

Efectos de la pandemia en metodologías de aprendizaje activo. Medidas de fortalecimiento

Alpha Pernía Espinoza¹, Andrés Sanz García²,
Fco. Javier Martínez De Pisón Ascacíbar¹, Julio Blanco Fernández¹,
Eduardo Martínez Cámara¹, Fermín Navaridas Nalda¹

¹Universidad de La Rioja

²Universidad de Salamanca

Resumen: La irrupción de la pandemia de COVID19 puso de manifiesto las debilidades de ciertas metodologías de aprendizaje activo. En esta comunicación nos centramos en la asignatura Tecnología de Fabricación (TF) impartida en el segundo curso de los tres grados de ingeniería industrial de la Universidad de La Rioja. El proyecto principal de la asignatura a desarrollar en grupo se ha denominado Proyecto OSOR (Open-source and SOcial Responsibility). El OSOR combina Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) y Aprendizaje Basado en la Sociedad (SBL) y conlleva la realización en equipo de actividades prácticas relacionadas con el diseño y la fabricación de productos funcionales con un fin social. Analizamos los efectos del confinamiento durante el curso 2019-20 sobre las metodologías de aprendizaje activo aplicadas en TF; y presentamos los resultados del curso 2020-21, con las medidas de fortalecimiento propuestas en el proyecto de innovación docente donde se enmarca esta investigación. En resumen, las estrategias de mejora propuestas se enfocaron en dos aspectos: (i) digitalización a través de vídeos y (ii) fortalecimiento del trabajo colaborativo. Los resultados obtenidos en el curso 2020-21 muestran un incremento en la motivación de los alumnos y una mejora en la adquisición de los conocimientos a largo plazo.

Palabras clave: Aprendizaje Activo, COVID-19, Digitalización, PBL.

1. Introducción

La pandemia de COVID19 puso en evidencia claras debilidades en algunas metodologías de aprendizaje activo que contaban ya con alto contenido de actividades prácticas y grupales. El problema fue la no presencialidad exigida como medida de prevención para evitar nuevos contagios. Muchas universidades de todo el mundo, con modalidad presencial, pasaron de manera precipitada a una enseñanza completamente online. Esta comunicación analiza los efectos de este confinamiento en una metodología de aprendizaje activo implementada en la asignatura “Tecnología de Fabricación”, que es común a los tres grados de ingeniería industrial de la Universidad de La Rioja.

La hipótesis que marca la relevancia del estudio presentado radica en que la transición repentina hacia un sistema completo de clases online no parece haber sido exitosa en muchos casos. Según

(Cutri et al., 2020), numerosas universidades fallaron en evaluar el grado de acceso equitativo de sus estudiantes a la enseñanza online y en proporcionar el soporte técnico suficiente. Además de los problemas técnicos, los cambios precipitados de los métodos de enseñanza y de evaluación no siempre pudieron cumplir con la continuidad esperada (Tsang et al., 2021). En el caso de España, la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), puntualizó durante el confinamiento (ANECA, Ministerio de Ciencia, 2020) la siguiente nota informativa: “no se cambian las competencias, sino los métodos para conseguirlas”. Y a continuación, instó a las universidades españolas a garantizar a sus estudiantes y docentes los medios técnicos necesarios para conseguir este objetivo. Sin embargo, en los grados de ingeniería, con un alto componente de aprendizaje activo, las clases virtuales no pudieron suplir muchas de las actividades prácticas previamente programadas para un entorno presencial.

En el caso de la metodología OSOR (Open-source and Social Responsibility) (Pernia-Espinoza et al., 2020) en la que se centra esta comunicación, se produjo una interrupción por la pandemia de COVID19 durante el curso 2019-20. Se compara la implementación y resultados de la metodología OSOR de tres cursos sucesivos (del 2018 al 2020) para: (i) estudiar la influencia del confinamiento e identificar debilidades e (ii) implementar medidas de fortalecimiento y valorar sus efectos. Estas mejoras fueron implementadas durante el curso 2020-21, ya que durante el confinamiento no se lograron vislumbrar a tiempo. Estas medidas de fortalecimiento fueron propuestas en el proyecto de innovación docente donde se enmarca esta investigación y se centran en la digitalización de la asignatura a través de vídeos y el refuerzo del trabajo colaborativo empleando la asignación de roles, un kit de fabricación viajero y un uso intensivo de las herramientas colaborativas.

2. Contexto

2.1. La asignatura

La asignatura objeto de estudio es “Tecnología de Fabricación” (TF) impartida en modalidad presencial el segundo semestre del segundo curso y común a los tres grados de ingeniería industrial de la Universidad de La Rioja: Grado en Ingeniería Eléctrica, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática y Grado en Ingeniería Mecánica. TF cuenta con 6 créditos ECTS (3.6 de teoría y 2.4 de prácticas).

Los siete temas que se imparten en la asignatura TF son los siguientes:

1. Introducción a la tecnología de fabricación y a la fabricación digital.
2. Introducción a la metrología.
3. Manufactura aditiva.
4. Mecanizado.
5. Fundición y moldeo por inyección de plástico.
6. Soldadura.
7. Conformado por deformación plástica.

Los principales resultados de aprendizaje son:

- Conocer la Ingeniería de Fabricación, así como de los sistemas y procesos de fabricación.
- Usar herramientas de diseño (CAD) y simulación (CAE).

- Resolver problemas reales a través del diseño y la fabricación.
- Adquirir experiencia en el trabajo en equipo.
- Adquirir capacidades de comunicación oral y escrita.
- Adquirir habilidades de organización y gestión del tiempo.

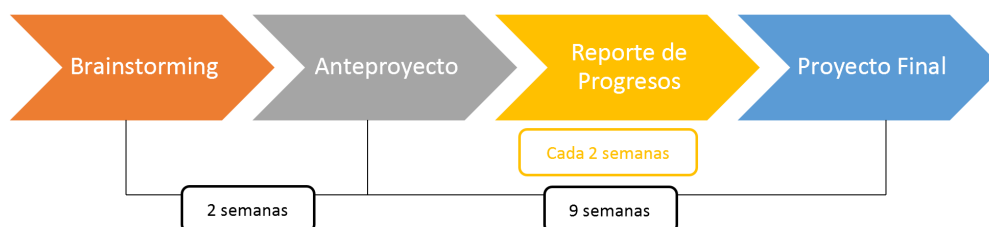
A lo largo del semestre, además del OSOR, se aplican otras metodologías de aprendizaje en la asignatura tales como: estudio de casos, aprendizaje basado en problemas, foros de discusión, presentaciones orales, sesiones prácticas (en el taller y en el makerspace) y exámenes escritos. También se enseña a los estudiantes el uso de herramientas de simulación gratuitas como el Autodesk Moldflow (Autodesk, n.d.), Ultimaker Cura (Ultimaker, n.d.), entre otros. El peso del OSOR dentro de la evaluación de la asignatura es del 20% de la nota final.

2.2. El proyecto OSOR

OSOR combina el aprendizaje basado en proyectos (PBL) y el aprendizaje basado en servicio (SBL) a través de la realización de proyectos abiertos que tienen un fin social. El alumnado trabaja en grupos de tres personas a lo largo del semestre. El objetivo social en los últimos tres cursos (2018-19, 2019-20 y 2020-21) fue el diseño y la fabricación de productos para ayudar a personas en situación de dependencia. El planteamiento de los casos a resolver ha evolucionado con los años. Primero fueron los alumnos los que plantearon los problemas a resolver (guiados por el profesorado). Seguidamente, en la segunda y tercera edición, fueron las Fundaciones que trabajan con personas en situación de dependencia las que propusieron los casos (LA-RIOJA-Periódico, 2021). De esta manera, los productos fabricados iban a ser utilizados por personas específicas que los necesitaban. Esto creó una motivación extra en los estudiantes.

En general, OSOR consta de 4 etapas (Figura 1) secuenciales: *Brainstorming*, Anteproyecto, Reporte de Progresos y Proyecto Final. Cada etapa incluye una presentación oral rápida (de 5 minutos, aproximadamente) por parte de los grupos de trabajo, que permite hacer un seguimiento de su progreso y proporcionar retroalimentación inmediata.

Figura 1. Etapas de la metodología OSOR.



La última etapa con el Proyecto Final incluye una presentación pública donde los grupos presentan sus productos al público en general, medios de comunicación y expertos. En los cursos anteriores se ha observado que la presentación pública de los productos representa una

motivación adicional para los alumnos para producir productos de calidad. Por otro lado, para que los grupos evalúen a sus integrantes durante en OSOR, se aplica la evaluación por pares.

Para el diseño y la fabricación de los productos, se planifican una gran cantidad de actividades prácticas basadas en tecnologías como la impresión 3D, el mecanizado, moldeo por inyección y soldadura. Los principios teóricos de estas tecnologías se imparten en las horas de clase en aula y durante las horas de prácticas de la asignatura y se afianzan durante el desarrollo del producto.

2.3. Irrupción de la pandemia de COVID19

El 13 de marzo de 2020, el gobierno español declaró el estado de emergencia y ordenó el confinamiento obligatorio de la población debido al alto índice de contagio y mortalidad del COVID19. Esta fecha coincidió con la sexta semana del semestre en curso de un total de 15 semanas. Por lo tanto, el 60% de las clases de ese semestre fueron realizadas de forma remota, empleando solamente herramientas online, y además, sin tiempo para una preparación. Dicho esto, antes del confinamiento se habían completado dos de las cuatro fases del OSOR: el Brainstorming y el Anteproyecto. Además, se habían realizado uno de los cuatro Reportes de Avances programados y el Proyecto Final había sido parcialmente completado. Por supuesto, la presentación pública fue suspendida debido a la situación epidemiológica.

3. Metodología

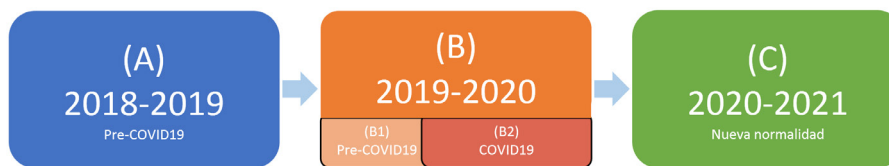
Para estudiar la influencia de la no presencialidad sobre el OSOR se comparó el curso afectado por la pandemia (2019-20) con el curso anterior (2018-19) sin el impacto del COVID19. En concreto, se han analizado los siguientes factores:

1. Tasa de asistencia a las sesiones.
2. Participación de los estudiantes en las sesiones.
3. Nota final y tasa de éxito.
4. Número y calidad de los productos fabricados.
5. Test final de conocimientos técnicos esenciales.

Con los resultados obtenidos, se identificaron las debilidades del OSOR y se plantearon medidas específicas de mejora y un plan de contingencia, que se implementaron en el siguiente curso académico, 2020-21, el cual fue totalmente presencial.

Los cursos académicos se identificaron como en la Figura 2. Nótese que el curso 2019-20, o curso (B), fue dividido en (B1) y (B2), correspondiendo con la etapa pre-COVID19 y la etapa de confinamiento, respectivamente.

Figura 2. Periodos analizados de la metodología OSOR.



Los primeros cuatro factores planteados arriba pueden ser considerados como de conocimiento general. Sin embargo, el **test final de conocimientos técnicos esenciales**, requiere una explicación más detallada.

La estructura de evaluación de la asignatura TF tiene unas 17 actividades evaluables a lo largo del semestre que incluyen principalmente exámenes escritos, trabajos en grupo e individuales, resolución de casos, prácticas, el propio proyecto OSOR y foros de discusión. Los estudiantes que superan estas actividades no necesitan presentar el examen final. Sin embargo, a partir del curso académico (B), se programó un Test de Conocimientos Esenciales, con preguntas técnicas y de razonamiento, para que los alumnos lo tomaran al inicio y al final del semestre. El hacer el test al principio del semestre nos permitiría conocer las carencias y las fortalezas del alumnado para poder redirigir las actividades durante el semestre; y el hacerlo al final nos ayudaría a medir el grado de adquisición de los conocimientos a largo plazo. Aunque el test se toma de manera voluntaria, se insiste a los estudiantes para que lo hagan.

Dado que el (B) resultó ser un curso tan atípico, el test de conocimientos esenciales al final del semestre (o **test final**), cobró aún mayor importancia. Para poder comparar los resultados del test al final del (B) con un semestre “normal”, se pidió también a los alumnos del (A) hacer el test. Por lo tanto, el Test Final de Conocimientos Esenciales fue tomados por el alumnado de cada curso, (A), (B) y (C), en diferentes espacios temporales a partir de la finalización de la asignatura, es decir:

- Los estudiantes del (A): tomaron el test final un año después de acabar la asignatura.
- Los estudiantes del (B): tomaron el test final 2 semanas después de acabar la asignatura.
- Los estudiantes del (C): tomaron el test final 2 semanas después de acabar la asignatura.

4. Resultados

4.1. Consecuencias del confinamiento sobre el OSOR

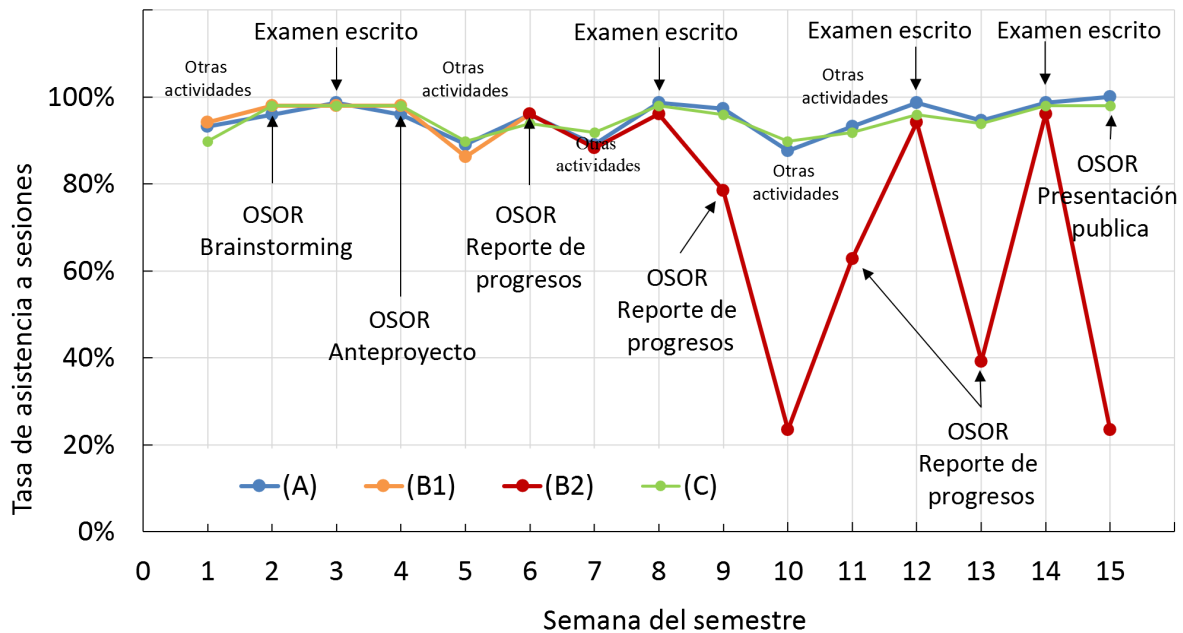
En este apartado nos centraremos en los cursos académicos (A) y (B), aunque las gráficas muestren también los resultados del curso académico (C). Se ha hecho de esta forma para un mejor uso del espacio en el documento.

Tasa de asistencia a las sesiones

Durante (A), la tasa de asistencia fue elevada y estable (Figura 3). Las actividades relacionadas con el proyecto OSOR, junto con los exámenes escritos, fueron los que registraron mayor índice de asistencia, con valores cercanos al 100%. Durante (B1) se dio un comportamiento parecido. Sin

embargo, a lo largo de (B2), la tasa de asistencia fue menguando drásticamente. El OSOR perdió sentido dada la imposibilidad de fabricar el producto. Además, el resto de actividades planificadas para desarrollarse en grupo fueron suspendidas. Las prácticas individuales en el Taller de Fabricación y en el *Makerspace* tampoco pudieron desarrollarse y bajo estas condiciones, sólo los exámenes escritos resultaron de interés para los estudiantes.

Figura 3. Evolución de la tasa de asistencia a las sesiones a lo largo del semestre para los cursos (A), (B) y (C).



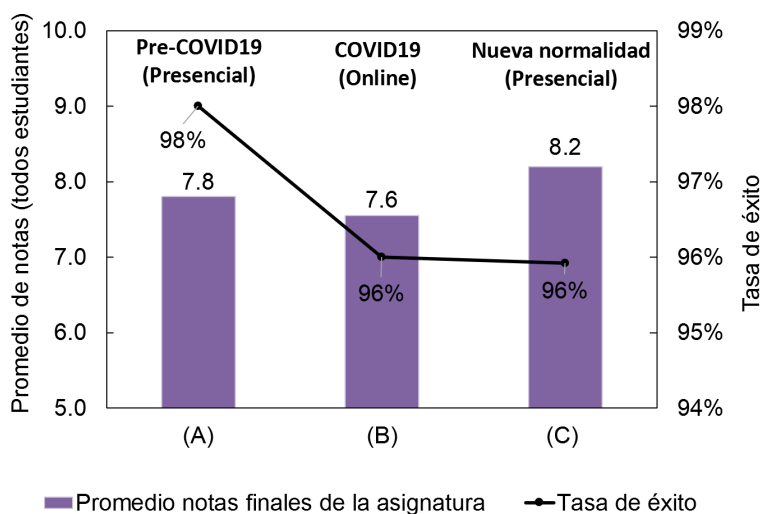
Participación de los estudiantes

El número de preguntas e interacciones de los estudiantes con los instructores durante las sesiones fue decayendo semana a semana a lo largo de (B2).

Notas finales y tasa de éxito

A pesar de la no presencialidad en (B2), no hubo una gran diferencia en el promedio de notas finales y las tasas de éxito en los cursos (A) y (B) (Figura 4). Dada la imposibilidad de realizar las actividades prácticas y en grupo que estaban planificadas, hubo que redirigir la evaluación a entregables más bien individuales y basados softwares de simulación. De ahí la similitud en los resultados de evaluación.

Figura 4. Promedio de notas finales de la asignatura y tasa de éxito.

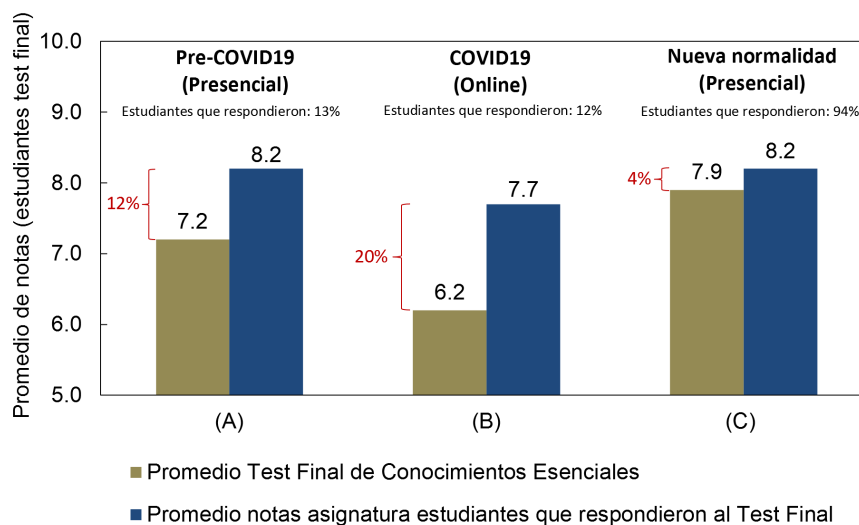


Test Final de Conocimientos Esenciales

En la Figura 5, se muestran los resultados del test final para (A) y (B), además del promedio de la nota final de la asignatura de los alumnos que tomaron dicho test final. Existe una diferencia del 20% entre ambos resultados para el curso (B), respecto al 12% del curso (A). Recordemos que los alumnos del (A) tomaron el test final, un año después de aprobar la asignatura, lo que puede parecer una influencia directa del aprendizaje activo y el trabajo en grupo sobre el aprendizaje a largo plazo.

Queremos puntualizar que sólo el 13% de los alumnos del (A) y el 12% de los alumnos del (B) respondieron al test final.

Figura 5. Promedio del Test Final de Conocimientos Esenciales y promedio de notas de la asignatura de los estudiantes que tomaron el test.



Número y calidad de los productos fabricados

Durante (A), el 100% de productos planificados fueron fabricados (23 de 23 productos) y la gran mayoría funcionales y de buena calidad. Sin embargo, al final de (B) el 11% de productos planificados fueron fabricados (2 de 18 productos). La gran mayoría no funcionales, con diseños complicados, básicamente por la falta de la iteración necesaria de diseño-prototipado-rediseño.

4.2. Medidas para fortalecer el OSOR y sus resultados

A continuación, se presentan una serie de medidas para hacer posible el desarrollo del OSOR aún en situación de confinamiento. Las características de las medidas permiten que las mismas se adopten tanto en un escenario presencial como en una situación de confinamiento. Es importante que estas medidas se implementen desde el inicio del semestre para garantizar una transición más eficiente en caso de confinamiento. Como se comentó anteriormente, estas medidas se aplicaron durante el curso (C), el cual fue totalmente presencial.

4.2.1. Medidas implementadas

Fortalecimiento del trabajo en equipo

Asignación de roles: A cada integrante del grupo de tres personas se le asignó un rol, según sus habilidades. Los roles fueron: Coordinador, Diseñador y Fabricante. El Coordinador organizó las tareas del equipo, fijó las reuniones periódicas, y gestionó las herramientas colaborativas y la solicitud de material y equipos para fabricar el producto. El Diseñador, diseñó el producto, cumpliendo con las especificaciones del usuario y considerando las tecnologías de fabricación empleadas. El Fabricante, fabricó los prototipos y, al final del proceso de rediseño, fabricó el producto final. Aunque cada integrante tuvo un rol específico, colaboró en el desarrollo de todas las tareas del equipo.

Kit de fabricación viajero: Como plan de contingencia, se establecieron cinco kits de fabricación para ir de casa en casa de los estudiantes con el rol de Fabricante, y así permitir la fabricación del producto aún en situación de confinamiento. El kit contaba con herramientas básicas, una impresora 3D, material e instrucción para fabricar de forma segura los prototipos en casa. El contenido del kit podía variar según los requerimientos de cada equipo. Los kits no fueron finalmente empleados porque el curso (C) fue totalmente presencial, aunque estuvieron siempre listos.

Uso de herramientas colaborativas: Se hizo un uso más intensivo de las herramientas colaborativas desde el inicio del semestre para la comunicación, organización y accesibilidad y seguimiento de los entregables. En la Universidad de La Rioja contamos con Blackboard Collaborate (*Blackboard Collaborate | Distance Learning System | Blackboard, n.d.*), que es una herramienta muy potente y habitualmente empleada por profesores y estudiantes. Por otro lado, se implementó un formulario online para la solicitud de equipos y material. Además, en previsión de una posible cuarentena, el formulario estaba preparado para coordinar la distribución y seguimiento del kit de fabricación viajero.

Digitalización de la asignatura

Uso de vídeos formativos e informativos: Se produjeron 22 vídeos formativos para ayudar a capturar el interés de los estudiantes, con imágenes claras (tomas de cerca), gráficos explicativos de los aspectos más relevantes, usando la tableta digital y el proyector de objetos. Los vídeos se dejaron disponibles en YouTube (<https://bit.ly/CanalYouTubeTECFAB>), para que el alumnado pudiera verlos antes de clase o antes del uso de una máquina específica, pausándoles, repitiendo alguna explicación y así aprender a su ritmo. Finalmente, los estudiantes produjeron 16 vídeos informativos sobre el producto que fabricaron.

4.2.2. Resultados de la aplicación de las medidas en (C)

Aunque el curso (C) se desarrolló totalmente de forma presencial, las medidas implementadas ofrecieron un marco de relativa tranquilidad ante la posibilidad de un nuevo confinamiento. Además, y como se describirá en los siguientes párrafos, fortalecieron la metodología OSOR y a la asignatura en general.

La **tasa de asistencia a las sesiones** en el entorno presencial de (C) fue, al igual que en cursos presenciales anteriores (A), alta y estable (Figura 3). El promedio de **notas finales** de la asignatura y la **tasa de éxito** fueron también altas. El **100% de los productos planificados fueron fabricados** (16 productos). La gran mayoría **funcionales** y de **muy buena calidad** (Figura 6).

Figura 6. Fotos de algunos productos y de la presentación pública al final del semestre (derecha). Izquierda: Prótesis del mano para ayudar en la rehabilitación de paciente que ha sufrido un ictus; centro: Adaptaciones para ayudar en la escritura a niño con parálisis cerebral.



El **Test Final de Conocimientos Esenciales** fue cumplimentado por el 94% de los estudiantes del curso (C) y arrojó una nota promedio alta y muy cercana (4%) al promedio de la nota final de la asignatura (Figura 5).

5. Discusión

La irrupción de la pandemia de COVID19 durante el curso 2019-2020 (B), evitó el desarrollo de la metodología OSOR de aprendizaje activo, planificada para un entorno presencial. La imposibilidad de fabricar los prototipos y de hacer un trabajo en equipo real, hizo que el OSOR perdiera su esencia y decayera el interés de los estudiantes. Aspectos como llegar a una solución real y el

compañerismo se perdieron en el OSOR durante (B). La falta de motivación se vio reflejada en la disminución de la asistencia de los estudiantes a las sesiones y su participación en las clases.

Hay autores (Nguyen et al., 2021) que puntualizan que la incorporación del aprendizaje activo está directamente relacionado con el mayor grado de motivación y compromiso por parte de los estudiantes. El hecho de recibir las clases de forma virtual también afectó negativamente a la motivación del alumnado a asistir y a participar. (Wang y Ren, 2020) registró algunas percepciones de los estudiantes sobre el aprendizaje remoto como esta: “el conocimiento impartido durante las clases online no fue tan útil y entretenido como en las clases presenciales”. (Nguyen et al., 2021) concluye que los estudiantes claramente prefieren el aprendizaje presencial u online síncrono por razones socio-emocionales. Por otro lado, queremos puntualizar que durante (B2), el alumnado de la UR y de otras muchas universidades fueron sometidos a una gran cantidad de carga de trabajo en todas las asignaturas que cursaban en ese semestre. Principalmente, se les pidió a los alumnos una gran cantidad de trabajos hechos en casa, para poder ser evaluados, dada la imposibilidad de realizar otras actividades. Creemos que esta circunstancia también contribuyó a que la asistencia a las sesiones virtuales y la participación de los alumnos fuera escasa.

Por otro lado, de los resultados del test de conocimientos esenciales, se deriva una relación directa entre en aprendizaje activo y el trabajo en grupo y el aprendizaje a largo plazo. Aunque sería necesario un estudio más profundo, esta influencia ha sido verificada también por otros autores. El estudio de (Gürses et al., 2007) puntualizaba que las actividades PBL promovían la integración y síntesis de conocimientos, facilitando el aprendizaje a largo plazo. Además, los autores concluyeron que el trabajo en equipo promueve la discusión creativa y compartir el conocimiento, facilitando el aprendizaje efectivo. El estudio de (Tatar & Oktay, 2011) también concluye que las metodologías PBL favorecen el aprendizaje a largo plazo. Todos estos estudios indican una influencia favorable del aprendizaje activo y en grupo sobre el aprendizaje a largo plazo que también se percibe de los resultados del test final de los cursos (A), (B) y (C) expuestos en esta comunicación (Figura 5).

Una vez se fue consciente de la importancia del aprendizaje activo y del trabajo en grupo real, se propusieron varias medidas de fortalecimiento de la metodología OSOR, las cuales se implementaron en el curso (C). Desde el inicio del semestre se trabajó en base a la asignación de roles; se hizo un uso más intensivo de las herramientas colaborativas; se crearon vídeos para la digitalización de aspecto importantes de la asignatura; y se establecieron kits de fabricación viajeros como parte del plan de contingencia. Como se ha mostrado en la sección previa, las medidas de fortalecimiento ofrecieron muy buenos resultados durante el desarrollo presencial de la asignatura, sentando las bases para una transición fluida en caso de un nuevo confinamiento. A lo largo de (C), los estudiantes mostraron una alta motivación con una elevada tasa de asistencia y participación. Las notas finales y la tasa de éxito en la asignatura también fueron muy altas. Además, la gran mayoría de los productos fabricados por los grupos de trabajo fueron funcionales y de muy buena calidad. El resultado más destacable fue la alta nota del test final de conocimientos esenciales, muy cercana al promedio de nota final de la asignatura (sólo a 4%), validando la estrecha relación entre el aprendizaje activo y el aprendizaje a largo plazo.

Previamente, otros autores han empleado de forma exitosa algunas de las estrategias de fortalecimiento planteadas en esta comunicación. La asignación de roles ha demostrado ser útil durante el confinamiento (Sankaranarayanan et al., 2020) y la creación de kits para que los

alumnos trabajen desde casa fue claramente validado por (Miles y Wells, 2020). Por su parte, (Hut et al., 2020; Rotger y Ribera, 2019; Wang y Ren, 2020), crearon vídeos formativos que incrementaron el interés de los alumnos y proporcionaron la oportunidad de un aprendizaje adaptado al ritmo de cada estudiante.

Siguiendo el trabajo de (Wang y Ren, 2020), quisiéramos para cursos sucesivos seguir favoreciendo la digitalización de asignatura, esta vez con vídeos interactivos donde los alumnos respondan a preguntas a lo largo del vídeo. Además, queremos involucrar a estudiantes que ya hayan superado la asignatura para que expliquen los aspectos relevantes durante el vídeo y den su punto de vista sobre el tema tratado.

Agradecimientos

Esta investigación forma parte del proyecto 'Reaccionando en pandemia: Mejora de las metodologías de aprendizaje activo en la asignatura de Tecnología de Fabricación', financiado por el Vicerrectorado de Profesorado de la Universidad de La Rioja, con referencia: N°28 de la convocatoria 2020-2021.

Los autores queremos agradecer a la Universidad de La Rioja por la financiación recibida a través de la convocatoria de Proyectos de Innovación docente 2020/2021 y a los estudiantes, profesores y Fundaciones involucrados en el Proyecto OSOR, especialmente a la Fundación ASPACE-Rioja, la Fundación Hospital Calahorra y la Sociedad Española de Especialistas en Baja Visión.

Referencias

- ANECA (Ministerio de Ciencia, I. y U. (2020). *ANECA's strategy for quality assurance in virtual teaching (Estrategia de ANECA para el aseguramiento de la calidad en la enseñanza virtual)*. <http://www.aneca.es/Sala-de-prensa/Noticias/2020/Estrategia-de-ANECA-para-el-aseguramiento-de-la-calidad-en-la-ensenanza-virtual>
- Autodesk. (n.d.). *Moldflow | Plastic Injection & Compression Molding Software | Autodesk*. <https://www.autodesk.com/products/moldflow/overview>
- Blackboard Collaborate | Distance Learning System | Blackboard*. (n.d.). <https://www.blackboard.com/en-eu/teaching-learning/collaboration-web-conferencing/blackboard-collaborate>
- Cutri, R. M., Mena, J., y Whiting, E. F. (2020). Faculty readiness for online crisis teaching: transitioning to online teaching during the COVID-19 pandemic. *European Journal of Teacher Education*, 43(4), 523-541. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1815702>
- Hut, R. W., Pols, C. F. J., y Verschuur, D. J. (2020). Teaching a hands-on course during corona lockdown: From problems to opportunities. *Physics Education*, 55(6). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abb06a>
- LA-RIOJA-Periódico. (2021). *Los 16 productos que han desarrollado estudiantes de la UR para personas con dependencia | Rioja2.com*. <https://www.rioja2.com/n-153234-2-los-16-productos-que-han-desarrollado-estudiantes-de-la-ur-para-personas-con-dependencia/>
- Nguyen, T., Netto, C. L. M., Wilkins, J. F., Bröker, P., Vargas, E. E., Sealton, C. D., Puthipiroj, P., Li, K. S., Bowler, J. E., Hinson, H. R., Pujar, M., y Stein, G. M. (2021). Insights Into Students'

- Experiences and Perceptions of Remote Learning Methods: From the COVID-19 Pandemic to Best Practice for the Future. *Frontiers in Education*, 6(April), 1-9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.647986>
- Pernia-Espinoza, A., Sanz-Garcia, A., Martinez-De-Pison-Ascacibar, F. J., Pecina-Marqueta, S., y Blanco-Fernandez, J. (2020). Technical projects with social commitment for teaching-learning intervention in STEM students. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2020-April*, 579-586. <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125176>
- Rotger, L., y Ribera, J. M. (2019). Designing a Video Course. The Case of the Online Course of Mathematical Olympiads. *Communications in Computer and Information Science*, 1011, 79-89. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20798-4_8
- Tsang, J., So, M., Chong, A., Lam, B., y Chu, A. (2021). Higher Education during the Pandemic: The Predictive Factors of Learning Effectiveness in COVID-19 Online Learning. *Education Sciences*, 11(8), 446. <https://doi.org/10.3390/educsci11080446>
- Ultimaker. (n.d.). *Ultimaker Cura: Powerful, easy-to-use 3D printing software*. <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura>
- Wang, L. Q., y Ren, J. (2020). Strategies, practice and lessons learned from remote teaching of the general chemistry laboratory course at brown university. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3002-3006. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00746>