

Perspectivas Educativas en Microbiología: Análisis del Impacto de las Prácticas Virtuales *vs* las Prácticas Presenciales en Alumnos del Grado de Podología

Educational Perspectives in Microbiology: Analysis of the Impact of Virtual Practices *vs* Face-to-Face Practices on Degree in Podiatry Students

Natalia González^{1*}, María Luisa Gómez-Lus², David Sevillano³, Luis Alou⁴

¹ Área de Microbiología, Departamento de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid; nagonzal@ucm.es, ORCID ID: 0000-0002-6874-954X

² Área de Microbiología, Departamento de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid; mlgomezl@ucm.es, ORCID ID: 0000-0002-8832-1751

³ Área de Microbiología, Departamento de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid; dsevilla@ucm.es, ORCID ID:0000-0003-0212-2194

⁴ Área de Microbiología, Departamento de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid; luisalou@ucm.es, ORCID ID:0000-0002-0859-008X

* Correspondencia: nagonzal@ucm.es

Recibido: 15/1/24; Aceptado: 16/2/24; Publicado: 19/2/24

Resumen: Con el objetivo de integrar de manera efectiva los entornos virtuales en las prácticas de Microbiología, se ha analizado la eficacia de las prácticas en formato virtual en comparación con el presencial en la asignatura de Microbiología del Grado de Podología. Tras elegir el formato práctico presencial o virtual, los alumnos realizaron voluntariamente cuestionarios de conocimientos previos y posteriores a las prácticas, con el fin de evaluar su rendimiento. Asimismo, se evaluó el compromiso y satisfacción de los estudiantes. La mayoría de los alumnos eligieron realizar las prácticas en formato presencial, mostrando un mayor compromiso y participación en los cuestionarios. Ambos grupos experimentaron una mejora en el rendimiento, sin diferencias significativas entre formatos. Los estudiantes que participaron en las prácticas expresaron un alto nivel de satisfacción en ambos formatos. Las prácticas virtuales suponen una alternativa adecuada a las prácticas presenciales en la enseñanza de Microbiología.

Palabras clave: Microbiología; Podología; prácticas virtuales; prácticas presenciales; aprendizaje mixto.

Abstract: With the aim of effectively integrating virtual environments in Microbiology practices, the effectiveness of virtual versus face-to-face practices in the Microbiology course of the Degree in Podiatry was analysed. After choosing the face-to-face or virtual practical format, students voluntarily completed pre- and post-practicum knowledge questionnaires to evaluate their performance. Students' commitment and satisfaction were also evaluated. Most students chose to complete the practices in the face-to-face format and showed a higher level of engagement and participation in the questionnaires. Both groups showed improved performance with no significant differences between the formats. Students who participated in the practices expressed an elevated level of satisfaction in both formats. Virtual practices are a viable alternative to face-to-face practices in Microbiology teaching.

Keywords: Microbiology; Podiatry; virtual practices; face-to-face practices; blended learning.

1. Introducción

La pandemia del Covid-19 dio lugar a la suspensión temporal de la educación presencial en todos los niveles de enseñanza españoles desde el 11 de marzo hasta el 21 de junio de 2020 (1). A continuación, se instauró un escenario de semipresencialidad, permitiendo la presencialidad en aquellas actividades que no podían llevarse a cabo en formato digital (2). Ante estas circunstancias extraordinarias, el profesorado se vio obligado a aplicar cambios en la metodología docente para adaptarse al uso de nuevas tecnologías, implementando material docente virtual que permitiera garantizar la continuidad del aprendizaje de los alumnos (3). A este respecto, se ha constatado que la integración de nuevas tecnologías, como prácticas o laboratorios virtuales, vídeos breves, cómics o cuestionarios en línea, constituyen herramientas que promueven la participación y facilitan el estudio de la Microbiología (4-6). Para conseguir una formación integral en la asignatura de Microbiología, en la que los discentes puedan aplicar los conocimientos teóricos adquiridos y ensamblen las distintas competencias conceptuales, procedimentales, manipulativas y actitudinales es necesario realizar un abordaje práctico, el cual se ha ejecutado tradicionalmente mediante las prácticas de laboratorio (7-8).

Por otra parte, se ha evidenciado que la implementación de estudios de casos no solo conduce a una comprensión más profunda de los contenidos, sino que también estimula el aprendizaje activo y potencia la capacidad de toma de decisiones en contextos prácticos (9). En el contexto de la Microbiología, se ha constatado que la incorporación de casos clínicos ya sea en entornos físicos o virtuales, constituye una estrategia eficaz para fomentar el aprendizaje autodirigido de los estudiantes, ya que este enfoque facilita de manera efectiva la aplicación de los principios microbiológicos en entornos clínicos, promocionando la internalización y aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en la disciplina (10-11).

Las prácticas de Microbiología tradicionales desarrolladas para el Grado de Podología de la Universidad Complutense de Madrid se basan en el análisis de dos casos clínico-prácticos circunscritos a dos de las patologías de etiología infecciosa que tienen lugar en el pie: la úlcera del pie de diabético y la onicomycosis. Para ello, los alumnos han de identificar los agentes causales de las muestras proporcionadas mediante la realización de diversas tinciones y pruebas bioquímicas. Con el propósito de ajustar las prácticas de laboratorio al entorno no presencial, se proporcionaron a los estudiantes los resultados obtenidos en cada prueba a fin de poder identificar el microorganismo que origina la infección en cada caso clínico.

El objetivo de este estudio ha sido valorar el impacto en la motivación, el rendimiento y la satisfacción de los alumnos de la asignatura de Microbiología del Grado de Podología en la realización de las prácticas de laboratorio en formato presencial o virtual durante el curso 2020/2021.

2. Métodos

Dada la excepcionalidad de la situación sociosanitaria durante el curso 2020/2021, en la que prevalecía salvaguardar la salud de los grupos de riesgo, las prácticas se llevaron a cabo de manera voluntaria. Los estudiantes tuvieron la opción de elegir entre el formato presencial o virtual, y estas prácticas no constituían un componente ponderado en la evaluación final de la asignatura. De este modo, se solicitó a los 71 alumnos que cursaban la asignatura de Microbiología en el 1º curso del Grado de Podología de la Universidad Complutense de Madrid durante el curso 2020/2021 (plan de estudios 2020) que realizaran las siguientes actividades (figura 1):

1. *Cuestionario previo de conocimientos (Cuestionario Pre)*. Al inicio del curso se elaboró un cuestionario con 10 preguntas básicas para valorar los conocimientos previos de todo el alumnado en materia de Microbiología.

2. *Elección de formato de prácticas*. Posteriormente, los alumnos se inscribieron en las prácticas de Microbiología del Grado de Podología, eligiendo una de las opciones de formato del prácticum: presencial o virtual.

2.1. Grupo de prácticas presenciales.

El guion de prácticas proporcionó los conocimientos esenciales para abordar el diagnóstico y tratamiento de la úlcera de pie diabético y la onicomycosis. En el caso de la infección del pie diabético se llevó a cabo un diagnóstico bacteriológico, proporcionando información detallada sobre la obtención y siembra de la muestra, el aislamiento y la identificación de microorganismos (incluyendo tipos de medios de cultivo, métodos de siembra, condiciones de incubación, tinciones y baterías de pruebas bioquímicas), así como el estudio de sensibilidad antibiótica mediante el antibiograma. Por otro lado, en el diagnóstico de la onicomycosis, causada por diversos hongos, se efectuó la identificación mediante observación macroscópica y la aplicación de diversas técnicas microscópicas y tinciones. El guion estuvo disponible en el Campus Virtual de la asignatura con dos semanas de antelación al inicio de las prácticas, permitiendo a los alumnos acceder y prepararse adecuadamente para las prácticas de laboratorio.

Las prácticas presenciales consistieron en una breve introducción teórica del guion de prácticas de laboratorio por parte del profesor, mediante la cual se instruyó al alumnado en las dos áreas prioritarias del diagnóstico de las infecciones podológicas. A continuación, los alumnos procedieron a realizar las diferentes pruebas que les permitieron identificar los microorganismos y conocer su sensibilidad, a fin de poder establecer un tratamiento adecuado. Las prácticas tuvieron una duración de 6 horas repartidas equitativamente durante 3 días consecutivos.

2.2. Grupo de prácticas virtuales.

Se llevó a cabo un ajuste del guion original diseñado para las prácticas presenciales con el objetivo de adecuarlo a un formato virtual. Este proceso implicó las modificaciones necesarias para garantizar que los contenidos, instrucciones y elementos prácticos fueran efectivos y aplicables en un entorno en línea. Para ello se realizó la incorporación de imágenes y ejemplos prácticos que ilustraron las pruebas de diagnóstico microbiológico y las pruebas de sensibilidad. Además, se proporcionó un detallado procedimiento teórico, acompañado de una explicación concisa de los resultados de cada prueba diagnóstica. Al igual que para las prácticas presenciales, el guion de prácticas fue subido al Campus Virtual para poder ser consultado por los alumnos con una antelación de 2 semanas a la realización de dichas prácticas.

Las prácticas fueron subidas al Campus Virtual y consistieron, igualmente, en la realización del diagnóstico y tratamiento de cada caso clínico. Se comenzó con un pequeño texto introductorio que abordaba la problemática y se aportaron imágenes de los resultados obtenidos para cada una de las diferentes pruebas de diagnóstico y sensibilidad propuestas, a fin de que los estudiantes pudieran resolver cada uno de estos casos clínicos.

2.3. Cuestionario para resolver el caso clínico-práctico.

Los alumnos tuvieron que completar un cuestionario de 10 preguntas subido al Campus Virtual. Una parte de las preguntas se dirigió a la resolución de los dos casos clínicos propuestos. Otra parte, a responder cuestiones generales del diagnóstico de las dos áreas

prioritarias de diagnóstico de las infecciones podológicas que el alumno debe asimilar. Los alumnos dispusieron de 2 semanas para la resolución de los casos clínicos.

2.4. Cuestionario de satisfacción.

Los alumnos tuvieron que valorar la actividad con una escala tipo Likert 1 (no me ha gustado nada) - 5 (me ha gustado mucho).

2.5. Cuestionario final de conocimientos (Cuestionario Post).

De forma voluntaria, los alumnos, una vez que finalizaron el periodo práctico, ya fuese en formato presencial o en virtual, tuvieron que responder de nuevo al cuestionario de conocimientos planteado al inicio del curso académico.

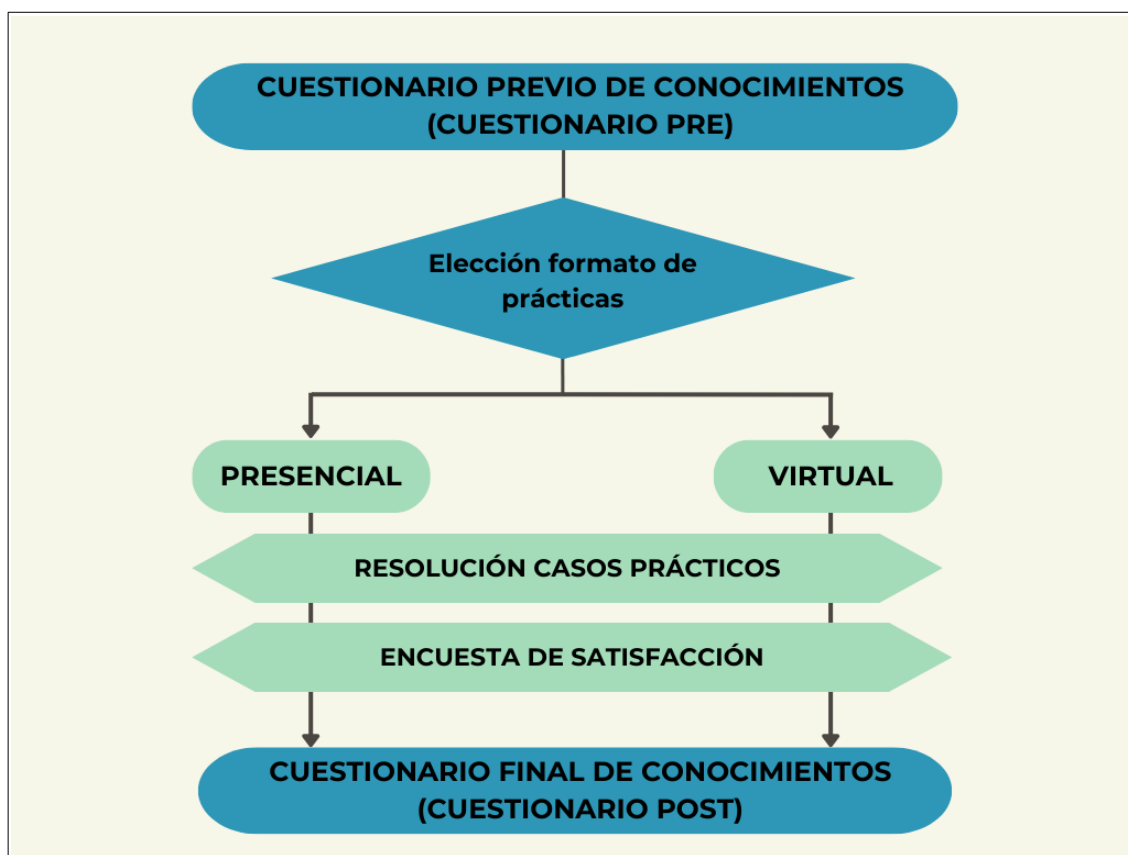


Figura 1. Diagrama de las actividades llevadas a cabo por los alumnos.

Tras obtener el consentimiento informado por parte de los alumnos, en relación con el Proyecto de Innovación Docente de la Universidad Complutense de Madrid de la convocatoria 2020/2021 N.º 177: Elaboración de material docente virtual para las prácticas de la asignatura de Microbiología del Grado de Podología, se realizó la evaluación del impacto y la calidad de las prácticas mediante el estudio de los tres parámetros educativos: compromiso, rendimiento y satisfacción. El compromiso se valoró teniendo en cuenta la finalización de los diferentes cuestionarios pre y post y el caso clínico. El rendimiento se evaluó mediante la comparación de los resultados de los cuestionarios previos de conocimientos con los resultados de los cuestionarios posteriores a la realización de las prácticas y la nota obtenida en los casos clínicos. Para medir la satisfacción, se realizó una encuesta en la que los alumnos expresaron su opinión. El consentimiento informado y los cuestionarios fueron completados mediante Google Forms de forma identificada. Los datos fueron analizados usando el programa GraphPad Prism 8. La prueba estadística empleada

fue el T test no pareado con corrección de Welch excepto para la comparación de la participación entre grupos, en la que se empleó la prueba de χ^2 .

3. Resultados

Compromiso

De los 71 alumnos matriculados en la asignatura de Microbiología del Grado de Podología, 52 (73,2%) eligieron el formato presencial y 19 (26,8%) eligieron el virtual, aunque no todos ellos completaron las encuestas de conocimientos pre y post ni los casos clínicos (figura 2). En el grupo presencial, 39 alumnos (75,0%) finalizaron todos los cuestionarios propuestos, mientras que en el grupo virtual fueron 8 (42,1%). Se detectaron diferencias significativas en la participación entre grupos tanto en la elección de formato ($p < 0,0001$) como en la realización de los cuestionarios ($p < 0,0095$).

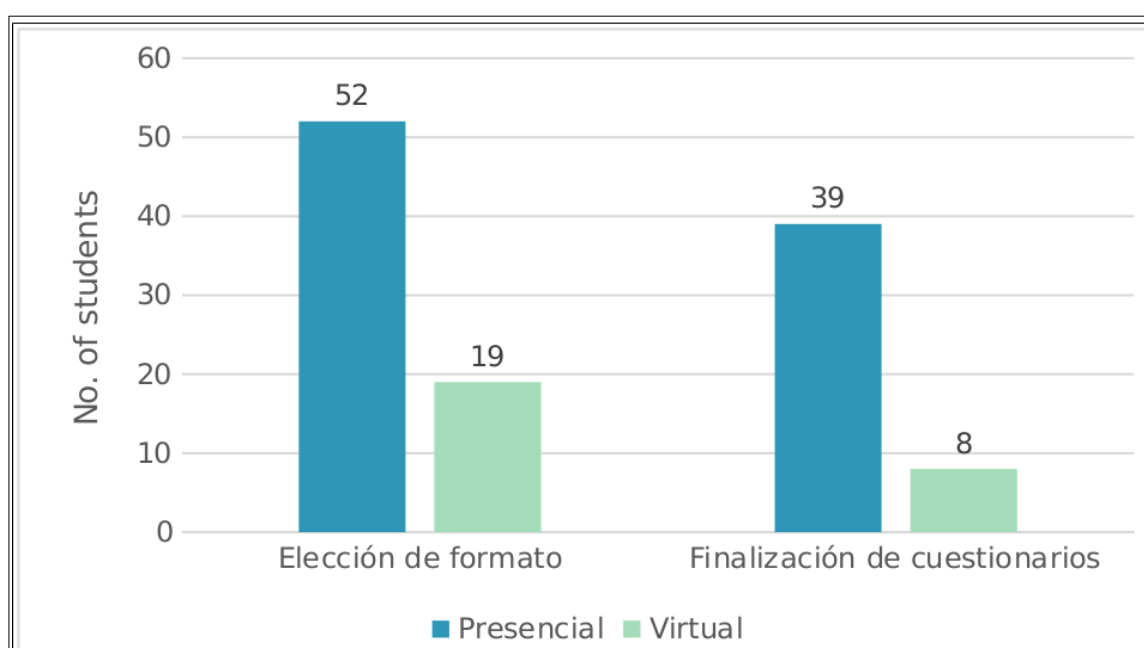


Figura 2. Número de estudiantes que eligió cada formato y completó el total de cuestionarios para cada uno de los grupos: presencial y virtual.

Rendimiento

Con respecto a los cuestionarios pre y post, tal y como se observa en la figura 3, las prácticas, en cualquiera de los formatos empleados, mejoraron el rendimiento de los alumnos, observándose un incremento significativo de 2,0 puntos (presencial) y 1,9 (virtual) en la calificación obtenida en los cuestionarios ($p < 0,0001$ en ambos formatos). No se observaron diferencias significativas entre ambos formatos (presencial y virtual) en la calificación obtenida antes ni después de realizar las prácticas ($p = 0,2964$ y $p = 0,2377$, respectivamente).

Los alumnos del grupo de prácticas presencial obtuvieron una calificación media de 6,4 sobre 10 puntos en el cuestionario de los casos clínico-prácticos, mientras que los de prácticas virtuales obtuvieron una calificación media de 8,0 sobre 10 puntos. Se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ($p = 0,0199$).

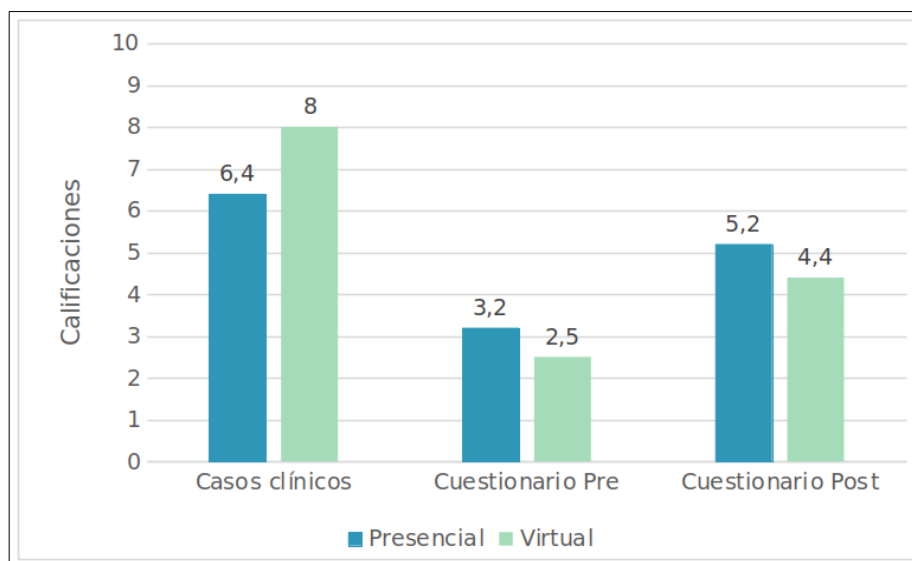


Figura 3. Calificación media obtenida para los casos clínicos y los cuestionarios pre (previos a las prácticas) y post (tras las prácticas) para los alumnos del formato presencial y virtual.

Satisfacción

El grado de satisfacción de las prácticas fue elevado, pues se obtuvo un valor medio de 4,1 sobre 5 para los alumnos que realizaron las prácticas en formato presencial y un valor medio de 4,0 para los del virtual. No se apreciaron diferencias significativas entre formatos ($p=0,7514$).

4. Discusión

A lo largo de las dos últimas décadas se ha observado que los laboratorios de Microbiología universitarios están reduciendo sus horas de instrucción o incluso están siendo eliminados debido a la limitación de recursos, de tiempo o de espacio, y a los cambios curriculares generales (12,13). En respuesta a estas limitaciones, la realización de prácticas en formato virtual en el laboratorio de Microbiología ha ganado popularidad como alternativa a las prácticas presenciales, especialmente en contextos donde la accesibilidad o la limitación de recursos pueden suponer un desafío (7,8,14). Adicionalmente, la pandemia del Covid-19 ha actuado como un catalizador, acelerando la transición hacia las prácticas virtuales, y acentuando la utilidad de estas prácticas al proporcionar una alternativa efectiva y flexible que aborda las limitaciones asociadas con las prácticas presenciales (15). En estudios previos desarrollados por este grupo se ha demostrado que la flexibilización de las trayectorias de aprendizaje mediante actividades virtuales mejora el interés y el aprendizaje de los alumnos en el estudio de la Microbiología (16,17). Con el objetivo de incorporar un enfoque virtual en el desarrollo de las prácticas de laboratorio, el presente estudio evalúa y compara el impacto de las prácticas de Microbiología en el Grado de Podología en formato presencial y virtual, mediante el análisis de tres parámetros educativos: compromiso, rendimiento y satisfacción.

Compromiso

A pesar de que las prácticas virtuales pueden ofrecer ciertas ventajas para los alumnos tales como accesibilidad, comodidad, o permitir un ritmo de estudio personalizado, varias investigaciones recientes indican que las prácticas presenciales siguen siendo el método preferido por los estudiantes para el aprendizaje práctico de la Microbiología (7,8,14). En nuestro caso, de los 71 alumnos matriculados en esta asignatura la mayoría escogió la

presencialidad (73,2%). Asimismo, los alumnos que realizaron las prácticas en formato presencial fueron más participativos en la finalización de los cuestionarios que los alumnos que realizaron las prácticas en formato virtual, apreciándose diferencias significativas entre ambos grupos para la finalización de los cuestionarios. Esta diferencia sugiere que los estudiantes que participaron en las prácticas presenciales tuvieron una mayor disposición y compromiso para completar las diferentes actividades. Se ha señalado que la falta de interacción directa con el instructor y los compañeros en entornos virtuales puede afectar la motivación y el compromiso de los estudiantes (8,18) y que las prácticas de Microbiología en formato presencial ofrecen mayor motivación interna debido a la retroalimentación inmediata (14).

Rendimiento

Tanto el formato presencial como el virtual conducen a una mejora significativa de 1,9-2 puntos en las calificaciones de los cuestionarios después de realizar las prácticas. Esto sugiere que ambos formatos pueden ser efectivos para mejorar el rendimiento de los alumnos, lo que se muestra en consonancia con investigaciones anteriores que compararon los efectos de la educación virtual y presencial y encontraron resultados similares en rendimiento académico (19-21).

No obstante, en la literatura existe disparidad en cuanto a los resultados obtenidos en beneficio a alguno de los dos formatos. De este modo, algunos estudios revelan que el rendimiento de los estudiantes de la modalidad a distancia puede ser significativamente inferior al de los participantes de la modalidad convencional (22) y viceversa (23,24). Tanto el diseño del material como los instrumentos de evaluación empleados y las habilidades valoradas podrían influir en la variabilidad de los resultados.

Sin embargo, aunque se produce una mejora en la calificación, las notas obtenidas en los cuestionarios post son de 4,4 y 5,2 sobre 10. Se ha observado que la aplicación de calificaciones que afectan a la nota ponderada fomenta la participación y mejora el rendimiento por parte de los alumnos (25,26), por lo que la voluntariedad de la actividad puede conducir a un menor esfuerzo por parte de los estudiantes. En un estudio, a pesar del carácter voluntario de las sesiones de laboratorio de Microbiología, se apreció que los resultados en los exámenes relacionados con el laboratorio obtuvieron puntuaciones más altas que aquellos que no realizaron las prácticas (27).

Por otro lado, los alumnos del grupo de prácticas virtuales obtuvieron una calificación más elevada que los pertenecientes al grupo presencial (8,0 vs 6,4 sobre 10 puntos, respectivamente), apreciándose diferencias significativas. Es interesante destacar que el formato virtual podría tener ciertas ventajas en la adquisición de conocimientos en contextos específicos. En consonancia, se ha demostrado que mediante una simulación por computadora para realizar la identificación bacteriana se provocaba una comprensión más profunda del material (28), o que las sesiones interactivas basadas en casos mejoran el desempeño de los estudiantes en este aspecto (29). Del mismo modo, se ha sugerido que la educación virtual puede facilitar un mayor grado de autodirección por parte de los estudiantes, lo que a su vez puede conducir a una mejor comprensión y retención de la información (19).

A pesar de las ventajas manifiestas que pueden ofrecer las prácticas en formato virtual es importante considerar que con este tipo de prácticas no se pueden adquirir las diferentes competencias manipulativas que se adquieren en el laboratorio tales como la realización de las técnicas de tinción, siembras en medios de cultivo o utilización de microscopio. No

obstante, el formato virtual cumple completamente con su objetivo cuando la finalidad es conocer el proceso, así como la interpretación y análisis de los resultados (30).

Satisfacción

Los resultados obtenidos muestran que los alumnos que participaron en las prácticas, ya sea en formato presencial o virtual, presentaron un alto nivel de satisfacción con la actividad realizada, con puntuaciones de 4,1 y 4,0 sobre 5, respectivamente. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones anteriores que han destacado la satisfacción de los estudiantes con las prácticas virtuales en Microbiología mediante la utilización de diversos formatos para llevarlas a cabo (23, 30). Esto puede atribuirse a varios factores: la flexibilidad y comodidad proporcionada por el formato virtual puede permitir a los estudiantes participar en las prácticas de manera más conveniente, adaptándose a sus propias circunstancias y horarios. Además, la posibilidad de acceder a recursos y materiales adicionales en línea y la oportunidad de revisar y repetir actividades prácticas pueden contribuir a una experiencia de aprendizaje satisfactoria (21). Cuando se ha llevado a cabo la evaluación de una sesión interactiva basada en casos se ha observado los alumnos consideran útil estas herramientas y les sirven para repasar (29).

Al mismo tiempo, la satisfacción de los estudiantes puede estar influenciada por varios factores individuales y situacionales, como las expectativas previas, el nivel de motivación y el estilo de enseñanza utilizado (31).

Limitaciones del estudio

El presente estudio presenta varias limitaciones en cuanto al número de alumnos y al ámbito al que se circunscribe, ya que la muestra utilizada se restringe a estudiantes de Podología durante el curso académico 2020/2021. Al tratarse de una actividad voluntaria la tasa de respuesta fue baja. Resultaría interesante ampliar el número de alumnos e implementar este proyecto también en otros Grados impartidos por este Departamento: Medicina y Nutrición Humana y Dietética. En futuras investigaciones, sería relevante aumentar el número de ítems de los cuestionarios y explorar en mayor detalle las razones específicas que contribuyen a la alta satisfacción de los alumnos con estas prácticas.

5. Conclusiones

- A pesar de las ventajas de las prácticas virtuales, el interés, el nivel de participación y el compromiso fue significativamente mayor en el formato presencial.
- El rendimiento fue similar en ambos formatos, pero los alumnos que realizaron prácticas virtuales obtuvieron una calificación significativamente más alta en los casos clínico-prácticos.
- Los estudiantes mostraron un alto nivel de satisfacción con ambos formatos de prácticas.
- Las prácticas virtuales suponen una alternativa adecuada a las prácticas las presenciales en la enseñanza de la Microbiología.

Material suplementario: Ninguno

Financiación: No ha habido financiación

Agradecimientos:

Declaración de conflicto de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores: Conceptualización, investigación y metodología (NG, ML, LA); Análisis y resultados (NG, DS y LA); Realización y revisión del artículo (NG, ML, DS, LA).

Referencias

1. Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19. Publicado en: «BOE» núm. 67, de 14/03/2020. Entrada en vigor: 14/03/2020. Departamento: Ministerio de la Presidencia,

- Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática Referencia: BOE-A-2020-3692. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2020/03/14/463>
2. Orden 668/2020, de 19 de junio, de la Consejería de Sanidad, por la que se establecen medidas preventivas para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19 una vez finalizada la prórroga del estado de alarma establecida por el Real Decreto 555/2020, de 5 de junio. https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2020/06/20/BOCM-20200620-11.PDF
 3. Cifuentes-Faura J. Docencia online y Covid-19: la necesidad de reinventarse. *Revista De Estilos De Aprendizaje*. 2020; 13(Especial): 115–127. <https://doi.org/10.55777/rea.v13iEspecial.2149>
 4. Stevens NT, Holmes K, Grainger RJ, Connolly R, Prior AR, Fitzpatrick F, O'Neill E, Boland F, Pawlikowska T, Humphreys H. Can e-learning improve the performance of undergraduate medical students in Clinical Microbiology examinations? *BMC medical education*. 2019; 19(1): 408. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1843-0>
 5. Scavone P, Carrasco V, Umpiérrez A, Morel M, Arredondo D, Amarelle V. Microbiology can be comic. *FEMS Microbiol Lett*. 2019; 366(14):fnz171. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnz171>
 6. Lacey K, Wall JG. Video-based learning to enhance teaching of practical microbiology. *FEMS Microbiol Lett*. 2021; 368(2):fnaa203. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnaa203>
 7. Joji RM, Kumar AP, Almarabheh A. et al. Perception of online and face to face microbiology laboratory sessions among medical students and faculty at Arabian Gulf University: a mixed method study. *BMC Med Educ*. 2022; 22:411. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03346-2>
 8. Brockman RM, Taylor JM, Segars LW, Selke V, Taylor TAH. Student perceptions of online and in-person microbiology laboratory experiences in undergraduate medical education. *Med Educ Online*. 2020; 25(1):1710324. <https://doi.org/10.1080/10872981.2019.1710324>
 9. Sibbald SL, Speechley M, Thind A. Adapting to the Needs of the Public Health Workforce: An Integrated Case-Based Training Program. *Frontiers in public health*. 2016; 4: 221. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00221>
 10. Harakuni SU. E-tutorials to accentuate - Clinical microbiology learning. *Indian J Med Microbiol*. 2020;38(3 & 4):448-450. https://doi.org/10.4103/ijmm.IJMM_20_100
 11. Eveillard M, Baglin I, Legeay S. Teaching bacterial infections in pharmaceutical studies: why not 'with students' instead of 'to students'? *FEMS Microbiology Letters*. 2021; 368(13):fnab084. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnab084>
 12. Hearing JC, Lu WH. Trends in Teaching Laboratory Medicine in Microbiology to Undergraduate Medical Students: A Survey Study. *Med.Sci.Educ*. 2014; 24: 117–123. <https://doi.org/10.1007/s40670-014-0015-4>
 13. Melber DJ, Teherani A, Schwartz BS. A Comprehensive Survey of Preclinical Microbiology Curricula Among US Medical Schools. *Clinical Infectious Diseases*. 2016; 63(2):164–168. <https://doi.org/10.1093/cid/ciw262>
 14. Salter S, Gardner C. Online or face-to-face microbiology laboratory sessions? first year higher education student perspectives and preferences. *Creat Educ*. 2016; 07:1869–80. <https://doi.org/10.4236/ce.2016.714189>
 15. Noel TC, Rubin JE, Guerrero YA, Davis MC, Dietz H, Libertucci J, Sukdeo N. Keeping the microbiology lab alive: essential microbiology lab skill development in the wake of COVID-19. *Canadian Journal of Microbiology*. 2020; 66(10): 603-604. <https://doi.org/10.1139/cjm-2020-0373>
 16. Gómez-Lus ML, Sevillano D, González N, Alou L. Implicación de los alumnos del Grado de Podología en la innovación docente de la Microbiología. *Revista Internacional De Ciencias Podológicas*. 2019; 13(2): 55-60. <https://doi.org/10.5209/ricp.64720>
 17. Gómez-Lus ML, Alou L, Prieto J. Integrando el aprendizaje activo de la Microbiología en el Grado de Medicina: evolución de la implicación de los estudiantes. *Educación Médica*. 2018; 19(2): 77-81. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.11.006>
 18. Kim J, Kwon Y, Cho D. Investigating factors that influence social presence and learning outcomes in distance higher education. *Computers and Education*. 2011; 57(2): 1512–1520. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.02.005>
 19. Sancho P, Corral R, Rivas T, González MJ, Chordi A, Tejedor C. A blended learning experience for teaching microbiology. *Am J Pharm Educ*. 2006;70(5):120. <https://doi.org/10.5688/aj7005120>

20. Brinson JR. Learning outcome achievement in non-traditional (virtual and remote) versus traditional (hands-on) laboratories: A review of the empirical research. *Computers & Education*. 2015; 87:218-237. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.003>
21. Bernard RM, Abrami PC, Borokhovski E, Wade CA, Tamim RM, Surkes MA, Bethel EC. A Meta-Analysis of Three Types of Interaction Treatments in Distance Education. *Review of Educational Research*. 2009; 79(3): 1243–89. <https://doi.org/10.3102/0034654309333844>
22. Foo Cc, Cheung B, Chu Km. A comparative study regarding distance learning and the conventional face-to-face approach conducted problem-based learning tutorial during the COVID-19 pandemic. *BMC Med Educ*. 2021; 21:141. <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02575-1>
23. Torres-Cuevas I, Pérez S, Rius S, Marqués L. Impacto de la metodología Online vs Presencial en las prácticas de Ciencias de la Salud. En IN-RED 2021: VII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red. *Editorial Universitat Politècnica de València*. 2021; 114-127. <http://hdl.handle.net/10251/175661>
24. Gaudin M, Tanguy G, Plagne M, et al. E-learning versus face-to-face training: Comparison of two learning methods for Lyme borreliosis. *Infect Dis Now*. 2022; 52(1):18-22. <https://doi.org/10.1016/j.idnow.2021.11.001>
25. Freeman S, O'Connor E, Parks JW, et al. Prescribed active learning increases performance in introductory biology. *CBE Life Sci Educ*. 2007;6(2):132-139. <https://doi.org/10.1187/cbe.06-09-0194>
26. Chevalier A, Dolton P, Lührmann M. 'Making it Count': Incentives, Student Effort and Performance. *Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society*. 2018; 181(2):323–349. <https://doi.org/10.1111/rssa.12278>
27. Lawson LB, Lind CM, Gibson JW, Höner Zu Bentrup K. Do Voluntary Lab-Based Active Learning Sessions Impact Medical Student Knowledge Retention? *Med Sci Educ*. 2020;30(2):823-831. <https://doi.org/10.1007/s40670-020-00956-7>
28. Johnson TE, Gedney C. Learning support assessment study of a computer simulation for the development of microbial identification strategies. *Microbiol Educ*. 2001;2:18-24. <https://doi.org/10.1128/me.2.1.18-24.2001>
29. Blewett, EL, Kisamore, JL. Evaluation of an interactive, case-based review session in teaching medical microbiology. *BMC Med Educ*. 2009; 9: 56. <https://doi.org/10.1186/1472-6920-9-56>
30. Flint S, Stewart T. Food microbiology—design and testing of a virtual laboratory exercise. *J Food Sci Educ*. 2010;9(4):84–9. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4329.2010.00108.x>
31. Vázquez M, Guadalupe M, García JA. Satisfacción estudiantil en universitarios: una revisión sistemática de la literatura. *Revista Educación*. 2022; 46(2): 610-626. <https://doi.org/10.15517/revedu.v46i2.47621>



© 2024 Universidad de Murcia. Enviado para su publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Sin Obra Derivada 4.0 España (CC BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).