

Valoración de la Ecología de Aprendizaje Autorregulado Virtualizada para la Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza durante la crisis COVID-19

Assessment of the virtualized self-regulated learning ecology for the Didactics of Natural Sciences during the COVID-19 crisis

在新冠疫情危机期间对自然科学教学法的虚拟化自我调节学习生态进行评估

Оценка виртуализированной экологии саморегулируемого обучения для дидактики естественных наук во время кризиса COVID-19

Miguel Ángel Queiruga Dios
Facultad de Educación
maqueiruga@ubu.es
<https://orcid.org/0000-0001-5444-123X>

José-Benito Vázquez Dorrío
Universidad de Vigo
bvazquez@uvigo.es
<https://orcid.org/0000-0002-4656-3840>

María Consuelo Sáiz-Manzanares
Universidad de Burgos
mcsmanzanares@ubu.es
<http://orcid.org/0000-0002-1736-2089>

Emilia López-Iñesta
Universitat de València
emilia.lopez@uv.es
<https://orcid.org/0000-0002-1325-2501>

María Diez Ojeda
Universidad de Burgos
mdojeda@ubu.es
<https://orcid.org/0000-0002-1075-3079>

Fechas · Dates

Recibido: 2021-01-21
Aceptado: 2021-06-06
Publicado: 2021-07-31

Cómo citar este trabajo · How to Cite this Paper

Queiruga, M. A., Vázquez, J. B., Sáiz-Manzanares, M. C., López-Iñesta, E., & Diez, M. (2021). Valoración de la Ecología de Aprendizaje Autorregulado Virtualizada para la Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza durante la crisis COVID-19. *Publicaciones*, 51(3), 375–397. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v51i3.18046>

Resumen

Los modelos de enseñanza-aprendizaje universitarios están siendo afectados por la crisis originada por la COVID-19. Para atender a esta crisis desencadenada se diseñó de urgencia una propuesta de ecología de aprendizaje autorregulado virtualizada durante el confinamiento de 2020 en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica I del Grado en Maestro de Educación Primaria. En este artículo se describe esta ecología de aprendizaje: los materiales elaborados, los contextos diseñados y la utilización de estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en el aprendizaje autorregulado, tanto durante la docencia virtual como durante la tutorización del alumnado. El objetivo de este estudio es analizar la ecología de aprendizaje autorregulado a través de la apreciación del alumnado con respecto a su motivación hacia la asignatura, su opinión sobre la calidad de los materiales y sobre la evaluación, la percepción del alumnado de la motivación del profesorado hacia la asignatura y respecto a la carga de trabajo de la asignatura, así como la satisfacción general de la labor docente. La información se recabó utilizando el Cuestionario de opinión del alumnado sobre la calidad de la docencia realizado por la Universidad de Burgos. Todos los ítems fueron bien valorados, por lo que la experiencia puede sentar las bases para la implementación de ecologías de aprendizaje que puedan extrapolarse a otras titulaciones universitarias y contextos diferentes al aquí implementado.

Palabras clave: aprendizaje autorregulado, ecología de aprendizaje, didáctica de la física, COVID-19, Maestro de Educación Primaria.

Abstract

University teaching-learning models are being affected by the crisis caused by COVID-19. To address this unleashed crisis, a virtualized self-regulated learning ecology proposal was urgently designed in the subject of Natural Sciences and its Didactics I, of the Degree in Primary Education Teacher, during the confinement of 2020. In this article it is described this learning ecology: the materials produced, the designed environments and the use of teaching-learning strategies based on self-regulated learning, both in virtual teaching and in student tutoring. The objective of this study is to analyze the ecology of self-regulated learning through the students' appreciation regarding their motivation towards the subject, their opinion on the quality of the materials and on the evaluation, the students' perception of the teacher's motivation towards the subject and with respect to the workload of the subject, as well as the general satisfaction of the teaching work. The information was collected using the Student Opinion Questionnaire on the quality of teaching carried out by the University of Burgos. All the items were well valued, so the experience can lay the foundations for the implementation of learning ecologies that can be extrapolated to other university degrees and contexts other than the one implemented here.

Keywords: self-regulated learning, learning ecology, physics didactics, COVID-19, Primary Education Teacher.

概要

大学教学模式正在遭受新冠疫情危机的影响。为了解决这一危机，在 2020 年的隔离期间，我们紧急设计了一项虚拟化的自我调节学习生态提案，其针对对象为小学师范本科学位关于自然科学教学法 1 的课程。本文描述了该学习生态：在进行虚拟教学和对学生辅导期间所制作的材料、设计的环境以及对基于自我调节学习的教学策略的使用。本研究的目的是通过学生对学习动机的评价、对教材质量和评估的看法以及学生对老师教学动机的看法和其在该科目上的工作量和总体满意度来分析自主学习的生态。这些信息是通过布

尔戈斯大学教学质量的学生意见问卷收集的。所有项目都得到了很好的评价,因此该经验可以为学习生态的实施奠定基础,并将其推行至其他大学学位和不同环境中。

关键词: 自我调节学习、学习生态学、物理教学、新冠疫情、小学教师

Аннотация

Университетские модели преподавания-обучения испытывают влияние кризиса, вызванного COVID-19. Для преодоления этого кризиса, предложение по виртуализированной саморегулируемой экологии обучения было срочно разработано во время заключения 2020 года по предмету «Естественные науки и их дидактика I степени в начальном образовании». В данной статье описывается эта экология обучения: разработанные материалы, созданные контексты и использование стратегий преподавания-обучения, основанных на саморегулируемом обучении, как во время виртуального обучения, так и во время репетиторства студентов. Цель данного исследования - проанализировать экологию саморегулируемого обучения через оценку студентами своей мотивации к предмету, их мнение о качестве материалов и об оценке, восприятие студентами мотивации преподавателей к предмету и в отношении нагрузки по предмету, а также общую удовлетворенность преподавательской работой. Информация была собрана с помощью Анкеты мнения студентов о качестве преподавания в Университете Бургоса. Все предметы получили хорошие оценки, поэтому данный опыт может заложить основы для внедрения экологий обучения, которые можно экстраполировать на другие университетские степени и контексты, отличные от реализованного здесь.

Ключевые слова: саморегулируемое обучение, экология обучения, дидактика физики, COVID-19, учитель начальной школы.

Introducción

La pandemia del COVID-19 ha provocado una transformación obligada y de urgencia de la enseñanza en nuestras universidades desde modelos típicamente con una fuerte base en la concepción transmisora de la información y en la presencialidad a escenarios en los que el aprendizaje se realiza con la mediación exclusiva de la tecnología. Una tecnología que habitualmente se orienta hacia los contenidos en lugar de hacia el alumnado, desaprovechándose su capacidad de interacción y retroalimentación (Cabe-ro-Almenara & Llorente-Cejudo, 2020). Esta situación resultó compleja tanto para el profesorado como para el alumnado. Este último, a pesar de ser “nativo digital”, hace sobre todo un uso de las herramientas TIC más relacionado con su ocio que con su aplicación hacia el aprendizaje (Lai & Hong, 2015; Vázquez-Cano et al., 2020), de ahí que no necesariamente pueda ser considerado competente digitalmente (Šorgo et al., 2016; Teo et al., 2019). Por lo tanto, a las dificultades específicas de cada asignatura se sumó la adquisición de las competencias digitales necesarias para el seguimiento de sus estudios y el limitado dominio del alumnado para autorregular su aprendizaje (Cabe-ro-Almenara & Llorente-Cejudo, 2020). Se trataba pues de una oportunidad para implementar algunas propuestas que ya habían sido implementadas en otros entornos no digitales de formación del profesorado (Vázquez-Dorrío, 2016; Vázquez-Dorrío & Vázquez-Dorrío, 2018). En este contexto resulta especialmente relevante la utilización y creación de espacios de aprendizaje virtuales en red adaptativos para dar respuesta a las diferentes necesidades de las y los usuarios. A través de estos el profesorado pue-

de enfocar sus intervenciones educativas para atender a la diversidad de alumnado y anticipar sus posibles dificultades conceptuales, metodológicas o tecnológicas. Estos espacios es lo que Siemens (2007) define como una ecología de aprendizaje. A pesar de ser este un concepto polisémico mayoritariamente se adopta el constructivismo social como teoría para respaldar la investigación en torno a la ecología de aprendizaje (Sangrá et al., 2019). Así, por ejemplo, Jackson (2013) sugiere que una ecología de aprendizaje es “el proceso o procesos creados en un contexto concreto para un propósito particular que brindan oportunidades, relaciones y recursos para el aprendizaje, el desarrollo y el logro” (p. 14).

En este artículo se describe la adaptación de urgencia de la asignatura Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica I, del Grado en Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Burgos, a la docencia durante el confinamiento debido a la crisis provocada por la COVID-19, definiendo un ecosistema de enseñanza-aprendizaje totalmente virtualizado creado para tal efecto. Aunque la ecología de aprendizaje que se presenta en este artículo se diseñó para atender a una situación concreta, puede ser la base de diseños futuros para la mejora de una docencia que en el futuro utilizará los entornos virtuales como una herramienta más. Se describen, así, los procesos de entrenamiento autorregulatorio del alumnado a partir de los materiales elaborados y de la tutorización llevada a cabo en distintas formas y momentos. Además, se analiza la opinión y valoración del alumnado con respecto a la asignatura (y las diferentes componentes de la ecología de aprendizaje) y sobre la adaptación de esta al cambio de presencial a no presencial. Las aportaciones principales de este estudio se refieren a la descripción y valoración por parte del alumnado de la ecología de aprendizaje autorregulado virtualizada puesta en práctica. Esta ecología de aprendizaje es adaptable a otras situaciones pudiéndose además utilizar como complemento y refuerzo en situaciones de presencialidad, de forma que mejorará, presumiblemente, el rendimiento académico del alumnado y el interés y la apreciación por las asignaturas. Es cada vez más habitual que la enseñanza en la educación superior se realice en contextos de aprendizaje que combinan los entornos de aprendizaje virtuales con la instrucción directa. Cuanto menos, esto permite al profesorado un seguimiento del alumnado, una intervención individualizada y una adaptación personalizada del currículum (Muñoz-Carril & González-Sanmamed, 2009). En estos contextos combinados en los que se promovió el aprendizaje autorregulado del alumnado, este presentó un aumento significativo en los procesos de autorregulación del aprendizaje y percibieron un mayor apoyo por parte del profesorado (Martínez-Sarmiento & González, 2019). Del mismo modo, en experiencias de aprendizaje autorregulado realizadas durante el confinamiento, el seguimiento del alumnado y la intervención personalizada dio lugar a bajas tasas de abandono y alta satisfacción del alumnado con el proceso de enseñanza-aprendizaje (Sáiz-Manzanares et al., 2021).

El objetivo de esta investigación es describir el modelo de ecología de aprendizaje empleado en el aprendizaje autorregulado virtualizado y analizar la apreciación del alumnado con respecto a la asignatura, al papel del profesorado y a la propia metodología empleada como modelo de adaptación a la situación de confinamiento.

Ecología de aprendizaje autorregulado

En los años 70' Flavell (1979) acuñó el término de metacognición entendido como el “conocimiento y cognición sobre fenómenos cognitivos” (p. 906) y estableció la diferencia entre conocimiento declarativo (conocimiento metacognitivo) y conocimiento

procedimental (habilidades metacognitivas). Por otro lado Brown y DeLoache (1978) incluyeron el papel de la autorregulación como componente de la metacognición y su relación directa con el aprendizaje profundo en contraste con el aprendizaje superficial (Boekaerts & Corno, 2005). No obstante, la definición conceptual del término autorregulación no está consensuada a nivel general por la comunidad científica; si bien hay un acuerdo en considerar que tanto el término metacognición como autorregulación hacen referencia a procesos de orden superior que se desarrollan en los lóbulos frontales y prefrontales (Veenman et al., 2006).

Es relevante además incluir la visión de Zimmerman (2008) y Zimmerman y Schunk (2008) respecto de la importancia que tienen los aspectos sociales y emocionales en el desarrollo de la autorregulación y de las habilidades metacognitivas dentro del conocimiento procedimental. Entre estas destacan las habilidades de auto-planificación, auto-observación y auto-evaluación, esenciales en el aprendizaje y en la resolución de tareas o problemas. Dichas habilidades exigen la puesta en marcha de la jerarquización de las estrategias cognitivas utilizadas en los procesos de ejecución (Carlson et al., 2004). Aunque, para lograr un incremento efectivo de dichas estrategias se precisa de un buen desarrollo de las habilidades de autorregulación (Brown, 1987).

Esta interrelación entre las habilidades metacognitivas y las estrategias de autorregulación guiadas por la motivación de los aprendices es clave en los procesos de aprendizaje. Especialmente en aquellos que exigen un alto grado de pensamiento abstracto como pueden ser todos los relacionados con el aprendizaje de contenidos científicos. Este hecho produce en un porcentaje alto dificultades de aprendizaje (Otero, 1990).

Por ello, la utilización en los procesos instruccionales de una metodología de enseñanza basada en el entrenamiento en autorregulación que fomente el uso de las habilidades metacognitivas de auto-planificación, auto-observación y auto-evaluación puede ser muy eficaz para potenciar en el alumnado un pensamiento planificador y evaluador desde el aprendizaje del error (Mateos, 2001). Esto le llevará a obtener mejores resultados en estas disciplinas y por ende mejorará la motivación hacia el aprendizaje de estas materias, siendo este un círculo interactivo que facilita el desarrollo de aprendizajes eficaces. Así pues, la utilización del aprendizaje autorregulado (SRL: *Self Regulated Learning*) entendido como un proceso de auto-planificación y auto-monitorización del propio proceso de aprendizaje (Pintrich, 2004; Sáiz-Manzanares et al., 2019a) facilita el desarrollo de la retroalimentación orientada a procesos y no solo a productos del resultado del aprendizaje (Brooks et al., 2019; Coertjens, 2018; Hattie & Clarke, 2018). Por ello el empleo de SRL como estrategia docente mejora la comprensión del aprendiz y le proporciona herramientas para el auto-aprendizaje ya que se relaciona directamente con el conocimiento procedimental (Norman & Furnes, 2016; Veenman, 2011a). De esta manera, tener competencias de autorregulación sobre el propio aprendizaje impacta positivamente en el rendimiento académico de los aprendices (Gómez & Romero, 2019; Sáiz-Manzanares & Valdivieso-León, 2020). El desarrollo de estas competencias de autorregulación es fundamental, por tanto, para que el alumnado autodirija su propia actividad de apropiación de los recursos necesarios para el logro de los objetivos de aprendizaje. No obstante, el grado de desarrollo personal vendrá condicionado por la riqueza del ambiente ecológico en el que se desenvuelva el alumnado (Bronfenbrenner, 1994) y cómo sean las retroalimentaciones que recibe sobre los efectos de sus acciones. Así pues, en el diseño de las ecologías de aprendizaje deben considerarse las estrategias de aprendizaje y dotar el ambiente del alumnado de recursos y enriquecer los contextos, relaciones e interacciones (Jackson, 2013; González-Sanmamed et al., 2019).

En el marco de aprendizaje de la Didáctica de las ciencias experimentales el alumnado debe enfrentarse a la resolución de problemas planteados desde preguntas de indagación. En este contexto de aprendizaje, la implementación del proceso de auto-regulación y auto-evaluación es especialmente significativo ya que, además de incluir el entrenamiento para el futuro profesorado en el desarrollo de las habilidades de pensamiento planificador y evaluador, se incluye el pensamiento medios-fines. Este es esencial en el marco de la adquisición del pensamiento científico y en último término en la construcción de aprendizajes profundos (Akben, 2020; Campanario, 2000).

Asimismo, para la adquisición de las estrategias de SRL el papel del docente es una pieza esencial ya que es el que debe modelar y moldear el uso de las estrategias metacognitivas y de autorregulación durante la resolución de problemas. En este proceso juega un rol relevante la implementación de la retroalimentación efectuada por el docente. Se hace necesario indicar que no todas las retroalimentaciones tienen el mismo efecto. Hattie y Gan (2014) describen tres niveles de retroalimentación: a) el primero involucra al alumnado en el nivel de tarea, proveyendo, por ejemplo, información sobre la respuesta correcta; b) en el segundo nivel, la retroalimentación se dirige a los procesos, como proporcionar estrategias de procesamiento y pistas para la resolución (algoritmos de resolución); y c) el tercer nivel de retroalimentación, el de más alto nivel, se centra en la autorregulación. Este nivel comprende componentes de orientación hacia la resolución de la tarea, dando información al alumnado sobre sus debilidades así como de las estrategias de resolución adecuadas y conocimientos sobre cómo continuar, incrementando los niveles de motivación hacia el aprendizaje.

Por otro lado, se debe considerar que en la última década el contexto de aprendizaje está cambiando. Este se desarrolla cada vez más en entornos virtuales dentro de lo que se ha denominado gestores virtuales de aprendizaje o *Learning Management System* (LMS) entre los que se puede destacar, por su alto grado de utilización, *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (Moodle) (Cerezo et al., 2016). La utilización de los LMS ofrece una oportunidad importante al docente para poder implementar procedimientos de SRL y de retroalimentación orientada a procesos y no solo a productos. Se facilita de este modo la creación de estructuras necesarias para el desarrollo de la ecología de aprendizaje. Teniendo en cuenta que el conocimiento es una entidad que existe de forma distribuida, el aprendizaje se produce a través de redes que conectan los distintos contenidos o sistemas facilitadores de este aprendizaje con el aprendiz. Así, las ecologías proveen el espacio en el cual estas conexiones se producen.

En una ecología de aprendizaje ideal el acceso del aprendiz a la información no está obstaculizado ni por restricciones ni por escasez de recursos. Se permite el ensayo y error como parte del proceso de innovación y el conocimiento es compartido y transparente, permitiéndose la co-creación y la re-creación (Siemens, 2007). Los LMS, por tanto, pueden utilizarse para diseñar e implementar ecologías de aprendizaje que permitan orientar el aprendizaje del alumnado posibilitando que tengan lugar los procesos necesarios para que este se produzca. Estas plataformas de aprendizaje permiten la creación de estructuras adaptativas, dinámicas, caóticas, diversas, que posibilitan la creación de conocimiento colectivo y que se auto-organizan a través de las interacciones entre los distintos elementos. Estas interacciones son características de las ecologías de aprendizaje (González-Sanmamed et al., 2018; Siemens, 2007).

Así pues, los LMS se han mostrado muy efectivos para el logro del SRL en los procesos de aprendizaje siempre que implementen un diseño correcto. Para lograrlo deben incluir, entre otros: a) un análisis de los conceptos previos del alumnado con el fin de

diseñar distintos niveles de dificultad; b) tareas de aprendizaje que incluyan un diseño de aprendizaje por descubrimiento; y c) retroalimentación orientada a procesos para que el aprendiz pueda aprender del error. Todas estas funcionalidades potenciarán un aprendizaje personalizado acorde con el ritmo de aprendizaje de cada estudiante (Sáiz-Manzanares et al., 2021, Sáiz-Manzanares et al., 2019b; Vázquez-Dorrío, 2016; Vázquez-Dorrío & Vázquez-Dorrío, 2018).

Según el modelo desarrollado por Garrison, Anderson, y Archer (2000) este aprendizaje de calidad en entornos virtuales se produce al conformar Comunidades de Investigación, formadas por alumnado y profesorado, en las que se produce la interacción entre tres elementos clave que permiten definir el rol del profesorado (Hernández-Sellés et al., 2015): a) presencia social, referido a la capacidad del profesorado para atender las relaciones interpersonales que se generan entre el alumnado y el profesorado, fomentando la participación y atendiendo a los aspectos afectivos del alumnado; b) presencia docente, referido al rol del profesorado como guía de las experiencias de aprendizaje; y c) presencia cognitiva, asegurando que las interacciones produzcan conocimiento de alto nivel.

Además, debe considerarse que las estrategias metacognitivas se pueden entrenar. Veenman (2011b) nos sugiere la siguiente secuencia para ello: a) Posición de síntesis, en la que el docente relaciona las estrategias metacognitivas con lo que requiere la tarea a resolver; b) Informar de la instrucción, orientando al alumnado sobre los beneficios de aplicar las estrategias metacognitivas; y c) Instrucción prolongada, debido a que la intervención metacognitiva no es significativa en periodos cortos de tiempo.

Por otro lado, el uso adecuado de estrategias metacognitivas está relacionado con el constructo aprender a aprender (Salmerón-Pérez & Gutiérrez-Brajos, 2012); es decir, es necesario para el desarrollo de esta competencia. El desarrollo de esta competencia es, a su vez, necesario para el alumnado ya que deberá desenvolverse en contextos en los que deberá tomar decisiones sobre qué y cómo aprender (Gargallo et al., 2016). Estas estrategias metacognitivas son especialmente importantes en el aprendizaje de las ciencias debido a las ideas previas del alumnado, que requiere de un repertorio de estrategias de comprensión adecuado que le permita detectar los errores en su estado de comprensión sobre los contenidos científicos. Si el alumnado no detecta estas carencias, difícilmente tomará medidas encaminadas a su corrección (Mateos, 2001).

A la vista de lo expuesto, se diseñó una ecología de aprendizaje virtualizada a partir de la ecología de aprendizaje individual propuesta por Jackson (2013) y cuyos componentes clave se muestran en la Figura 1.

Enseñanza de la Didáctica de las Ciencias en el Grado en Maestro de Educación Primaria

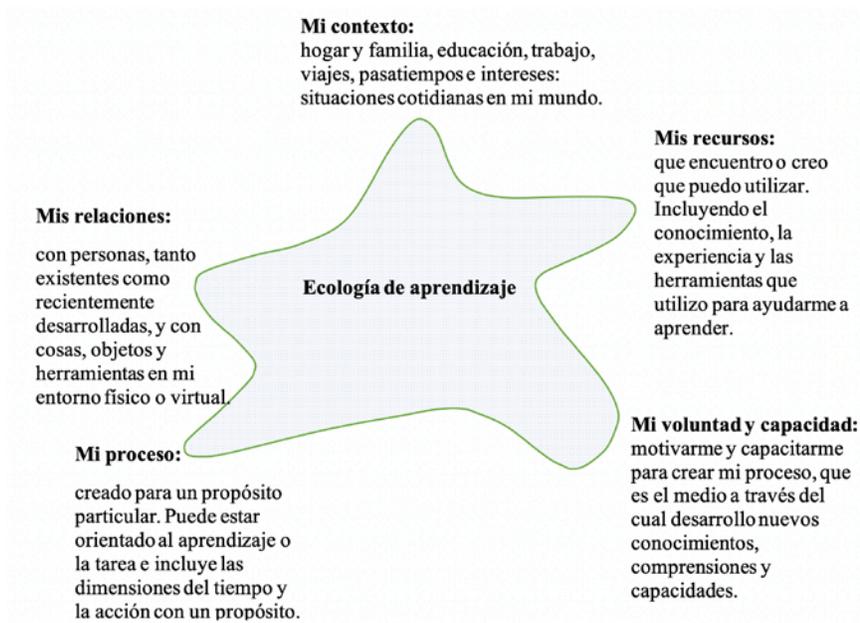
La Didáctica de las Ciencias es una materia interdisciplinar que presenta contenidos y competencias que se encuentran tanto dentro del área de las ciencias como de la pedagogía y la psicología. Esto hace que el profesorado que imparte estas asignaturas requiera una formación científico-tecnológica a la vez que dispone de habilidades y estrategias relativas a los procesos de enseñanza-aprendizaje (Álvarez-Herrero & Valls-Bautista, 2019).

Desde hace tiempo se conoce la falta de interés del alumnado hacia las ciencias y en particular hacia la física, desinterés que, además, aumenta a medida que el alumna-

do avanza en el sistema educativo (Sáiz-Manzanares et al., 2020; Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2008). El alumnado del Grado en Maestro de Educación Primaria no está exento de las actitudes negativas hacia estas disciplinas (Pipitone & García-Lladó, 2020; Pipitone et al., 2019). Sin embargo, el aprendizaje significativo de las ciencias es imprescindible durante la formación del profesorado de Educación Primaria y más si se tiene en cuenta que gran parte del alumnado no ha cursado ciencias desde Secundaria Obligatoria (Vázquez-Dorrío & Vázquez-Dorrío, 2018). De otro modo, la escasa formación en contenidos científicos del profesorado repercutirá en que este se encuentre más inseguro en la enseñanza de las ciencias, y, por tanto, será una limitación para la incorporación al aula de contenidos científicos (Mellado, 2003). Esto a su vez redundará en su futuro alumnado que perpetuará el desagrado hacia las ciencias (Costillo et al., 2013) convirtiéndose esta situación en un bucle cerrado, ya que, las etapas de Educación Primaria son fundamentales para generar motivación e interés hacia las ciencias en el alumnado más joven (Sáiz-Manzanares et al., 2020).

Figura 1

Ecología de aprendizaje individual



Nota. Tomado de "The concept of learning ecologies", por N. J. Jackson, *Lifewide learning, education & personal development* (p. 14), 2013.

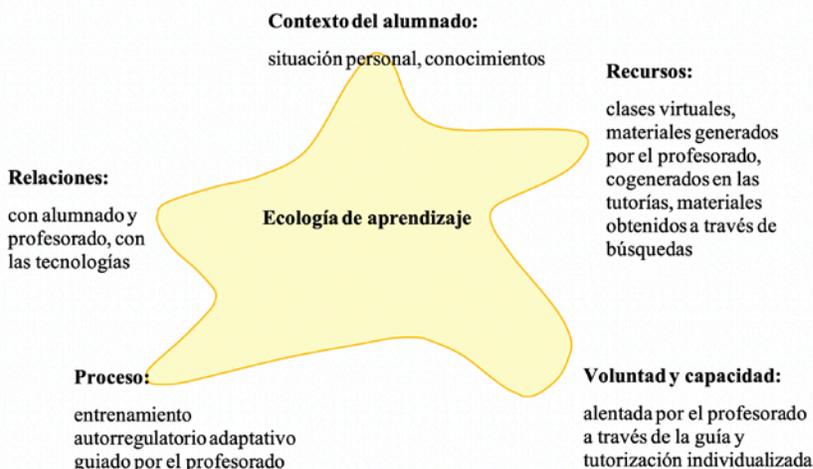
Metodología

Contexto

El contexto de esta investigación se sitúa en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica I que se imparte en segundo curso del Grado en Maestro de Educación Primaria, según su estructura del plan de estudios en la Universidad de Burgos. Es una asignatura semestral, de 6 créditos ECTS, cuyos contenidos se dividen en dos partes, Química y su Didáctica y Física y su Didáctica, con una estructura similar. Dado que el confinamiento comenzó poco antes de iniciar la docencia de la asignatura, como respuesta a la crisis educativa se optó por mantener la estructura de la asignatura adaptándola al nuevo contexto virtual. Se diseñó pues, con ayuda de dos miembros del profesorado y el Director del Departamento, una ecología de SRL virtualizada (Figura 2) a partir de la ecología de aprendizaje individual propuesta por Jackson (2013).

Figura 2

Componentes clave de la ecología de aprendizaje desarrollada



Nota. Adaptado de "The concept of learning ecologies", por N. J. Jackson, *Lifewide learning, education & personal development* (p. 14), 2013.

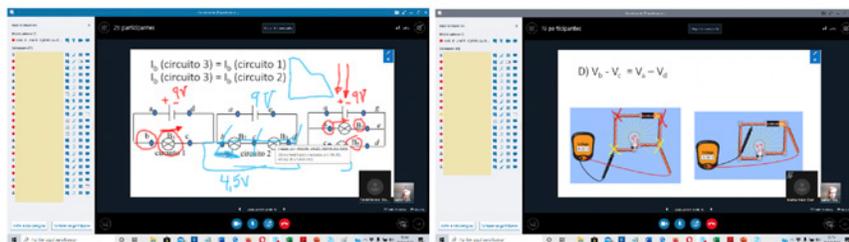
A continuación se resume el diseño de esta asignatura y se indican los cambios realizados para la construcción de la ecología de aprendizaje durante el confinamiento:

- Clases magistrales, en las que el profesorado imparte los contenidos pedagógicos y científicos de la asignatura. Durante el periodo de confinamiento, las clases se impartieron por videoconferencia, a través de las aplicaciones Teams o Skype (Figura 3), manteniendo los horarios de la asignatura. Semanalmente se impartían dos sesiones de aproximadamente dos horas de duración cada una dependiendo de las preguntas o conversaciones surgidas con el alumnado. En estas dos sesiones se trabajaban los mismos contenidos de forma que la primera sesión permitía trabajar dichos contenidos y en la segunda, tras la revisión

y trabajo del alumnado, se hacía hincapié en aquellos aspectos o dificultades surgidas, a la vez que se atendían dudas y resolvían problemas. El objetivo era guiar la actividad cognitiva y metacognitiva del alumnado a fin de llevarle a un nivel creciente de competencia y autonomía (Mateos, 2001).

Figura 3

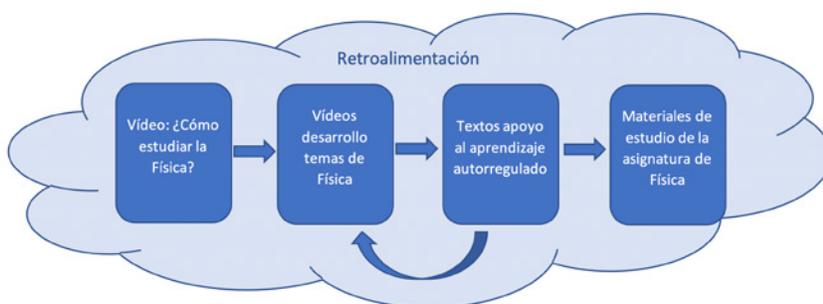
Capturas de dos sesiones vía Skype. Se resuelven problemas en diálogo con el alumnado utilizando distintos recursos: ilustraciones, capturas de simulaciones de laboratorios virtuales, etc.



Además, se generó para el alumnado el siguiente material: el profesorado grabó un vídeo sobre “cómo estudiar la asignatura”; asimismo, también se grabaron vídeos explicativos sobre los contenidos partiendo de un nivel básico en los que se intercalaban preguntas y actividades, en forma de problemas, que sirvieran para el alumnado como materiales de SRL. Además, se pusieron a disposición del alumnado textos elaborados para el aprendizaje autorregulado de los contenidos de física (Queiruga-Dios et al., 2016). En la Figura 4 se muestra una sugerencia sobre cómo abordar los materiales de aprendizaje de la asignatura.

Figura 4

El alumnado dispone de diversidad de recursos en red propios de la asignatura para entrenar su SRL en retroalimentación con el profesorado



- Seminarios prácticos, en los que el alumnado realiza actividades de indagación sobre los contenidos impartidos en equipos de cuatro estudiantes. De cada una de las actividades, los equipos deben entregar un informe sobre la indagación realizada. Se incluyen, además, preguntas de respuesta abierta para relacionar el contenido científico con las aplicaciones tecnológicas y el impacto social o ambiental y para las que el alumnado debe buscar información y utilizar fuentes

externas. Estas clases prácticas pretenden favorecer el aprendizaje significativo de los contenidos de la asignatura por parte del alumnado y favorecer el desarrollo de la competencia científica a través de los procesos de indagación. Los seminarios prácticos se adaptaron a las posibilidades del alumnado, de forma que debían realizar las experiencias de indagación utilizando materiales de uso común en los hogares así como los laboratorios virtuales de física (PHET, 2020). Cada equipo subía a la plataforma los informes correspondientes a las actividades realizadas y, una vez revisados por el profesorado, se ponían en común durante las clases virtuales, realizando la coevaluación por pares.

- Diseño de una Unidad Didáctica, también en equipos, para su aplicación en el aula de Educación Primaria. Esta Unidad Didáctica contempla la implementación de los contenidos de Física y Química en el aula a través de actividades de indagación o mediante la resolución de problemas. El alumnado debe diseñar sus propias actividades prácticas a partir de informaciones halladas en distintas fuentes (libros, revistas especializadas, eventos, proyectos, asociaciones, congresos, páginas web, medios audiovisuales, empresas, material didáctico, museos interactivos, etc.). El diseño de esta Unidad Didáctica se realiza paralelamente al desarrollo del curso en equipos de cuatro estudiantes. Igualmente, la parte experimental de la Unidad Didáctica se adaptó a la situación de confinamiento de forma que el alumnado pudiera realizarla tomando como base materiales y objetos de uso cotidiano, así como laboratorios virtuales, de forma que se pudieran hacer las experiencias en su hogar. Las reuniones entre componentes del grupo debían hacerlas virtualmente.

Debido a la no presencialidad, se pidió al alumnado que tomara evidencias de la realización las experiencias y ensayos a través de capturas, fotografías y vídeos (Figura 5) que se compartían con el resto de los equipos.

Figura 5

Capturas de vídeos, realizados por el alumnado, ilustrando las experiencias y ensayos realizados por el alumnado realizando las actividades de indagación



Por otro lado, se reforzaron las tutorías para atender a la diversidad del alumnado. Estas tutorías se realizaron por videoconferencia grupal o individual y a través del correo electrónico, pero además se utilizaron otras vías de comunicación como WhatsApp. El objetivo de esta flexibilización en las vías de comunicación profesorado-alumnado era poder responder a las posibles dificultades tecnológicas o situaciones personales del alumnado. Durante algunas de estas tutorías el profesorado, a partir del diálogo con el alumnado, elaboraba al momento un sencillo vídeo explicativo utilizando el smartphone y posteriormente lo compartía con el resto del alumnado. También durante las clases virtuales surgían situaciones que daban pie a la generación de este tipo

de materiales. Tanto en las tutorías como en las intervenciones docentes virtuales se daba retroalimentación al alumnado según los niveles descritos (Hattie & Gan, 2014).

En la docencia habitual el alumnado tiene la posibilidad de atención personalizada en tutorías con el profesorado durante las que resolver posibles dudas o dificultades. Aunque la docencia prevista era totalmente presencial en la plataforma Moodle de la asignatura existían materiales de ampliación sobre los contenidos (en forma de hipertextos), guías docentes, guías para la elaboración de Unidades Didácticas y algún modelo de prueba escrita. Durante el confinamiento además se suministró al alumnado materiales adicionales, de dificultad progresiva, diseñados para facilitar su SRL. Estos materiales se encontraban en formato de hipertexto y vídeo.

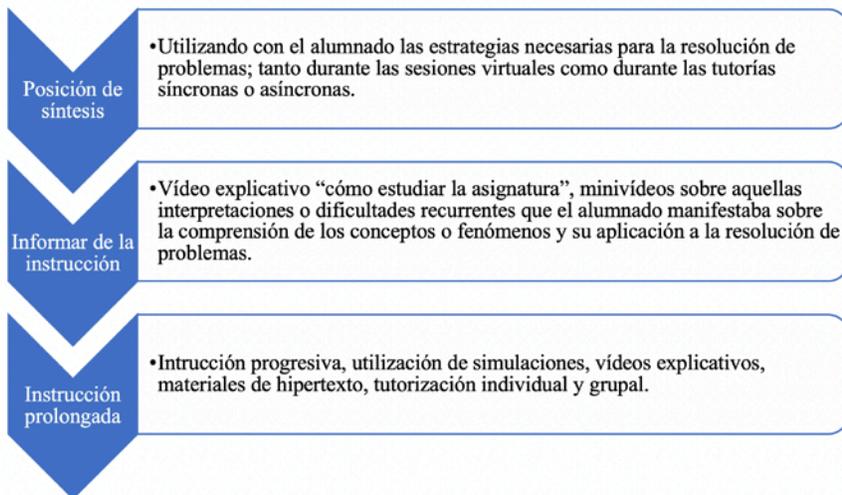
Para la evaluación del alumnado, este debe entregar los informes de los seminarios prácticos (por equipos), la memoria de la Unidad Didáctica, así como exponerla y defenderla y, finalmente, debe realizar una prueba escrita sobre los contenidos. Se mantuvieron las mismas pruebas de evaluación adaptadas a la situación de aislamiento, como se ha descrito anteriormente, realizándose la prueba escrita a través de cuestionarios elaborados en la plataforma Moodle. La ponderación de la evaluación de los distintos elementos se mantuvo y es la siguiente:

- Prueba escrita: 40%
- Informe de la Unidad Didáctica diseñada, exposición y defensa: 50%
- Participación y asistencia a los seminarios prácticos: 10%

El entrenamiento autorregulatorio del alumnado se realizó según la secuencia indicada por Veenman (2011b), que se muestra en la Figura 6. Este entrenamiento comenzó con la docencia de la asignatura y se desarrolló en cada intervención educativa hasta finalizar el curso académico.

Figura 6

Secuencia de entrenamiento autorregulado llevada a cabo



Así pues, puede trazarse una estructura de la ecología de aprendizaje diseñada en el contexto de la asignatura durante el confinamiento, desde la perspectiva del alumnado, teniendo en cuenta los componentes clave de una ecología de aprendizaje individual (Jackson, 2013) y cuyo esquema puede verse representado en la Figura 2. Debe resaltarse que estos componentes clave se encuentran interconectados entre sí. Por ejemplo, a través de la tutorización se atendían o reforzaban muchos de ellos al mismo tiempo como: el contexto particular del alumnado, a través de la tutorización telemática individualizada y la creación de distintas vías de comunicación (email, Teams, WhatsApp, etc.); la voluntad y capacidad, alentada por la tutorización y tutorización individualizada; las relaciones alumnado-profesorado; el proceso de entrenamiento autorregulatorio; y también en los recursos, ya que a través de esta tutorización individualizada se intercambiaban recursos y se cogeneraban.

Muestra

La muestra de estudio estaba formada por 60 estudiantes, 38 chicas ($M_{\text{edad}} = 21.97$; $DT_{\text{edad}} = 3.45$) y 22 chicos ($M_{\text{edad}} = 22.57$; $DT_{\text{edad}} = 2.78$), del Grado en Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Burgos, que forman uno de los tres grupos de Seminario a los que se imparte la asignatura. 22 estudiantes respondieron al cuestionario planteado. La realización de la encuesta de opinión contó con el compromiso informado por escrito en el propio cuestionario y su realización fue voluntaria.

Instrumentos

Se utilizó un diseño descriptivo y se aplicó un análisis de estadísticos descriptivos (media y desviación típica).

Instrumentos de recogida de información

Para la evaluación de la ecología de aprendizaje se utilizó el Cuestionario de opinión del alumnado sobre la calidad de la docencia de la Universidad de Burgos. Debido a la situación de urgencia, no se utilizó otro tipo de cuestionario específicamente diseñado para esta investigación. No obstante, el cuestionario utilizado está adaptado del *Student Evaluation of Educational Quality (SEEQ)- Short version-* (Marsh, 1987) y para su validación se utilizó una muestra de 5551 estudiantes (Bol et al., 2013). El cuestionario se cumplimenta por el alumnado de forma voluntaria y totalmente anónima (para la protección de datos personales) a la finalización de cada asignatura. El objetivo de la evaluación de la actividad docente con este cuestionario es la mejora en la calidad de la docencia, el aumento de la satisfacción del alumnado y la potenciación de los resultados de aprendizaje exitosos.

Este cuestionario está formado por 11 cuestiones que utiliza una escala tipo Likert con valores entre 1: *absolutamente en desacuerdo* y 5: *totalmente de acuerdo*. Estas cuestiones pretenden medir la motivación del alumnado hacia la asignatura (1), la opinión sobre la calidad de los materiales de la asignatura (2, 5, 8), la evaluación continua (6, 7), la percepción del alumnado de la motivación del profesorado hacia la asignatura (3, 4, 9), la percepción del alumnado respecto a la carga de trabajo de la asignatura (10) y la satisfacción general de la labor docente del profesorado (11). Además, para la docencia durante el confinamiento debido a la COVID-19, se introdujo en este cuestionario de opinión una pregunta abierta relativa a la adaptación de la docencia a la

virtualidad: *¿Cómo consideras que se ha adaptado la docencia y evaluación presencial a la no presencial durante este periodo de situación especial debido al COVID19?*

Instrumentos de análisis de información

Para el análisis de la pregunta abierta del cuestionario, tras la lectura de la información obtenida se procedió a la categorización de las respuestas del alumnado. Esta categorización se muestra en la Tabla 1. Las respuestas positivas estaban relacionadas con: (A1) las facilidades dadas al alumnado para acceder al conocimiento de los contenidos sobre la asignatura a través de los materiales generados por el profesorado y puestos a su disposición; (A2) la apreciación positiva del proceso de tutorización llevado a cabo por el profesorado; (A3) la apreciación positiva sobre la docencia virtual y el enfoque de las intervenciones educativas; y, por último, una apreciación positiva sin profundizar en la explicación (A4); o una apreciación negativa en los mismos términos (B). Estas subcategorías se pueden relacionar con las componentes clave de la ecología de aprendizaje desarrollada: Contexto del alumnado (A2), Recursos (A1, A2 y A3), Voluntad y capacidad (A2), Procesos (A1, A2, A3) y Relaciones (A2).

Tabla 1

Categorización de las respuestas del alumnado respecto a la adaptación de la docencia

Categoría	Subcategoría
A. Respuestas positivas	A1. Accesibilidad al conocimiento a través de los recursos de la asignatura A2. Tutorización y seguimiento del alumnado A3. Calidad de la docencia virtual A4. Positiva sin especificar
B. Respuestas negativas	B. Negativa in especificar

Resultados

En la Tabla 2 se muestran los resultados de las respuestas al cuestionario de opinión y apreciación sobre la calidad de la docencia. Como se ha indicado, estos resultados corresponden al empleo de una escala tipo Likert con valores entre 1: *absolutamente en desacuerdo* y 5: *totalmente de acuerdo*.

Puede apreciarse en los resultados que las puntuaciones de la mayoría de los ítems se encuentran por encima de 4. La excepción se refiere a las cuestiones: 5. *Los materiales docentes de la asignatura han sido útiles*, aunque se encuentra muy próxima a 4 (3.90); 6. *Las pruebas de evaluación y los trabajos que se han pedido han resultado útiles para mi aprendizaje* (3.64); y 7. *Los procedimientos de evaluación han sido justos y apropiados* (3.52). No obstante estas puntuaciones se encuentran por encima del valor 3 que representa la neutralidad y que pueden ser influenciados por la situación excepcional en la que se desarrolló la docencia.

Por otro lado, las cuestiones que han recibido una mayor puntuación son: 3. *El/La profesor/a muestra interés por los estudiantes* (4.64); 4. *El/La profesor/a ha sido accesible en las horas de tutoría y después de clase* (4.62); 8. *Los materiales docentes estaban bien*

preparados y han sido explicados cuidadosamente (4.45); y 9. El/La profesor/a ha animado a los estudiantes a participar en clase (4.43).

Tabla 2

Respuestas al cuestionario de apreciación sobre la docencia

Cuestión	M	DT
1. La asignatura ha resultado interesante	4.00	.76
2. He utilizado los materiales docentes de la asignatura	4.23	1.02
3. El/La profesor/a muestra interés por los estudiantes	4.64	.58
4. El/La profesor/a ha sido accesible en las horas de tutoría y después de clase	4.62	.67
5. Los materiales docentes de la asignatura han sido útiles	3.90	1.18
6. Las pruebas de evaluación y los trabajos que se han pedido han resultado útiles para mi aprendizaje	3.64	1.00
7. Los procedimientos de evaluación han sido justos y apropiados	3.52	1.03
8. Los materiales docentes estaban bien preparados y han sido explicados cuidadosamente	4.45	.80
9. El/La profesor/a ha animado a los estudiantes a participar en clase	4.43	.81
10. La cantidad de trabajo requerida en esta asignatura, con relación a otras con el mismo número de créditos, ha sido...	4.27	.88
11. En general, estoy satisfecho/a con la labor docente de este/a profesor/a	4.32	.72

Nota. N=22 participantes, M=media, DT=desviación típica.

Los resultados obtenidos respecto a la pregunta abierta, *¿Cómo consideras que se ha adaptado la docencia y evaluación presencial a la no presencial durante este periodo de situación especial debido al COVID19?*, tras la categorización de las respuestas, se muestran en la Tabla 3. Debe tenerse en cuenta que en algunas de las respuestas del alumnado su opinión se refiere a varias de las categorías definidas; por ejemplo, una de las respuestas recogidas es: *Bien, ha explicado los temas siempre mediante llamada online y nos ha facilitado laboratorios virtuales para que la metodología de indagación prevista para esta asignatura se pudiera seguir con normalidad.*

Tabla 3

Resultados de las respuestas según la categorización realizada

Subcategoría	Resultado
A1. Accesibilidad al conocimiento a través de los recursos de la asignatura	9.5%
A2. Tutorización y seguimiento del alumnado	47.6%
A3. Calidad de la docencia virtual	66.7%
A4. Positiva sin especificar	23.8%
B. Negativa in especificar	9.5%

Como puede apreciarse de los resultados, los aspectos valorados positivamente que más aparecen en la encuesta hacen mención a la satisfacción del alumnado respecto de la docencia virtual (66.7%) (*...hemos tenido clases online video conferencias que duraban hasta que absolutamente todos los estudiantes lo hubiéramos comprendido, clases de refuerzo y de dudas. Super buena experiencia con este profesor...*) y respecto a la tutorización (47.6%) (*Se ha adaptado estupendamente, siempre se ha mostrado interesado en nuestro aprendizaje y muy accesible para lo que necesitáramos...*). Debe mencionarse que las respuestas negativas recogidas hacen alusión a la creencia del alumnado de que adaptación de la asignatura es sinónimo de reducción de la carga de trabajo (*No se ha adaptado demasiado. Sigue siendo igual o más carga de trabajo de la que ya suponía anteriormente...*).

Discusión y conclusiones

A la vista de los resultados de todos los ítems puede inferirse que la metodología de SRL, como parte de la ecología de aprendizaje creada durante la docencia virtual impuesta por el confinamiento debido a la COVID-19, ha resultado bien valorada por un alumnado que en el futuro será docente de Educación Primaria. En opinión de las autoras y los autores, esta buena valoración animará al profesorado y al futuro profesorado a llevar a cabo propuestas docentes similares en su práctica docente.

Como se ha indicado, todos los elementos de la ecología están interrelacionados, aunque ahora se discutan los resultados obtenidos por separado: las intervenciones educativas, los materiales creados, las redes establecidas y las metodologías de aprendizaje autorregulado empleadas, las actividades colaborativas que debía realizar el alumnado, etc., forman todo ello parte de la ecología de aprendizaje diseñada. Así, por ejemplo, la valoración positiva de los materiales docentes está relacionada con cómo fueron utilizados y con la tutorización realizada, así como el interés manifestado del alumnado por la asignatura.

Dicho esto, el alumnado manifiesta que le ha resultado interesante la asignatura, a pesar de que el desinterés por las disciplinas científicas, como se ha indicado, crece a lo largo de la formación del alumnado aumentando a medida que el alumnado avanza en el sistema educativo (Sáiz-Manzanares et al., 2020; Vázquez-Alonso et al., 2005; Vázquez-Alonso & Manassero, 2008). Aunque en este estudio no se mide el interés inicial hacia la asignatura, los estudios realizados sobre alumnado de Maestro de Educación Primaria ponen de manifiesto un escaso interés de este hacia las asignaturas científicas y en particular hacia la física (Pipitone & García-Lladó, 2020; Pipitone et al., 2019, Vázquez-Dorrío, 2016).

Con respecto a la apreciación del alumnado relativa a los materiales utilizados en la asignatura (cuestiones 2, 5, 8), aunque todas las preguntas tienen una valoración positiva, destaca la puntuación que obtiene la cuestión 8. *Los materiales docentes estaban bien preparados y han sido explicados cuidadosamente* (4.45). Teniendo en cuenta la naturaleza de los materiales elaborados y su uso, esto indica una apreciación positiva del alumnado de los distintos niveles de retroalimentación utilizados así como del entrenamiento autorregulado (Veenman, 2011b). El alumnado está aprendiendo, así, los contenidos de física y las metodologías que ellos podrán aplicar en el futuro.

Con respecto a la carga de trabajo percibida por el alumnado, la puntuación es elevada (4.27). Es posible que esto sea debido las dificultades añadidas debidas al confinamiento, sin embargo, este aspecto concuerda con otras investigaciones realizadas

con estudiantes universitarios en condiciones de presencialidad (Bol et al., 2013; Rodrigo-Alsina, & Almiron, 2013). No obstante, debe indicarse que la carga de trabajo no está relacionada con la evaluación positiva o negativa del docente y de la asignatura. Los resultados de tal evaluación están relacionados con la percepción del alumnado sobre su aprendizaje (Dee, 2007; Remedios & Lieberman, 2008) y con el interés por la materia que haya logrado despertar el profesorado en él (Bol et al., 2013). La elevada puntuación con respecto a la carga de trabajo percibida está relacionada, a su vez, con los resultados generales relativos a la evaluación (Bol et al., 2013). Las cuestiones concernientes a la evaluación (6, 7), aun siendo positivas, reciben las puntuaciones más bajas, resultando, sin embargo, más elevadas que la percepción del alumnado con respecto a la evaluación en otros estudios realizados sobre estudiantes del Grado en Maestro de Educación Primaria (Gutiérrez-García et al., 2011). Estas puntuaciones tan elevadas respecto a la carga de trabajo percibida presumiblemente están relacionadas, en este caso, con la pérdida de interés del alumnado con respecto a las disciplinas científicas que se produce desde los niveles tempranos de su educación y que redundan en un abandono temprano de estas disciplinas (Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2008). Esto involucra un gran esfuerzo por gran parte del alumnado para adquirir el nivel requerido por la asignatura.

Con respecto a la percepción del alumnado de la motivación del profesorado hacia la asignatura (3, 4, 9), se encuentran entre las que obtienen unas puntuaciones más elevadas. Esto nos indica que el seguimiento y guía realizado por el profesorado ha sido percibido en positivo por el alumnado, y se relaciona con los distintos niveles de retroalimentación puestos en juego durante las intervenciones educativas en las clases virtuales y en las tutorías telemáticas. Lo que concuerda con las respuestas a la pregunta abierta sobre la adaptación realizada de la asignatura a la docencia virtual, en la que el alumnado valora positivamente el desarrollo de la docencia (66.7%) y la tutorización realizada (47.6%).

Como puede apreciarse, la valoración de la metodología docente empleada en la asignatura, en el marco de la ecología de aprendizaje autorregulado definida, ha sido bien valorada por el alumnado en los diversos aspectos del cuestionario y la asignatura le ha resultado interesante. Además, el alumnado manifiesta un elevado grado de interés hacia la asignatura, resultado que, presumiblemente, está directamente vinculado con la ecología de aprendizaje desarrollada a la vista del desinterés generalizado del alumnado respecto de las ciencias (Sáiz-Manzanares et al., 2020; Pipitone & García-Lladó, 2020; Pipitone et al., 2019; Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2008).

Es necesario incorporar estos conceptos en el mundo educativo y lograr que el alumnado, futuro formador de nuevo alumnado, experimente y sea responsable de sus propios procesos de aprendizaje. Esto permite ampliar su repertorio de estrategias de aprendizaje y ayudarles a aplicarlas a las tareas de una manera autorregulada (Queiruga-Dios, 2016) como parte de las ecologías de aprendizaje. Además, permite al alumnado adaptarse al conocimiento cambiante producto del crecimiento de la información, la comunicación y la conectividad (Siemens, 2007).

Por otro lado, como se muestra en esta investigación, las estrategias de aprendizaje pueden y deben enseñarse conjuntamente en cada disciplina sin necesidad de añadir tiempo adicional (Monereo et al., 2001), ya que es un aspecto relevante de la formación, más, si cabe, en un contexto como el de Maestro de Educación Primaria.

Cada vez es más frecuente que la instrucción en el ámbito universitario y en el preuniversitario, o, al menos, una parte, se realice a través de entornos virtuales de gestión

del aprendizaje. Mucho más en situaciones de crisis como la actual. Estos entornos posibilitan la realización de una retroalimentación orientada a procesos y permiten potenciar el aprendizaje autorregulado, ayudando a desarrollar las estrategias metacognitivas. Además, estas técnicas, modelos y métodos permitirán al profesorado mejorar el diseño pedagógico de las asignaturas y reforzar las tutorías, consiguiendo una personalización del aprendizaje del alumnado (Sáiz-Manzanares et al., 2017). En este sentido, es previsible la evolución de estos sistemas hacia entornos con mejoras tecnológicas, como asistentes de voz integrados en estas plataformas de aprendizaje; lo que mejorará la retroalimentación profesorado-alumnado y promoverá el aprendizaje autorregulado (Ochoa-Orihuel et al., 2020; Sáiz-Manzanares et al., 2020).

Como se ha mostrado en este artículo, los componentes de las ecologías de aprendizaje pueden ser orientados a promover un aprendizaje más valioso, auténtico y satisfactorio aprovechando las condiciones de los entornos disponibles y los recursos, y, entre estos, los más favorables para el aprendizaje (González-Sanmamed et al., 2019)

Implicaciones y limitaciones

En este artículo se ha descrito y se ha evaluado la creación de una ecología de aprendizaje en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica I del Grado de Primaria, en la que aparecen múltiples elementos que permiten al futuro profesorado la utilización de diversidad de recursos adaptados a su situación y contexto. También la tutorización y seguimiento del alumnado se ha adaptado a la diversidad, teniendo en cuenta las necesidades y posibilidades de cada estudiante. De este modo, se ha adecuado el rol del profesorado al modelo de Garrison, Anderson, y Archer (2000) con los atributos de presencia social, docente y cognitiva integrados a fin de proporcionar un aprendizaje de calidad (Hernández-Sellés et al., 2015).

Presumiblemente, la creación de ecologías de aprendizaje centradas en el SRL del alumnado (con lo que ello implica respecto a la tutorización y atención a la individualidad) mejorará su interés por las disciplinas, por lo que sería positivo su análisis e incorporación en los futuros modelos de educación universitarios. Un punto de partida sería la incorporación de estos aspectos, junto con otras metodologías, en los planes de formación de nuestras materias del Grado de Maestro en Educación Primaria y en los de formación permanente del profesorado universitario (González-Sanmamed et al., 2020). Se favorecerá de este modo que el futuro profesorado no caiga en un “círculo vicioso” de reproducción de clases tradicionales transmisoras y desconectadas de la realidad debido a la falta de dominio del contenido y su didáctica (Pipitone et al., 2019; Vázquez-Dorrío, 2016).

Estas conclusiones deben tomarse con prudencia respecto a la generalización de los resultados debido al tamaño de la muestra y a la no utilización de un cuestionario específico que permitiera obtener información sobre la valoración de cada uno de los componentes clave. No obstante, ha podido apreciarse la respuesta positiva del alumnado relacionada con la implementación de la ecología de aprendizaje. Por otro lado, debe tenerse en cuenta que la ecología de aprendizaje descrita surgió como una respuesta de urgencia a la crisis provocada por la COVID-19. Futuros estudios irán dirigidos a mejorar el diseño de la ecología de aprendizaje, complementándose con la docencia presencial, a aumentar el tamaño de la muestra y aumentar el número de materias y titulaciones de estudio.

Agradecimientos

Trabajo realizado con el soporte del proyecto de innovación de código UV-SFPIE_PID20-1350001 concedido por el Vicerectorat d'Ocupació i Programes Formatius i el Servei de Formació Permanent i Innovació Educativa de la Universitat de València

Referencias bibliográficas

- Akben, N. (2020). Effects of the problem-posing approach on students' problem solving skills and metacognitive awareness in science education. *Research in Science Education, 50*(3), 1143-1165. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9726-7>
- Álvarez-Herrero, J. F., & Valls-Bautista, C. (2019). Didáctica de las ciencias, ¿de dónde venimos y hacia dónde vamos? *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació, 1*(2), 5-19. <https://doi.org/10.17345/ute.2019.2.2704>
- Boekaerts, M., & Corno, L. (2005). Self-regulation in the classroom: A perspective on assessment and intervention. *Applied Psychology, 54*(2), 199-231. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.2005.00205.x>
- Bol, A., Sáiz-Manzanares, M. C., & Pérez-Mateos, M. (2013). Validación de una encuesta sobre la actividad docente en Educación Superior. *Aula Abierta, 41*(2), 45-54.
- Bronfenbrenner, U. (1994). Ecological models of human development. En *International Encyclopedia of Education* (Vol.3, 2nd Ed). Elsevier.
- Brooks, C., Carroll, A., Gillies, R. M., & Hattie, J. (2019). A matrix of feedback for learning. *Australian Journal of Teacher Education, 44*(4), 14-32. <https://doi.org/10.14221/ajte.2018v44n4.2>
- Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms. En F. E Weinert & H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 65-116). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Brown, A. L., & DeLoache, J. S. (1978). Skills, Plans and self-regulation. En R. S. Siegel (Ed.), *Children's thinking: What develops?* (pp. 3-35). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Cabero-Almenara, J., & Llorente-Cejudo, C. (2020). Covid-19: transformación radical de la digitalización en las instituciones universitarias. *Campus Virtuales, 9*(2), 25-34. <http://bit.ly/3nULsAx>
- Campanario, J. M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las Ciencias, 18*(3), 369-380.
- Carlson, S. M., Moses, L. J., & Claxton, L. J. (2004). Individual differences in executive functioning and theory of mind: An investigation of inhibitory control and planning ability. *Journal of Experimental Child Psychology, 87*(4), 299-319. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2004.01.002>
- Cerezo, R., Sánchez-Santillán, M., Paule-Ruiz, M. P., & Núñez, J. C. (2016). Students' LMS interaction patterns and their relationship with achievement: A case study in higher education. *Computers & Education, 96*, 42-54. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.006>
- Coertjens, L. (2018). The relation between cognitive and metacognitive processing: Building bridges between the SRL, MDL, and SAL domains. *British Journal of Educational Psychology, 88*(1), 138-151. <https://doi.org/10.1111/bjep.12214>

- Costillo, E., Borrachero, A. B., Brígido, M., & Mellado, V. (2013). Las emociones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas de futuros profesores de Secundaria. *Revista EUREKA sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10(núm. extraordinario), 514-532. <http://bit.ly/3oRKCpL>
- Dee, K. C. (2007). Student perceptions of high course workloads are not associated with poor student evaluations of instructor performance. *Journal of Engineering Education*, 96(1), 69-78. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2007.tb00916.x>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American psychologist*, 34(10), 906. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Gargallo, B., Campos, C., & Almerich, G. (2016). Learning to learn at university. The effects of an instrumental subject on learning strategies and academic achievement/Aprender a aprender en la universidad. Efectos de una materia instrumental sobre las estrategias de aprendizaje y el rendimiento académico. *Cultura y Educación*, 28(4), 771-810. <https://doi.org/10.1080/11356405.2016.1230293>
- Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (2000). Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The Internet and Higher Education*, 2(2-3), 87-105. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(00\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(00)00016-6)
- Gómez, J., & Romero, A. (2019). Enfoques de aprendizaje, autorregulación y autoeficacia y su influencia en el rendimiento académico en estudiantes universitarios de Psicología. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 9(2), 95-107. <https://doi.org/10.30552/ejihpe.v9i2.323>
- González-Sanmamed, M., Estévez, I., Souto-Seijo, A., & Muñoz-Carril, P. C. (2020). Ecologías digitales de aprendizaje y desarrollo profesional del docente universitario. *Revista Comunicar*, 28(62), 9-12. <https://doi.org/10.3916/C62-2020-01>
- González-Sanmamed, M., Muñoz-Carril, P. C., & 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/bjjet.12805>
- González-Sanmamed, M., Sangrà, A., Souto-Seijo, A., & Estévez Blanco, I. (2018). Ecologías de aprendizaje en la Era digital: desafíos para la educación superior. *Publicaciones*, 48(1), 25-45. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v48i1.732>
- Gutiérrez-García, C., Pérez-Pueyo, Á., Pérez-Gutiérrez, M., & Palacios-Picos, A. (2011). Percepciones de profesores y alumnos sobre la enseñanza, evaluación y desarrollo de competencias en estudios universitarios de formación de profesorado. *Cultura y Educación*, 23(4), 499-514. <https://doi.org/10.1174/113564011798392451>
- Hattie, J., & Clarke, S. (2018). *Visible learning: feedback*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429485480>
- Hattie, J., & Gan, M. J. (2014). Prompting secondary students' use of criteria, feedback specificity and feedback levels during an investigative task. *Instructional Science*, 42(6), 861-878. <https://doi.org/10.1007/s11251-014-9319-4>
- Hernández-Sellés, N., González-Sanmamed, M., & Muñoz-Carril, P. C. (2015). El rol docente en las ecologías de aprendizaje: análisis de una experiencia de aprendizaje colaborativo en entornos virtuales. *Profesorado*, 19(2), 147-165. <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev192ART9.pdf>
- Jackson, N. (2013). The concept of learning ecologies. En N. Jackson & B. Cooper (Eds.), *Lifewide learning, education & personal development*. http://www.lifewideebook.co.uk/uploads/1/0/8/4/10842717/chapter_a5.pdf

- Lai, K. W., & Hong, K. S. (2015). Technology use and learning characteristics of students in higher education: Do generational differences exist? *British Journal of Educational Technology*, 46(4), 725-738. <https://doi.org/10.1111/bjet.12161>
- Martínez-Sarmiento, L. F., & González, M. L. G. (2019). Utilización de la plataforma virtual Moodle para el desarrollo del aprendizaje autorregulado en estudiantes universitarios. *Educar*, 55(2), 479-498. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.883>
- Marsh, H. W. (1987). Students' evaluations of university teaching: Research findings, methodological issues, and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, 11, 253-288.
- Mateos, M. (2001). *Metacognición y Educación*. Editorial Aique.
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 343-358. <http://bit.ly/3bHrlnb>
- Monereo, C., Badia, A., Baixeras, M., Boadas, E., Castello, M., Guevara, I., Miquel, E., Monte, M., & Sebastiana, E. (2001). *Ser estratégico y autónomo aprendiendo. Unidades didácticas de enseñanza estratégica*. Graó.
- Muñoz-Carril, P. C., & González-Sanmamed, M. (2009). *Plataformas de teleformación y herramientas telemáticas*. Editorial UOC.
- Norman, E., & Furnes, B. (2016). The relationship between metacognitive experiences and learning: Is there a difference between digital and non-digital study media? *Computers in Human Behavior*, 54, 301-309. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.043>
- Ochoa-Orihuel, J., Marticorena-Sánchez, R., & Sáiz-Manzanares, M. C. (2020). Moodle LMS integration with Amazon Alexa: a practical experience. *Applied Science*, 10, 1-21. <https://doi.org/10.3390/app10196859>
- Otero, J. (1990). Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17-22. <https://bit.ly/2XKPj91>
- PHET. (2020). *PhET: Free online physics, chemistry, biology, earth science and math simulations*. <https://phet.colorado.edu/>
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385-407. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x>
- Pipitone, C., Guitart, J., Agudelo, C., & García-LLadó, À. (2019). Favoreciendo el cambio emocional positivo hacia las ciencias en la formación inicial del profesorado. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(1), 41-54. <https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.4608>
- Pipitone, C., & García-Lladó, À. (2020). Factores que promueven el cambio emocional del profesorado en formación inicial hacia la física y la química en época de pandemia: presencialidad vs virtualidad. *Investigación en la Escuela*, (102), 32-53. <http://doi.org/10.12795/IE.2020.i102.03>
- Queiruga-Dios, M. A. (2016). *Análisis de Protocolos en Alumnos de Educación Secundaria Obligatoria* (Tesis doctoral). Universidad de Burgos. <http://hdl.handle.net/10259/5050>
- Remedios, R., & Lieberman, D. A. (2008). I liked your course because you taught me well: The influence of grades, workload, expectations and goals on students' eva-

luations of teaching. *British Educational Research Journal*, 34(1), 91-115. <https://doi.org/10.1080/01411920701492043>

- Rodrigo-Alsina, M., & Almiron, R. (2013). Auto-percepción de la adquisición de competencias de los estudiantes de periodismo. El caso de la Universidad Pompeu Fabra. *Aula Abierta*, 41(1), 99-110.
- Sáiz-Manzanares, M. C., Escolar-Llamazares, M. C., Marticorena-Sánchez, R., García-Osorio, C., & Queiruga-Dios, M. A. (2017). Formación del profesorado en Metodologías Activas desde Plataformas interactivas. En *Temas actuales de investigación en las áreas de la Salud y la Educación* (pp. 39-44). SCINFOPER.
- Sáiz-Manzanares, M. C., Marticorena-Sánchez, R., Díez-Pastor, J. F., & García-Osorio, C. I. (2019a). Does the use of learning management systems with hypermedia mean improved student learning outcomes? *Frontiers in psychology*, 10, 88. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00088>
- Sáiz-Manzanares, M. C., Queiruga-Dios, M. A., García-Osorio, C. I., Montero-García, E., & Rodríguez-Medina, J. (2019b). Observation of Metacognitive Skills in Natural Environments: A Longitudinal Study With Mixed Methods. *Frontiers in Psychology*, 10, 2398. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02398>
- Sáiz-Manzanares, M. C., Rodríguez-Díez, J. J., Díez-Pastor, J. F., Rodríguez-Arribas, S., Marticorena-Sánchez, R., & Ji, Y. P. (2021). Monitoring of Student Learning in Learning Management Systems: An Application of Educational Data Mining Techniques. *Applied Sciences*, 11(6), 2677. <https://doi.org/10.3390/app11062677>
- Sáiz-Manzanares, M. C., Rodríguez-Arribas, S., Pardo-Aguilar, C., & Queiruga-Dios, M. A. (2020). Effectiveness of Self-Regulation and Serious Games for Learning STEM Knowledge in Primary Education. *Psicothema*, 32(4), 516-524. <https://doi.org/10.7334/psicothema2020.30>
- Sáiz-Manzanares, M. C., & Valdivieso-León, L. (2020). Relación entre rendimiento académico y desarrollo de estrategias de autorregulación en estudiantes universitarios. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(3). <https://doi.org/10.6018/reifop.385491>
- Sangrá, 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*, 50(4), 1619-1638. <https://doi.org/10.1111/bjet.12795>
- Salmerón-Pérez, H., & Gutiérrez-Braojos, C. (2012). La competencia de aprender a aprender y el aprendizaje autorregulado. Posicionamientos teóricos. Editorial. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 16(1). <http://hdl.handle.net/10481/23016>
- Siemens, G. (2007). Connectivism: Creating a learning ecology in distributed environments. En T. Hug (Ed.), *Didactics of microlearning: concepts, discourses, and examples* (pp. 53-68). WaxmannVerlag.
- Šorgo, A., Bartol, T., Dolničar, D., & Boh Podgornik, B. (2016). Attributes of digital natives as predictors of information literacy in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 48(3), 749-767. <https://doi.org/10.1111/bjet.12451>
- Teo, T., Zhou, M., Fan, A.C.W., & Huang, F. (2019). Factors that influence university students' intention to use Moodle: A study in Macau. *Educational Technology Research and Development*, 67(3), 749-766. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09650-x>

- Vázquez-Alonso, A., Acevedo-Díaz, J. A., & Manassero-Mas, M. A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 1-30. <https://bit.ly/38PGMrj>
- Vázquez-Alonso, A., & Manassero-Mas, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 5(3), 274-292. <http://bit.ly/3sEpsxN>
- Vázquez-Cano, E., Gómez-Galán, J., Infante-Moro, A., & López-Meneses, E. (2020). Incidence of a non-sustainability use of technology on students' reading performance in Pisa. *Sustainability*, 12(2), 749. <https://doi.org/10.3390/su12020749>
- Vázquez-Dorrío, J. B. (2016). Propuesta formativa para la materia LCEES en la formación inicial del profesorado de ciencias. En P. Membiela, N. Casado, & M. I. Cebreiros, (Eds.), *Nuevos escenarios en la docencia universitaria* (pp. 457-461). Educación Editora.
- Vázquez-Dorrío, Á., & Vázquez-Dorrío, J. B. (2018). Aprendizaje experimental autorregulado para la Didáctica de las Ciencias Experimentales. En P. Membiela, N. Casado, M. I. Cebreiros, & M. Vidal (Eds), *Investigación y práctica en la educación superior* (pp. 325-329). Educación Editora.
- Veenman, M. V. (2011a). Alternative assessment of strategy use with self-report instruments: a discussion. *Metacognition and learning*, 6(2), 205-211. <https://doi.org/10.1007/s11409-011-9080-x>
- Veenman, M. V. (2011b). Learning and Self-Monitor and Self-Regulate. En R. Mayer & P. Alexander (Eds.), *Handbook of Research on Learning and Instruction* (pp. 197-218). Routledge.
- Veenman, M. V., Van Hout-Wolters, B. H., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and learning*, 1(1), 3-14. <https://doi.org/10.1007/s11409-006-6893-0>
- Zimmerman, B. J. (2008). Investigating self-regulation and motivation: historical background, methodological developments, and future prospects. *American Educational Research Journal*, 45(1), 166-183. <https://doi.org/10.3102/0002831207312909>
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. (2008). Motivation. An essential dimension of self-regulated learning. En D. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), *Motivation and Self-regulated learning. Theory, research, and applications* (pp. 1-31). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.