaje en la era digital: nuevas oportunidades para la formación del profesorado de educación secundaria” (ECO-4LEARN-SE), parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (Referencia RTI2018-095690-B-I00).