

Una propuesta didáctica para impartir clases de matemáticas síncronas usando plataformas de videoconferencia

Universitat d'Andorra

Grup de Recerca Interdisciplinari en Educació (GRIE)

Adoración Medina-Albós ⁽¹⁾, Nuria Rosich Sala ⁽²⁾,
Yolanda Colom Torrens ⁽³⁾

(1) mmedinaa@uda.ad

(2) nuriarosich@ub.edu

(3) ycolom@uda.ad

Presentado en eXIDO 22



RESUMEN

Durante el confinamiento general, al inicio de la pandemia COVID-19, la mayoría de los profesores de matemáticas continuaron su labor en línea, usando plataformas de videoconferencia combinadas con recursos propios de la enseñanza virtual para impartir clases síncronas, replicando en el aula virtual sus acciones en el aula presencial. Este trabajo se basa en una investigación más amplia que estamos realizando en la Escuela Andorrana de Bachillerato. Los primeros análisis nos sugieren presentar una propuesta didáctica sobre cómo impartir las clases de matemáticas síncronas usando plataformas de videoconferencia, incidiendo también en las dificultades detectadas en investigaciones similares realizadas en otros países y proponiendo una guía de actuación para que el docente interesado pueda aplicarla en caso de ser necesario.

Palabras clave: COVID-19, didáctica de las matemáticas, innovación docente, educación a distancia, e-learning, b-learning, plataformas de videoconferencia.

ABSTRACT

During the general lockdown, at the beginning of the COVID-19 pandemic, most mathematics teachers continued their work online, using videoconference platforms combined with their virtual teaching resources to teach synchronous classes, replicating their lessons in the virtual classroom actions in the classroom. This work is based on a broader investigation that we are carrying out at the Andorran High School. The first analyses suggest presenting a didactic proposal on how to teach synchronous mathematics classes using videoconference platforms, also focusing on the difficulties detected in similar research carried out in other countries and proposing a guide for action so that the interested teacher can apply it in the case is necessary.

Keywords: COVID-19, mathematics didactics, teaching innovation, distance education, e-learning, b-learning, videoconferencing platforms.

INTRODUCCIÓN

Han pasado ya tres años desde que la pandemia COVID-19 irrumpiera en la sociedad del siglo XXI, causando cambios drásticos que afectaron a todos los ámbitos: el sanitario, el político, el económico y, por supuesto, el educativo.

El confinamiento general de la población fue una de las primeras medidas, que tomaron los gobiernos de la mayoría de los países desarrollados, para intentar frenar el avance del virus siguiendo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020). Una de las consecuencias directas del confinamiento fue el cierre de la mayoría de los centros educativos públicos y privados del planeta, dejando a más de 1500 millones de niños y jóvenes sin enseñanza presencial (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Educación [UNESCO], 2020).

Podemos situar el inicio de la pandemia en el Principado de Andorra el 11 de marzo de 2020, momento en que los dirigentes del Gobierno Andorrano aprobaron el primer decreto para gestionar la pandemia (Decret de l'11-3-2020).

Al cabo de dos días, el 13 de marzo de 2020, se anunciaron nuevas medidas después de confirmarse el primer caso de COVID-19 en el país. Esto conllevó la decisión del Gobierno, siguiendo el ejemplo de otros países, de cerrar hasta nueva orden todos los centros educativos públicos y privados de Andorra (Decret del 13-3-2020).

Para dar continuidad al curso escolar durante el confinamiento, profesores y estudiantes prosiguieron su actividad educativa, con los medios disponibles en sus respectivos hogares: innovando y aprendiendo a usar nuevos recursos tecnológicos, los unos; aprendiendo a estudiar sin el apoyo presencial de docentes y compañeros, los otros.

La propuesta didáctica que aquí presentamos está basada en una investigación que estamos realizando en la Escuela Andorrana de Bachillerato y en nuestra propia experiencia como profesoras de matemáticas que también debieron innovar para continuar impartiendo sus clases durante el confinamiento.

En el caso de las matemáticas, y seguramente de otras materias, los profesores innovaron motivados por la necesidad urgente de continuar su labor educativa durante el confinamiento. Aunaron su experiencia como profesores de matemáticas presenciales con los recursos propios de la enseñanza en línea para crear una nueva modalidad de clase de matemáticas en línea: la clase de matemáticas síncrona mediada por plataformas de videoconferencia

En este artículo presentamos una propuesta pedagógica para impartir esta nueva modalidad de clases de matemáticas en línea, a partir de los primeros análisis realizados en nuestra investigación. Esperamos así, ofrecer a los

profesores de matemáticas (y a los futuros profesores), una guía de actuación para poder aprovechar al máximo los recursos digitales y a la vez, para mejorar la dimensión comunicativa y la interacción con los estudiantes cuando imparten la clase de matemáticas en directo e íntegramente en línea.

En primer lugar, realizaremos un breve análisis conceptual de los términos enseñanza a distancia, *e-learning* y *b-learning*, para mostrar de forma somera que las clases síncronas que se impartieron durante el confinamiento no encajan en ninguna de las tres modalidades anteriores, y que, por tanto, representaron un elemento innovador por parte de los profesores.

A continuación, presentaremos algunas de las investigaciones, realizadas en diferentes países, que describen y analizan el proceso de adaptación de los profesores y los estudiantes a la enseñanza en línea de las matemáticas durante el confinamiento. Mostraremos que la mayor parte de los docentes impartieron esa nueva modalidad de clases de matemáticas síncronas por videoconferencia, comentando las dificultades que tuvieron que enfrentar.

Seguidamente, expondremos nuestra propuesta didáctica sobre cómo impartir las mencionadas clases síncronas de matemáticas para paliar las dificultades detectadas por investigadores y profesores, de diferentes países, durante el confinamiento.

Finalmente, ofreceremos al lector una serie de reflexiones sobre la temática, recalcando la necesidad de seguir investigando sobre lo sucedido. También incidiremos en la importancia de formar a los profesores para impartir esta modalidad síncrona de clases de matemáticas en línea, por si en el futuro tuvieran que volver a hacerlo, ya sea a causa de la pandemia o de contingencias similares (epidemias, catástrofes naturales, guerras, etc.).

METODOLOGIAS DE ENSEÑANZA NO PRESENCIAL

Enseñanza a distancia tradicional

García-Aretio (1999) considera tres generaciones de enseñanza a distancia, que surgieron y evolucionaron a medida que se daban los avances tecnológicos. Las clasifica en función de su evolución temporal y de los recursos tecnológicos implicados en su desarrollo:

1. **Enseñanza por correspondencia:** la primera modalidad de enseñanza a distancia tradicional apareció a finales del S.XIX. En un primer momento, consistía en el envío por correo postal de los materiales didácticos, siendo este el único medio de interacción de los estudiantes con el profesor. Más adelante, se empezaron a añadir nuevos recursos para permitir el estudio autónomo como la guía de estudio, las actividades complementarias, los cuadernos de trabajo y los ejercicios de autoevaluación. También surgió la figura del tutor, para motivar y resolver las dudas de los estudiantes.
2. **Enseñanza multimedia:** podemos situar su inicio a finales de los años 70, coincidiendo con la creación de la *Open University* en el Reino Unido. En

esta modalidad de enseñanza a distancia, además de los materiales didácticos escritos, se ofrecían al estudiante materiales multimedia. Además, también se empezaron a usar medios de comunicación como la radio, la televisión o el teléfono.

3. **Enseñanza telemática:** apareció en los años 80. Estaba caracterizada por el uso de la Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) y por estar centrada en el estudiante y no en los materiales didácticos.

Enseñanza en línea (e-learning)

La utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el campo educativo transformó la enseñanza a distancia tradicional en la enseñanza en línea, popularmente conocida como *e-learning*.

A medida que la tecnología evolucionaba, la enseñanza en línea experimentó cambios drásticos tanto en el plano tecnológico como en el metodológico. Además, se trasladaron al contexto educativo los hábitos adquiridos por el uso de las redes sociales (García-Peñalvo y Seoane, 2015):

- ✓ Aumento de la demanda de personalización del aprendizaje.
- ✓ Conectividad absoluta entre usuarios en la realización de actividades formativas.
- ✓ Acceso prácticamente ilimitado a los recursos y a las fuentes de información.
- ✓ Flexibilidad del modo, el lugar y el momento de acceso y convivencia, cada vez más natural, entre los flujos formales e informales de aprendizaje.

Se pasó de utilizar únicamente las plataformas LMS (*Learning Management Systems*) a emplear los recursos propios de la Web 2.0, apareciendo así los denominados Entornos Virtuales de Aprendizaje (O'Reilly, 2007). También surgieron los Entornos Personales de Aprendizaje, PLE (*Personal Learning Environment*), mejorando las limitaciones de las plataformas LMS (Casquero, 2013).

Evolución de la enseñanza en línea

Existen diferentes criterios para determinar la evolución de la enseñanza en línea. La mayoría de los autores clasifican los diferentes modelos de enseñanza en línea en generaciones (Downes, 2012; Garrison y Anderson, 2003; Gros et al., 2009, Seoane y García-Peñalvo, 2007).

Otros autores consideran otros criterios para analizar los diferentes modelos de enseñanza en línea. Entre ellos destacamos a Conole (2013), que los clasifica considerando su evolución a lo largo de una línea temporal; a Anderson (2008), que lo hace considerando otras variables como la centralidad y, finalmente, a Anderson y Dron (2011), que se centran en el modelo pedagógico que sustenta cada una de las modalidades de enseñanza en línea.

En este artículo, consideraremos la clasificación en tres generaciones propuesta por García-Peñalvo y Seoane (2015). Los autores realizan una revisión profunda del término, de su evolución histórica y de las diferentes acepciones consideradas por los autores más relevantes en la temática.

En la Tabla 1, caracterizamos las mencionadas generaciones:

Primera generación (1995)	Segunda generación (2000)	Tercera generación (2005)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Basada en las plataformas de formación en línea o LMS (<i>Learning Management Systems</i>) que surgen como evolución de los Entornos Virtuales de Aprendizaje (García-Peñalvo y García-Carrasco, 2002). ➤ Las plataformas LMS estaban más centradas en los contenidos digitales que en la interacción humana, considerando más importante el entorno tecnológico que el pedagógico (García-Peñalvo y García-Carrasco, 2002). ➤ Se basan en el desarrollo previo de materiales multimedia educativos (García-Peñalvo y García-Carrasco, 2005) y de software educativo (García-Peñalvo, 2002) como los tutores inteligentes (Corbett, Koedinger y Anderson, 1997; Sleeman y Brown, 1982) y los hipermedias adaptativos (Berlanga, García-Peñalvo y Carabias, 2006; Brusilovsky, 2000, 2001). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Surge con la evolución de las plataformas LMS para ofrecer características de la Web 2.0: movilidad, socialización, interoperabilidad de datos etc. ➤ Son propias de esta generación los sistemas móviles y las soluciones 3D (Conde et al., 2014). ➤ Está influenciada por el movimiento del Conocimiento en Abierto (García-Peñalvo et al., 2010a, 2010b). ➤ Pone énfasis en el factor humano, estando centrada en la interacción entre pares y en la comunicación entre docente y discentes. Su gran aliado tecnológico es la Web 2.0, potenciando la socialización del aprendizaje. Por tal motivo, esta nueva generación de e-learning se conoce también como eLearning 2.0 (Downes, 2005). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Las plataformas LMS dejan de ser el único elemento y se complementan con la Web 2.0 y las redes sociales como medio de interacción y comunicación. Se considera un “ecosistema tecnológico de aprendizaje” (García-Holgado y García-Peñalvo, 2013, 2014a, 2014b). ➤ El e-learning se convierte en un elemento transversal y universal al servicio tanto de la educación formal como de la informal (García Peñalvo, Colomo Palacios y Lytras, 2012).

Tabla 1. Generaciones de e-learning

Fuente: Elaboración propia a partir de García-Peñalvo y Seoane (2015).

Por otro lado, en la Tabla 2 presentamos algunas de las definiciones propuestas por diferentes autores, situándolas en las tres generaciones anteriores:

Primera generación (1995)	Segunda generación (2000)	Tercera generación (2005)
<p><i>“Enseñanza a distancia caracterizada por una separación física entre profesorado y alumnado [...], entre los que predomina una comunicación de doble vía asíncrona donde se usa preferentemente Internet como medio de comunicación y de distribución del contenido [...]”</i></p> <p>(Ruipérez, 2003)</p>	<p><i>“Formación desplegada en un dispositivo digital como un ordenador o un dispositivo móvil con el que se intenta dar soporte al aprendizaje.”</i></p> <p>(Clark y Mayer, 2011)</p>	<p><i>“Ecosistema tecnológico donde una comunidad, con métodos educativos, reglamentos, aplicaciones y equipos de trabajo pueden coexistir de manera que sus procesos estén interrelacionados y su aplicación se basa en los factores físicos del entorno tecnológico.”</i></p> <p>(Llorens et al., 2008)</p>
<p><i>“Capacitación no presencial que, a través de plataformas tecnológicas, posibilita y flexibiliza el acceso y el tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, [...] mediante el uso de herramientas de comunicación síncrona y asíncrona, potenciando en suma el proceso de gestión basado en competencias.”</i></p> <p>(García-Peñalvo, 2005)</p>	<p><i>“Proceso de enseñanza-aprendizaje [...] caracterizado por el uso de las tecnologías basadas en web, la secuenciación de contenidos y actividades estructurados según estrategias preestablecidas a la vez que flexibles, la interacción con la red de estudiantes y tutores y unos mecanismos adecuados de evaluación [...]”</i></p> <p>(García-Peñalvo, 2008)</p>	<p><i>“Proceso formativo de naturaleza intencional o no intencional, orientado a la adquisición de una serie de competencias y destrezas en un contexto social, que se desarrolla en un ecosistema tecnológico en el que interactúan diferentes perfiles de usuarios [...] y que, en situaciones de aprendizaje formal, debe ser tutelado por actores docentes [...]”</i></p> <p>(Seoane-Pardo, 2014)</p>

Tabla 2. Definiciones de e-learning en cada generación.

Fuente: Elaboración propia a partir de García-Peñalvo y Seoane (2015).

Aprendizaje combinado (b-learning)

La mayoría de los autores definen el aprendizaje combinado (también conocido como aprendizaje mixto, aprendizaje híbrido, *blended learning* o *b-learning*) como aquel que combina la metodología presencial con la metodología de enseñanza en línea.

Graham (2006) considera el *b-learning* como aquellos “*sistemas de aprendizaje que combinan la enseñanza presencial con la enseñanza mediada por ordenador*”. Por su parte, Garrison y Kanuta (2004) definen el *b-learning* como la “*integración reflexiva del aprendizaje presencial en el aula con experiencias de aprendizaje en línea*”.

Para Hall y Davison (2007), los entornos de aprendizaje híbridos son aquellos que combinan “*la enseñanza presencial con el acceso a las herramientas del aprendizaje en línea*.” Finalmente, Allen y Seaman (2010) consideran el *b-learning* como una metodología que combina la enseñanza presencial con la enseñanza en línea.

Sin embargo, otros autores consideran el *blended learning* un concepto mucho más amplio, que va más allá de considerarlo como una mera combinación de la metodología de enseñanza en línea con elementos de la enseñanza presencial.

Ese es el caso de Driscoll (2002), que considera que el aprendizaje híbrido es mucho más que la combinación de metodologías de la enseñanza presencial y de la enseñanza en línea, contemplando otro tipo de combinaciones. Por ejemplo:

- ✓ Combinación de diferentes tecnologías, como el aula virtual en directo, el aprendizaje colaborativo, el streaming de video, el audio y texto, etc.
- ✓ Combinación de diferentes enfoques pedagógicos: constructivismo, conductismo, cognitivismo, etc.
- ✓ Combinación de diferentes tecnologías en la instrucción (video, CD-ROM, película, internet) con la formación presencial dirigida por un profesor.
- ✓ Combinación de la tecnología didáctica con actividades laborales reales.

En la misma línea, Friesen (2012) considera que el aprendizaje combinado incluye todas las posibilidades que surgen al combinar internet y los medios de comunicación (tradicionales o digitales) con las diferentes modalidades de enseñanza presencial y teorías del aprendizaje.

Modelos de aprendizaje combinado

Los modelos de aprendizaje combinado se presentan centrándose más en sus características físicas que en las pedagógicas o psicológicas (Graham et al., 2014).

1. **Comunidad de investigación:** Integra experiencias de aprendizaje presencial en el aula con experiencias de aprendizaje en línea. Es un modelo ideal para la educación superior (Graham et al., 2014).
2. **Modelo de Watson (2008):** Considera el aprendizaje combinado como un continuo entre la enseñanza completamente en línea y la enseñanza virtual.
3. **Modelos de Staker y Horn (2012):** Los autores contemplan cuatro modelos diferentes:

- ✓ Modelo de rotación: los estudiantes hacen rotaciones entre diferentes modalidades de aprendizaje (modalidad presencial, proyectos en grupo, tutoría individual y aprendizaje en línea).
- ✓ Modelo flexible: el contenido está disponible en línea y los estudiantes tienen apoyo presencial, con un horario personalizado individualmente.
- ✓ Modelo auto combinado: los estudiantes complementan la formación presencial con la realización de uno o diversos cursos en línea.
- ✓ Modelo virtual enriquecido: los alumnos interaccionan en un campus virtual y aprenden remotamente en línea.

LA CLASE SÍNCRONA EN LÍNEA: *¿Una nueva modalidad de enseñanza surgida durante la pandemia?*

Durante el confinamiento por COVID-19 profesores y estudiantes presenciales tuvieron que adaptarse de forma improvisada a la metodología de enseñanza en línea. Como consecuencia, y sin ser del todo conscientes de la importancia de lo que estaban haciendo, crearon una nueva modalidad de enseñanza no presencial, que no encaja en ninguno de los tres modelos descritos anteriormente.

Hodges et al. (2020) proponen el término “*enseñanza remota de emergencia (ERT)*” para distinguir entre la enseñanza en línea de calidad y la que se estuvo impartiendo de forma improvisada durante el confinamiento. Los autores recalcan que la enseñanza en línea efectiva requiere de un diseño cuidadoso, que supone entre seis y nueve meses de preparación y que no es comparable a la enseñanza de emergencia que se realizó durante el confinamiento.

También la especialista académica de la UNESCO-IESSALC, Débora Ramos Torres, propone la acepción “*enseñanza remota de emergencia (ERT) o enseñanza en línea de emergencia*” para distinguir la enseñanza en línea de calidad de la enseñanza en línea improvisada que se estuvo impartiendo al inicio de la pandemia. Comenta que la directora UC online de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Luz Montero, propone el término “*coronateaching*” para referirse a la enseñanza en línea de emergencia que fue impartida durante el confinamiento. Para Montero el “*coronateaching*” es el proceso de transformar a modalidad virtual las clases presenciales sin realizar modificaciones curriculares o metodológicas (Ramos, 2020).

Los autores mencionados coinciden en destacar que este tipo de migración improvisada de la enseñanza presencial a la enseñanza en línea derivó en mermar su calidad y que este hecho afectó negativamente a los profesores, que se vieron obligados a implementarla, sufriendo situaciones de estrés y angustia (Hodges, 2020; Ramos, 2020; Montero, 2020).

En este trabajo iremos un poco más allá, considerando uno de los casos más típicos de enseñanza remota de emergencia que adoptaron los profesores durante el confinamiento: **las clases síncronas en línea mediadas por plataformas de videoconferencia**. Los profesores de matemáticas utilizaron

plataformas de videoconferencia como *Zoom*, *Google Meet*, *Microsoft Teams* o *Skype* para impartir clases en directo (síncronas), tratando de replicar la metodología presencial en el aula virtual.

A continuación, presentamos algunas investigaciones realizadas durante el inicio de la pandemia, que analizaron su impacto en la enseñanza de las matemáticas en diferentes países del mundo.

Concretamente, mostraremos de forma somera estudios que contemplan **la enseñanza síncrona de las matemáticas mediada por videoconferencia** como muestra de que este tipo de practica educativa la adoptaron profesores de matemáticas (y probablemente de otras materias) en diferentes países del mundo:

Algunas investigaciones sobre la ERT de las matemáticas durante el confinamiento

- 1) **Italia:** Cassibba et al. (2021), usando una metodología de investigación mixta (cuantitativa y cualitativa), estudiaron cómo los profesores de matemáticas de las universidades públicas sicilianas afrontaron el reto de enseñar matemáticas en línea durante el periodo de confinamiento por COVID-19.

Concretamente, analizaron cómo afrontaron la enseñanza remota de emergencia 27 profesores de las universidades sicilianas. Destacan que los profesores tuvieron que aprender a utilizar, por la vía de urgencia, plataformas de *e-learning* (*Microsoft Teams*, *Moodle*, *Stadium*, etc.) y dispositivos con pantalla táctil y software matemático. Además, recalcan que los profesores aprendieron a usar estos recursos tecnológicos para replicar sus acciones en el aula presencial en las clases en línea, manteniendo así “*su estatus de profesor de pizarra*”.

- 2) **Indonesia:** Amelia et al. (2020), realizaron una investigación cualitativa descriptiva para determinar dos aspectos clave:

- Determinar la metodología adoptada por los profesores de matemáticas durante el confinamiento para enseñar en línea.
- Valorar la resiliencia matemática de los estudiantes y su respuesta a la enseñanza en línea.

Para realizar su investigación los autores utilizaron una muestra de cuatro profesores y de seis estudiantes de educación secundaria. En este caso los docentes realizaban clases síncronas de matemáticas usando la plataforma de videoconferencia *Zoom*. El material didáctico y las tareas se colgaban en la plataforma *Google Classroom*. En cuanto a la comunicación con los estudiantes, se crearon grupos en plataformas de mensajería instantánea (*WhatsApp* o *Telegram*), que también se usaron para resolver dudas individuales de forma privada.

- 3) **Zambia:** Mulenga y Marbán (2020), analizaron cómo aprendieron en línea durante el confinamiento los profesores de matemáticas en formación. Su

estudio se realizó usando un análisis de conglomerados de las actividades que realizaron 102 profesores de matemáticas en formación durante el confinamiento. El proceso de enseñanza-aprendizaje usando plataformas de videoconferencia (*Skype, Life size, etc.*) incluyó actividades como las clases síncronas en línea, los debates con el profesor y las videoconferencias para compartir información entre iguales y para resolver dudas sobre el curso.

- 4) **Australia:** Russo et al. (2021), analizaron las actitudes hacia la enseñanza en línea de las matemáticas durante el confinamiento. Para ello realizaron una investigación de enfoque mixto con una muestra de 82 profesores de primaria. Los docentes comentaron que la enseñanza síncrona de las matemáticas durante el confinamiento fue posible gracias a las plataformas de videoconferencia (*Zoom, Weber, etc.*).

Los autores concluyeron que un entorno de aprendizaje síncrono y la posibilidad de trabajar de forma colaborativa son fundamentales para que los alumnos aprendan a resolver problemas matemáticos a distancia.

Principales dificultades surgidas durante la enseñanza síncrona en línea de las matemáticas durante el confinamiento

Entre las múltiples dificultades surgidas al impartir clases de matemáticas síncronas por videoconferencia durante el confinamiento, los autores consultados destacan las siguientes.

1. **Dificultad para escribir lenguaje matemático en dispositivos electrónicos:** Fue una de las principales dificultades reportadas en las investigaciones sobre la temática. Los profesores de matemáticas tuvieron que aprender a utilizar dispositivos con pantalla táctil para poder continuar explicando matemáticas, escribiendo a mano la simbología matemática como lo hacían en la pizarra del aula presencial (Cassibba et al., 2021).

Asimismo, los estudiantes de matemáticas debieron enfrentarse a esta problemática, destacando su dificultad para escribir simbología matemática usando una computadora, lo cual afectó negativamente su participación en la clase de matemáticas (Almarashdi y Jarrah, 2021).

2. **Sensación de soledad y aislamiento:** Pasar del aula presencial al aula virtual tuvo una consecuencia educativa importante, se perdió el contexto natural de socialización de profesores y estudiantes, provocando sensación de soledad y aislamiento en unos y en otros. Este fue uno de los problemas que más preocupó a los expertos cuando el proceso de enseñanza-aprendizaje estaba mediado únicamente por la tecnología (Bakker, Cai y Zenger, 2021).

3. **Imposibilidad de analizar el lenguaje no verbal:** La enseñanza en línea priva al profesor de matemáticas de su zona de confort para explicar: “la

pizarra y el aula presencial" (Cassibba et al., 2021). Tampoco permite al docente mantener contacto visual con los estudiantes y analizar su lenguaje no verbal. Este hecho dificulta que el profesor pueda valorar si los estudiantes están comprendiendo sus explicaciones, si están atentos, etc. Además, también representa que el profesor no pueda expresarse gestualmente, dando fuerza a su discurso, durante las interacciones con los estudiantes (Aldon et al., 2021).

4. **Dificultad para interaccionar con los estudiantes:** A causa de su abstracción, las matemáticas necesitan una intensa interacción entre profesores y alumnos, difícil de lograr con la enseñanza en línea (Amelia et al. 2021). Además, es complicado mantener la motivación de los estudiantes para aprender matemáticas interaccionando con ellos únicamente a través de la tecnología. Todo ello representó un desafío para profesores y estudiantes durante el confinamiento (Bakker et al., 2021).
5. **Brecha digital:** Durante el confinamiento, la mayoría de los estudiantes de las áreas rurales no tuvieron acceso a la enseñanza en línea por falta de recursos tecnológicos o por no disponer de una conexión adecuada a internet. En el mejor de los casos, tuvieron que continuar su formación con otro tipo de recursos como la radio o la televisión (Bakker et al., 2021).

Propuestas de los autores para solventar las dificultades:

1. **Dificultad para escribir lenguaje matemático en dispositivos electrónicos:** Los profesores y los alumnos, pueden aprender a utilizar dispositivos de pantalla táctil (tabletas, ordenadores portátiles, etc.) para escribir simbología matemática (Cassibba et al., 2021).
2. **Sensación de soledad y aislamiento:** Para evitar la sensación de soledad y aislamiento del alumnado, los expertos sugieren mantener el contacto con los estudiantes. Todo ello contribuirá a mejorar su nivel motivación, a fomentar su participación ya incrementar su sentido de pertenencia a la comunidad virtual (Bakker et al., 2021).
3. **Imposibilidad de analizar el lenguaje no verbal:** Una de las sugerencias para paliar la ausencia de interpretación del lenguaje no verbal está relacionada con el uso de la Webcam durante las sesiones síncronas de clase. Consiste en activarla durante las clases en línea para poder establecer contacto visual con los estudiantes y crear en el aula virtual un ambiente similar al del aula presencial (Cassibba et al., 2021).
4. **Dificultad para interaccionar con los estudiantes:** Los autores sugieren diseñar materiales comprensibles para los estudiantes, brindándoles ayuda para el aprendizaje en línea, fomentando así su motivación (Amelia et al, 2020). Por su parte, Bakker et al. (2021) proponen repensar en la interacción social entre docentes y discentes, implicarlos y motivarlos a participar en las plataformas virtuales.

5. **Brecha digital:** Los teléfonos inteligentes (smartphones) y las aplicaciones de mensajería instantánea como WhatsApp o WeChat se utilizaron en las áreas rurales. También se pueden usar la radio, los podcasts y la televisión como recurso educativo (Bakker et al., 2021).

LA ENSEÑANZA EN LINEA DE LAS MATEMÁTICAS EN LA ESCUELA ANDORRANA DE BACHILLERATO DURANTE EL CONFINAMIENTO

Dedicamos este apartado a presentar brevemente la investigación que estamos realizando en la Escuela Andorrana de Bachillerato y que culminará en una tesis doctoral titulada *“Impacto de la crisis del COVID-19 en la enseñanza de las matemáticas en Bachillerato en Andorra”*.

Objetivos

Objetivos Generales:

OG1. Estudiar las repercusiones de la pandemia producida por el COVID-19 en la enseñanza de las matemáticas de bachillerato de la Escuela Andorrana.

OG2. Estudiar y analizar los principales cambios metodológicos de los profesores y estudiantes de matemáticas del bachillerato general y del bachillerato internacional de la Escuela Andorrana de Bachillerato durante la pandemia COVID-19.

Objetivos específicos:

OE1. Conocer las principales investigaciones sobre el impacto del COVID 19, en el ámbito de la educación matemática, que se están realizando en otros países.

OE2. Determinar el nivel de competencia digital de los profesores y de los estudiantes de matemáticas de la Escuela Andorrana de Bachillerato, antes y durante la pandemia.

OE3. Conocer la metodología didáctica y los procesos de enseñanza y aprendizaje de los profesores de matemáticas de la Escuela Andorrana de Bachillerato antes de la pandemia.

OE4. Analizar la evolución en la metodología didáctica en la enseñanza de las matemáticas en la Escuela Andorrana de Bachillerato durante la pandemia.

OE5. Describir y analizar el proceso de adaptación de los estudiantes a la enseñanza en línea de las matemáticas.

Metodología de investigación

Dado que nuestro estudio se enmarca en el ámbito de las ciencias sociales, concretamente, pertenece al campo de la Didáctica de la Matemática, hemos optado por una metodología de investigación mixta, que combina la metodología positivista (método cuantitativo) con la metodología naturalista (método cualitativo) para obtener una visión holística de la realidad. En el ámbito educativo, en que las investigaciones suelen centrarse en los procesos de enseñanza-aprendizaje, en las actuaciones de docentes y discentes y en las dinámicas establecidas entre unos y otros, realizar un estudio estrictamente cuantitativo nos haría perder información de gran valor.

Analizar la realidad desde dentro, usando metodologías de investigación cualitativas (entrevistas en profundidad, observación no participante, etc.) nos permitirá completar los datos obtenidos usando técnicas de investigación cuantitativas (cuestionarios y encuestas de respuesta cerrada) e interpretar de forma holística la realidad.

Metodología	Finalidad	Instrumentos
Cuantitativa Descriptiva	-Describir el perfil sociodemográfico de los profesores y estudiantes participantes. -Determinar el nivel de competencia digital de profesores y alumnos antes y durante la pandemia.	Cuestionario digital (Google Forms)
	-Conocer el proceso de adaptación de profesores y alumnos a la nueva metodología de enseñanza en línea durante la pandemia.	Cuestionario digital (Google Forms)
Cualitativa Descriptiva	-Determinar la percepción de profesores y estudiantes sobre los cambios metodológicos en su actividad docente/discente durante la pandemia.	Entrevista en profundidad
Cualitativa Estudio de Casos	-Analizar el proceso seguido por profesores y estudiantes en la implementación del modelo híbrido de enseñanza (presencial y en línea) de las matemáticas.	Observación no participante

Tabla 3. Metodología de investigación

Fuente: Elaboración propia

Actualmente tenemos resultados del primer cuestionario, dirigido a los profesores y estamos trabajando en el diseño y validación del segundo cuestionario, dirigido a profesores y alumnos, para determinar su proceso de adaptación a la enseñanza en línea de las matemáticas durante el confinamiento.

Una vez tengamos las respuestas a este cuestionario, usaremos los resultados más relevantes como hilo conductor para diseñar el guion de la entrevista en profundidad dirigida a los profesores (y a una muestra intencional de alumnos) para ampliar sus respuestas más significativas y obtener una visión más detallada de su experiencia durante el confinamiento.

Durante la prueba piloto del cuestionario, realizamos la entrevista a una de las profesoras del centro. Comentamos sus respuestas a la versión preliminar del segundo cuestionario y transcribimos parte de la entrevista realizada.

Metodología didáctica durante el confinamiento

La profesora indicaba en las respuestas al cuestionario que, en su caso personal, para impartir las clases en línea durante el confinamiento combinó diferentes metodologías didácticas como la clase magistral, la resolución de problemas y ejercicios, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje por proyectos, destacando en especial el aprendizaje cooperativo y la clase inversa.

En cuanto a las actividades propuestas al alumnado durante el confinamiento, en las respuestas al cuestionario destacó: la resolución de ejercicios y problemas, los trabajos teóricos, los trabajos de investigación y la realización de presentaciones. En su caso, todas las actividades planteadas eran de realización obligatoria para los estudiantes.

Comunicación en las clases en línea de matemáticas

La profesora indicó en el cuestionario que, en su caso personal, los principales recursos utilizados para interaccionar con los estudiantes durante el confinamiento fueron: la videoconferencia, los grupos de WhatsApp y el correo electrónico.

En la entrevista nos amplió algunos puntos relacionados con la metodología usada para impartir las clases de matemáticas síncronas en línea:

E: “¿Cómo se aseguraba que los estudiantes estuvieran realmente conectados durante la sesión?”

Y: “Los alumnos tenían la webcam conectada durante toda la sesión y como las actividades prestaban a la interacción, se mantenía un diálogo mediante el micrófono y el chat”.

E: “En caso de haber permitido la intervención de los alumnos mediante el micrófono, ¿cómo gestionaba su utilización para evitar problemas?”

Y: “Los alumnos debían solicitar el turno de palabra cuando ellos querían intervenir. Y cuando yo realizaba las preguntas ellos debían contestar siempre respetando el turno establecido”.

También le preguntamos cómo consiguió que los estudiantes trabajaran en equipo durante el confinamiento. Nos explicó que durante las clases en línea proponía grupos de trabajo a los que creaba un aula virtual en Google Classroom, para que pudieran trabajar en equipo. Una vez realizadas las tareas en grupo, se conectaban todos de nuevo en la sesión grupal de Google Classroom para debatir y poner en común los resultados obtenidos en cada grupo de trabajo.

PROPUESTA DIDÁCTICA PARA IMPARTIR CLASES DE MATEMÁTICAS SÍNCRONAS EN LÍNEA

La propuesta aquí presentada surge de forma natural a partir de los primeros análisis realizados en nuestra investigación, de nuestra propia experiencia como profesoras de matemáticas que adaptaron su labor docente en línea durante el confinamiento (Medina-Albós, 2020) y de las ideas que surgieron en la ponencia que presentamos el verano pasado en las *Jornadas de Enseñanza y Aprendizaje de las matemáticas (JAEM 22): La comunicación en la enseñanza en Línea de las Matemáticas durante el confinamiento por COVID-19* y el correspondiente artículo, aceptado y pendiente de publicación en las Actas del Congreso (Medina-Albós, Rosich y Colom, 2022).

Pretende ser una guía de actuación para el profesorado de matemáticas que desea impartir en línea sus clases de forma síncrona, incidiendo en las dificultades previsibles, reportadas por las investigaciones realizadas durante el confinamiento y a medida que avanzaba la pandemia.

Recursos digitales y materiales didácticos sugeridos

En este apartado, presentamos los recursos digitales, así como los materiales didácticos que sugerimos utilizar en las clases síncronas en línea de matemáticas, usando plataformas de videoconferencia.

Hardware	Software	Materiales didácticos	Materiales multimedia
-Dos pantallas: <ul style="list-style-type: none"> • Dos ordenadores • Un ordenador y dos pantallas • Un ordenador y una tableta. -Webcam. -Auriculares con micrófono integrado y cancelación de ruido.	-Plataforma LMS: <i>Moodle, Google Classroom, etc.</i> -Plataforma de videoconferencia: <i>Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, Skype, etc.</i> -Pizarra digital: <i>Microsoft Whiteboard</i> o similar. -Aplicación de	-Guía de estudio. -Formulario. -Unidad didáctica adaptada a la enseñanza en línea. -Actividades: ejercicios, problemas, etc.	-Presentaciones: <i>PowerPoint, Prezzi...</i> -Grabaciones de audio (dispositivo móvil o PC) -Videos educativos. -Applets <i>GeoGebra</i> .

-Lápiz táctil (en caso de usar dispositivos táctiles). -Smartphone.	mensajería instantánea instalada en el smartphone y en la computadora: <i>WhatsApp, Telegram o similar.</i>		
--	--	--	--

Tabla 4. Recursos sugeridos para la enseñanza síncrona de las matemáticas mediada por plataformas de videoconferencia.

Fuente: elaboración propia.

A continuación, pasamos a comentar más detalladamente los recursos presentados en la tabla anterior.

Hardware

Aunque parezca una sugerencia obvia, es necesario contar con recursos tecnológicos adecuados para impartir clases de matemáticas en línea, como los que mencionamos en la tabla anterior, así como una buena conexión a internet.

Sugerimos el uso de dos pantallas (o de las diferentes variantes propuestas en la tabla) para impartir clases síncronas por videoconferencia para solventar la problemática de no poder analizar el lenguaje no verbal de nuestros alumnos.

En efecto, uno de los principales problemas al impartir clases por videoconferencia es que en el momento en que compartimos la pantalla con nuestra audiencia virtual dejamos de visualizar a nuestros oyentes. Este hecho, además de impedirnos analizar sus expresiones faciales y determinar su nivel de atención y comprensión, provoca en nosotros la sensación de “estar hablando solos” en una habitación vacía.

Usar dos pantallas puede solucionar, en parte, este problema. En una de las pantallas, la principal, compartiremos nuestra presentación o nuestra pizarra virtual. En la pantalla secundaria podremos visualizar a los estudiantes que siguen nuestra explicación, jugando con las diferentes opciones que tienen las plataformas de videoconferencia para visualizar a los usuarios conectados.

Una idea consiste en seleccionar la opción Mosaico que nos permite visualizar simultáneamente a 10-15 usuarios. Así podremos analizar su lenguaje no verbal y podremos actuar en consonancia a lo que vayamos interpretando, igual que lo haríamos de forma natural en el aula presencial.

Para poder aplicar esta sugerencia queda claro que debemos obligar a todos los participantes a tener conectada la Webcam a lo largo de la sesión (Cassiba et al., 2021) y a la vez, surge la necesidad de silenciar o a hacer que silencien los micrófonos para evitar interferencias de audio con nuestras explicaciones.

Por otro lado, se sugiere el uso de auriculares con micrófono integrado. Invertir en este punto es básico, si queremos impartir una clase por videoconferencia

de calidad. Asimismo, se hace imperativo contar con una Webcam de calidad para evitar imágenes pixeladas. En caso de que nuestro ordenador portátil tenga una webcam de baja calidad, deberemos invertir en adquirir una webcam que podamos conectar a nuestro equipo.

Incluimos el teléfono inteligente (smartphone) en el apartado de hardware, porque podemos usarlo para compartir contenidos vía las plataformas de mensajería instantánea (WhatsApp, Telegram o similares) como sugieren Bakker et al. (2021). En efecto, podemos crear grupos de trabajo, además de la plataforma LMS, para colgar materiales y para interactuar en tiempo real, durante la sesión de videoconferencia con nuestros alumnos.

Además, recomendamos que tanto el profesor como los estudiantes estén conectados a la sesión de videoconferencia en su ordenador/tableta y que tengan a mano su smartphone para estar pendientes del grupo creado y de las posibles consultas que surjan. Los alumnos o el profesor pueden pasar fotografías de los ejercicios o de las dudas que tengan y compartirlas en el grupo y el profesor, usando la aplicación web de la correspondiente aplicación de mensajería instantánea, descargarlas y compartirlas en la plataforma de videoconferencia para explicar lo que estime oportuno.

También se puede usar el chat de las diferentes plataformas de videoconferencia para interactuar con el grupo virtual. Los alumnos pueden plantear sus dudas al profesor en el chat, mientras este imparte la clase síncrona en línea. Al acabar la sesión, el profesor puede consultar el chat y responder a las dudas y consultas planteadas por los alumnos. Además, usar el chat o el grupo de WhatsApp permite al profesor y a los estudiantes interactuar en tiempo real, aumentando su sensación de pertenencia al aula y disminuyendo la sensación de soledad, siguiendo las recomendaciones de Bakker et al. (2021).

Software

El software básico necesario para impartir clases síncronas en línea por videoconferencia consiste en el uso combinado de una plataforma LMS (*Moodle, Google Classroom, Sakai LMS, etc.*) y una aplicación de videoconferencia (*Zoom, Google Meet, Skype, Microsoft Teams, etc.*), como hemos visto en los diferentes estudios comentados anteriormente (Cassibba et al., 2021; Amelia et al., 2020; Mulenga & Marbán, 2020; Russo et al., 2021).

La plataforma LMS nos permitirá diseñar nuestro curso virtual y compartir de forma sencilla los contenidos del curso: materiales escritos, enlaces a páginas web, videos educativos, etc. Además, las plataformas virtuales cuentan con recursos muy interesantes como los foros de discusión y el chat que podemos utilizar para interactuar con nuestros alumnos.

Es importante que el profesor se familiarice con la plataforma escogida y que aprenda a utilizar cada uno de los recursos que integra, para diseñar un curso

virtual y rico en contenidos para los alumnos. También es importante que el profesor dedique tiempo a formar a sus alumnos en el uso de la plataforma elegida (si no han sido formados previamente).

Por otro lado, para solventar la problemática de escribir simbología matemática en dispositivos electrónicos (Cassiba et al., 2021; Almarashdi y Jarrah, 2021), podemos usar ordenadores con pantalla táctil o tabletas específicas para dibujar y escribir texto (por ejemplo, la tableta Wacom, usada por diseñadores gráficos).

También existen otras opciones para escribir simbología matemática usando cualquier tipo de ordenador, sin necesidad de contar con una pantalla táctil o sin necesidad de conectarle tabletas Wacom o similares.

Podemos instalar en nuestro ordenador la aplicación gratuita de pizarra virtual, *Microsoft Whiteboard*, que puede usarse con el ratón y que con un poco de práctica nos permite escribir lenguaje matemático y dibujar como en una pizarra tradicional (Medina-Albós, 2020).

Materiales didácticos

El profesor debe adaptar los materiales que empleaba en sus clases presenciales a la enseñanza en línea, tal y como sugieren Amelia et al. (2020). Debe ampliarlos, ofreciendo explicaciones complementarias e indicaciones para los alumnos que tratan de estudiarlos, por su cuenta, desde la soledad de su hoja.

Son varios los estudios que se han llevado a cabo del valor del material didáctico con alumnado de educación secundaria y como este debe ser transformado para ser utilizado en medios digitales (Mora, 2012).

Sugerimos al docente interesado en este punto consultar los siguientes enlaces, publicados al inicio de la pandemia por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) y la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) para ayudar a los profesores presenciales a adaptarse a la metodología de enseñanza en línea, sobre todo en enseñanza universitaria:

https://www.uned.es/universidad/inicio/uned_uoc_solidaria.html

www.uoc.edu/portal/es/coronavirus/docencia-emergencia/index.html

Materiales multimedia

El diseño de materiales multimedia para impartir nuestras clases virtuales puede hacer más atractivas nuestras explicaciones. Las presentaciones de PowerPoint son un clásico, aunque cabe mencionar que durante la pandemia Microsoft mejoró la aplicación permitiendo grabar videos de la presentación y exportarlos en formato MP4.

Por otro lado, podemos diseñar laboratorios matemáticos virtuales usando el software GeoGebra y exportarlos como Applets interactivos. También permite diseñar exámenes, apuntes y libros interactivos. Los profesores interesados en generar este tipo de recurso pueden hallar diferentes tutoriales sobre cómo hacerlo y una gran variedad de materiales diseñados por otros profesores en:

<https://www.geogebra.org/>

Metodología didáctica propuesta para impartir clases síncronas en línea

El profesor puede compartir previamente los materiales que va a usar en la clase síncrona (materiales escritos, presentación, etc.) así como ofrecer en el foro materiales para ayudar al estudio independiente de los alumnos: guía de estudio del tema, resúmenes, formularios, lista de preguntas frecuentes, etc.

Al inicio de la sesión, se pueden aprovechar los primeros minutos para saludar a la audiencia y para permitirles intervenir, activando el micrófono, creando la sensación de pertenecer a una comunidad educativa.

A continuación, se silenciarán los micrófonos de los estudiantes dejando claro cuándo los podrán activar para intervenir en la sesión: si los activaran ellos libremente o si seremos nosotros quienes los activemos cuando queramos hacerles participar.

También se recalcará la obligación de tener la webcam conectada durante toda la sesión de videoconferencia, tanto para analizar su lenguaje no verbal como para asegurarnos de que los estudiantes están realmente conectados.

Este punto es muy importante, sobre todo en el caso de alumnos adolescentes: que aparezca el nombre del alumno en línea sin que podamos ver su imagen en tiempo real no garantiza que realmente esté conectado. Podría estar haciendo cualquier otra cosa (chatear con su móvil, jugar a videojuegos, mirar la televisión, etc.). Incluso podría estar en otra habitación, dejando el ordenador conectado a la videoconferencia como si realmente estuviera allí. Una parte importante de la gestión del aula virtual es asegurarnos de que nuestros alumnos estén realmente conectados.

A continuación, procederemos a compartir la pantalla principal con los estudiantes. En caso de usar una presentación, software matemático o algún video educativo no tendremos mayor complicación que compartir con la audiencia nuestra pantalla para que puedan visualizar lo que queremos explicar.

En caso de querer explicar matemáticas escribiendo simbología matemática como haríamos en la pizarra tradicional, podemos usar la pizarra virtual *Microsoft Whiteboard* (o similar). Como ya hemos mencionado anteriormente, se puede usar tanto en dispositivos táctiles como en un ordenador sin pantalla táctil (usando el ratón). Cabe mencionar que podemos compartir la pizarra con los estudiantes de manera que ellos también pueden usarla para escribir (sería el equivalente de “sacar a la pizarra” al alumno a resolver ejercicios).

Suponiendo que contemos con dos pantallas, tal y como se ha sugerido, podremos explicar la lección o resolver ejercicios, visualizando a nuestros alumnos en la pantalla secundaria, adaptando la explicación a la retroalimentación que obtengamos observando sus rostros en la plataforma de videoconferencia.

Para evitar el aburrimiento y el cansancio que implica para los estudiantes seguir una lección totalmente virtual, deberemos alternar la clase magistral con la clase participativa. Es decir, alternaremos nuestras explicaciones teóricas de los conceptos matemáticos y la resolución de ejemplos y problemas con la participación de los alumnos. Para hacerlo podemos utilizar diversas estrategias didácticas:

- ✓ Preguntar de forma aleatoria a todos los alumnos, en cualquier momento de la explicación magistral, obligándoles así a estar atentos. Si saben que en cualquier momento el profesor les puede preguntar algo que acaba de explicar, estarán más atentos a la clase virtual.
- ✓ También podemos fomentar su participación usando metodologías didácticas como el debate, la resolución de ejercicios (individual o conjunta), el trabajo en equipo, etc.
- ✓ Podemos dedicar un tiempo de la sesión a la exposición magistral, para posteriormente plantear actividades para resolver de forma individual o en grupo que se realizaran “offline” en un tiempo estipulado. Estas actividades se corrigen y debaten entre todos de forma síncrona.

REFLEXIONES FINALES

La pandemia ha representado una gran oportunidad de cambio para la enseñanza, en general y para la enseñanza de las matemáticas, en particular. Tres años después del inicio de la pandemia, podemos decir que la enseñanza en línea se ha convertido en una metodología mayoritariamente aceptada por los profesores y los estudiantes presenciales. A nadie le extraña actualmente matricularse en cursos que son completamente en línea, hacer reuniones por videoconferencia o teletrabajar.

Queda saber si una vez superada la pandemia, se volverá de nuevo a la enseñanza presencial tradicional, si los docentes integrarán en su práctica educativa elementos de la enseñanza en línea o bien si adoptaran modelos híbridos de enseñanza.

Por todo lo mencionado, es necesario investigar sobre lo sucedido en el campo educativo durante la pandemia, para aprender qué se hizo y cómo se hizo, con intención de determinar en qué se puede mejorar.

Después de todo lo que hemos vivido a lo largo de estos años de pandemia, la formación del profesorado para la enseñanza en línea debería ser un punto para considerar. El profesor de matemáticas presencial clásico debería transformarse en una nueva figura, en una especie de profesor híbrido, capaz de impartir su materia tanto presencial como virtualmente, aprovechando todos los recursos tecnológicos disponibles.

La pandemia ha permitido un avance sin precedentes en la integración de la enseñanza en línea en los sistemas educativos presenciales. Pero aún queda mucho por investigar y por aprender de lo que hemos vivido en el campo educativo, porque quien sabe qué nuevos retos y desafíos nos depara el futuro.

AGRADECIMIENTOS

Adoración Medina Albós agradece la ayuda para investigador/a en formación de la Universitat d'Andorra, AD02 - UdA-2022/2026".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldon, G., Cusi, A., Schacht, F., & Swidan, O. (2021). Teaching mathematics in a context of lockdown: A study focused on teachers' praxeologies. *Education Sciences*, 11(38), 1-21. <https://doi.org/10.3390/educsci11020038>
- Allen, E., & Seaman Jeff. (2010). *Class Differences: Online Education in the United States, 2010* (The Sloan Consortium).
- Almarashdi, H., & Jarrah, A. M. (2021). Mathematics distance learning amid the COVID-19 pandemic in the UAE: High school students' perspectives. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 20(1), 292-307. <https://doi.org/10.26803/ijlter.20.1.16>
- Amelia, R., Kadarisma, G., Fitriani, N., & Ahmadi, Y. (2020). The effect of online mathematics learning on junior high school mathematic resilience during COVID-19 pandemic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1657(1), 012011. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1657/1/012011>
- Anderson, T. (2008). *The Theory and Practice of online learning* (Second edition). AU Press, Athabasca University.
- Anderson, T., & Drown J. (2011). View of Three generations of distance education pedagogy. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12(3), 80-97. <https://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/890/1826>

- Bakker, A., Cai, J., & Zenger, L. (2021). Future themes of mathematics education research: an international survey before and during the pandemic. *Educational Studies in Mathematics*, 107(1), 1-24.
<https://doi.org/10.1007/s10649-021-10049-w>
- Berlanga, A. J., García, F. J., & Carabias, J. (2006). Authoring adaptive learning designs using IMS LD. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 4018 LNCS, 31-40.
https://doi.org/10.1007/11768012_5/COVER
- Brusilovsky, P. (2000). Adaptive hypermedia: From intelligent tutoring systems to web-based education. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 1839, 1-7. https://doi.org/10.1007/3-540-45108-0_1/COVER
- Brusilovsky, P. (2001). Adaptive Hypermedia. En *Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 11, pp. 87-110).
- Casquero, Ó. (2013). PLE: Una perspectiva tecnológica. En Castañeda & J. Adell (Eds.), *Entornos personalizados de aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo en red* (In L., pp. 71-84). Marfil.
<https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/30411/1/capitulo4.pdf>
- Cassibba, R., Ferrarello, D., Mammana, M. F., Musso, P., Pennisi, M., & Taranto, E. (2021). Teaching mathematics at distance: A challenge for universities. *Education Sciences*, 11(1), 1-20.
<https://doi.org/10.3390/EDUCSCI11010001>
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2011). e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning: Third Edition. *e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning: Third Edition*.
<https://doi.org/10.1002/9781118255971>
- Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., Alier, M., Casany, M. J., & Piguillem, J. (2014). An evolving Learning Management System for new educational environments using 2.0 tools.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2012.745433>, 22(2), 188-204.
- Conole, G. (2013). Designing for learning in an open world. *Designing for Learning in an Open World*. Springer New York.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8517-0/COVER>
- Corbett, A. T., Koedinger, K. R., & Anderson, J. R. (1997). Intelligent Tutoring Systems. *Handbook of Human Computer Interaction* (pp. 849-874).

- Decret de l'11-3-2020 d'establiment de mesures excepcionals per la situació d'emergència sanitària causada pel nou coronavirus SARS-CoV-2. (2020). https://www.bopa.ad/bopa/032021/Pagines/GD20200312_11_51_13.aspx
- Decret del 13-3-2020 de modificació del Decret de l'11-3-2020 d'establiment de mesures excepcionals per la situació d'emergència sanitària causada pel nou coronavirus SARS-CoV-2. (2020, marzo). https://www.bopa.ad/bopa/032022/Pagines/GD20200313_18_13_16.aspx
- Downes, S. (2005). *E-Learning 2.0*. eLearn Magazine. <https://www.downes.ca/post/31741>
- Downes, S. (2012). *E-Learning Generations*. Halfanhour. <https://halfanhour.blogspot.com/2012/02/e-learning-generations.html>
- Driscoll, Marcy. (2002). Blended learning: Let's get beyond the hype. *e-Learning*, 1(4), 1-4.
- Friesen, N. (2012). Defining Blended Learning. *Learning spaces*. https://www.normfriesen.info/papers/Defining_Blended_Learning_NF.pdf
- García-Aretio, L. (1999). Historia de la educación a distancia. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 2(1), 8-27. <https://doi.org/10.5944/RIED.2.1.2084>
- García-Holgado, A., Francisco & García-Peñalvo, J. (2014). Patrón arquitectónico para la definición de ecosistemas. *Actas del XVI Simposio Internacional de Informática Educativa (SHE'14)*, 137-142.
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2014). Knowledge management ecosystem based on drupal platform for promoting the collaboration between public administrations. *ACM International Conference Proceeding Series*, 619-624. <https://doi.org/10.1145/2669711.2669964>
- García-Peñalvo, F. J. (2005). Estado actual de los sistemas e-learning. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 6(2). <https://doi.org/10.14201/EKS.18184>
- García-Peñalvo, F. J., & Carrasco, J. G. (2002). Los espacios virtuales educativos en el ámbito de internet: un refuerzo a la formación tradicional. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 3(1). <https://doi.org/10.14201/EKS.14169>
- García-Peñalvo, F. J., Colomo-Palacios, R., & Lytras, M. D. (2012). Informal learning in work environments: training with the Social Web in the workplace. *Behavior & Information Technology*, 31(8), 753-755. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2012.661548>

- García-Peñalvo, F. J., García de Figuerola Paniagua, L. C., & Merlo Vega, J. A. (2010a). Open knowledge. Challenges and facts. *Online Information Review*, 34(4), 520-539. <http://hdl.handle.net/10366/121866>
- García-Peñalvo, F. J., García de Figuerola Paniagua, L. C., & Merlo Vega, J. A. (2010b). Open Knowledge Management in Higher Education. *Online Information Review*, 34(4), 517-519. <http://hdl.handle.net/10366/121874>
- García-Peñalvo, F. J., & Seoane Pardo, A. M. (2015). Una revisión actualizada del concepto de e-Learning. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(1), 119-144. <https://doi.org/10.14201/eks2015161119144>
- Garrison, D. R., & Anderson, T. (2003). *E-Learning in the 21st Century* (Falmer, Ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203166093>
- Garrison, D. R., & Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *The Internet and Higher Education*, 7(2), 95-105. <https://doi.org/10.1016/J.IHEDUC.2004.02.001>
- Germán Ruipérez. (2003). *Educación Virtual y eLearning* (Fundación Auna, Ed.).
- Graham, C., Henrie, C., & Gibbons, A. (2014). Developing models and theory for blended learning research. *Blended Learning: Research Perspectives*, 2, 13-33.
- Graham, C. R. (2006). Blended learning systems: definition, current trends, and future directions. C. J. Bonk & C. R. Graham (Eds.), *The handbook of blended learning: Global perspectives local designs* (pp. 3-21).
- Gros, B., Lara, P., García, I., Mas, X., López, J., Maniega, D., & Martínez, T. (2009). *El modelo educativo de la UOC: Evolución y perspectivas*.
- Hall, H., & Davison, B. (2007). Social software as support in hybrid learning environments: The value of the blog as a tool for reflective learning and peer support. *Library & Information Science Research*, 29(2), 163-187. <https://doi.org/10.1016/J.LISR.2007.04.007>
- Hodges et al. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning.
- Llorens, F. (2009). La tecnología como motor de la innovación educativa. Estrategia y política institucional de la Universidad de Alicante. *Arbor*, 185(Extra), 21-32. <https://doi.org/10.3989/ARBOR.2009.EXTRAN1203>
- Medina-Albós, A. (2020). Enseñar matemáticas online. Un reto para profesores presenciales. En Aula Magna. MacGraw Hill (Ed.), Soluciones Educativas al COVID-19 (pp. 746-768).

Medina-Albós, A., Rosich, N., & Colom, Y. (en prensa). Actas de las Jornadas para el Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas (J.A.E.M). *La comunicación en la enseñanza en línea de las matemáticas durante el confinamiento por COVID-19*. Valencia: FESPM.

Mora, L. (2012). L'activitat matemàtica a l'aula virtual i presencial. Estudi compartí a 1r cicle d'ESO. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.

Mulenga, E. M., & Marbán, J. M. (2020). Prospective teachers' online learning mathematics activities in the age of COVID-19: A cluster analysis approach. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(9), 1-9. <https://doi.org/doi.org/10.29333/ejmste/8345>

O'Reilly, T. (2007). What is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. *Communication & Strategies*, 1, 17. <https://papers.ssrn.com/abstract=1008839>

Organización Mundial de la Salud (2020). *Nuevo coronavirus 2019*. <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019>

Ramos, D. (2020). Coronateaching¿ síndrome o nueva oportunidad para la reflexión? I/II. IESALC-UNESCO. <https://www.iesalc.unesco.org/2020/07/02/coronateaching-sindrome-o-nueva-oportunidad-para-la-reflexion-i-ii/#ref9>.

Russo, J., Bobis, J., Downton, A., Livy, S., & Sullivan, P. (2021). Primary teacher attitudes towards productive struggle in mathematics in remote learning versus classroom-based settings. *Education Sciences*, 11(2), 1-13. <https://doi.org/10.3390/educsci11020035>

Seoane Pardo, A. M. (2014). *Formalización de un modelo de formación online basado en el factor humano y la presencia docente mediante un lenguaje de patrón*.

Seoane-Pardo, A. M., & García-Peñalvo, F. J. (2007). Los orígenes del tutor: Fundamentos filosóficos y epistemológicos de la monitorización para su aplicación a contextos de e-learning. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 8(2), 9-30.

Staker, H., & Horn, M. B. (2012). *Classifying K–12 Blended Learning*.

UNESCO. (2020). COVID-19 Impact on Education. *UNESCO Institute for Statistics data*, 19.

Watson John. (2008). Blended Learning: The Convergence of Online and Face-to-Face Education. Promising Practices in Online Learning. *North American Council for Online Learning*.