

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5149

Aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la docencia universitaria para el laboratorio de microbiología clínica: una experiencia didáctica comparada

Claudia Luz Navarro Villarruel

claudia.nvillarruel@academicos.udg.mx

<https://orcid.org/0000-0002-7368-5691>

CUCiénega, Universidad de Guadalajara.

Ocotlán - Jalisco – México

Ana Luisa Madriz Elisondo

ana.madriz@academicos.udg.mx

<https://orcid.org/0000-0002-5260-9139>

CUCiénega, Universidad de Guadalajara.

Ocotlán - Jalisco – México

Luz María Ibarra Velázquez

luz.ibarra@academicos.udg.mx

<https://orcid.org/0000-0001-8265-5630>

CUCiénega, Universidad de Guadalajara.

Ocotlán - Jalisco – México

Tania Karina Ceja Farias

taniaceja@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7471-5768>

CUCiénega, Universidad de Guadalajara.

Ocotlán - Jalisco – México

Ma. Elena Rivas Zendejas

Escuela Preparatoria Regional La Barca,

Universidad de Guadalajara. Jalisco – México

ma.rivas3194@academicos.udg.mx

J. Jesús Padilla Frausto

j.padilla@academicos.udg.mx

<https://orcid.org/0000-0003-3402-9146>

Departamento de Ciencias Médicas y de la Vida.

Centro Universitario de la Ciénega

Universidad de Guadalajara

Ocotlán - Jalisco – México

Correspondencia: j.padilla@academicos.udg.mx

Artículo recibido 23 enero 2023 Aceptado para publicación: 23 febrero 2023

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Cómo citar: Navarro Villarruel, C. L., Madriz Elisondo, A. L., Ibarra Velázquez, L. M., Ceja Farias, T. K., Rivas Zendejas, E., & Padilla Frausto, J. J. (2023). Aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la docencia universitaria para el laboratorio de microbiología clínica: una experiencia didáctica comparada. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 9410-9426. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5149

RESUMEN

Las capacidades tecnológicas y los hábitos de estudio del estudiante del tercer milenio, han conducido al docente a explorar entornos mixtos y rediseñar metodologías de enseñanza. En el nivel superior, particularmente en las disciplinas de la salud, el aprendizaje práctico debe estar encaminado a i) la adquisición de habilidades de relación y comunicación del conocimiento, ii) mejorar las competencias instrumentales y metodológicas en el laboratorio, y iii) favorecer el pensamiento crítico, autogestivo y asertivo. El método ABP en contraste con la docencia tradicional promete alcanzar estos objetivos en el profesional en formación. En este estudio de investigación correlacional se diseñó una secuencia de estrategias didácticas en donde se combinaron entornos presenciales, virtuales o híbrido, con la didáctica tradicional y mixta (tradicional + ABP). El estudio se llevó a cabo durante 8 semestres. Con un 95% de confianza la metodología mixta (tradicional + ABP) es mejor ($P < 0.05$) con respecto a la enseñanza solo por la metodología tradicional. No solo la evaluación cuantitativa del estudiante, sino la ganancia de habilidades de comunicación y prácticas se favorecieron con la metodología mixta. Con lo anterior se afirma que las metodologías docentes como el ABP en donde el estudiante posee un rol activo en su proceso de aprendizaje impactan con calidad en la formación del futuro profesional de la salud.

Palabras clave: ABP vs. docencia tradicional; aprendizaje activo; laboratorio por proyectos.

Project-based learning (PBL) in university teaching for the clinical microbiology laboratory: a comparative didactic experience

ABSTRACT

The technological capabilities and study habits of students in the third millennium lead teachers to explore mixed environments and redesign teaching methodologies. At higher levels, particularly in health disciplines, practical learning must aim to i) acquire knowledge, relationship, and communication skills, ii) improve instrumental and metrological skills in the laboratory, and iii) promote critical, self-managed, and assertive thinking. The PBL method, in contrast to traditional teaching, promises that professionals in training will be able to achieve these objectives. In this correlational research study, a sequence of didactic strategies was designed that combined face-to-face, virtual, or hybrid environments with traditional and mixed (traditional + PBL) didactics. The study was carried out over eight semesters. With 95% confidence, the mixed methodology (traditional + PBL) was better ($P < 0.05$) compared to teaching only with the traditional methodology. Beyond the quantitative evaluation of the students, the enhancement of communication skills and practices were favored with the mixed methodology. With the above, we show that teaching methodologies such as PBL, where the student has an active role in their learning process, have a higher impact on the quality of the training for future professionals in the health area.

Keywords: *PBL vs. traditional teaching; active learning; Laboratory for projects.*

INTRODUCCIÓN

Los estudiantes del tercer milenio deben ser capaces de buscar, seleccionar y analizar información, y con ella discernir, aprender y obtener la capacidad de ser críticos (Almulla, 2020). Con esta premisa, para abordar satisfactoriamente las nuevas necesidades formativas de los estudiantes y además, establecer referentes adecuados en los protocolos de formación disciplinar, se requiere la implementación de estrategias educativas más acordes a las “formas de aprendizaje y estudio” de los estudiantes de este nuevo milenio. Actualmente, el aprendizaje debe de estar centrado en el estudiante y el docente debe pasar de ser un transmisor de conocimientos a ser un facilitador y orientador de dicho aprendizaje (Mas Torelló, 2012). Las estrategias, modelos, enfoques o herramientas deben estar dirigidas a que el alumno no sólo adquiera conocimientos significativos, sino que también desarrolle competencias transversales, habilidades y a su vez solucione problemas reales que se presentan en la sociedad y en las cuales tiene injerencia el profesionista en formación (Turner, Healey & Bens, 2021).

A continuación se presenta brevemente la conceptualización del modelo de docencia “tradicional” y la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), así como el rol del docente en cada estrategia:

Modelo tradicional vs. el método ABP

En el modelo tradicional se concibe al estudiante como un ser pasivo, es decir, un receptor (pasivo) de saberes memorísticos (del conocimiento) y objeto de la acción del profesor (Sivarajah *et al.*, 2019). Y el conocimiento se considera como “algo” que ya está dado y determinado por un sabedor exclusivo que es la teoría y/o el docente (Soboleva, 2021). El docente, por ende, se concibe como “el poseedor” del conocimiento y el único sujeto activo en el proceso de aprendizaje (Oderinu *et al.*, 2020). De tal forma que, en este modelo, la evaluación se centra en validar que el estudiante repite la información que el docente ha ofrecido durante las sesiones de clases (Ali, 2019).

Por otro lado, tras los ensayos de William Kilpatrick (1871-1965), quien es reconocido como el precursor de la metodología del ABP (aunque la metodología didáctica que él diseñó no es necesariamente la misma que se utiliza hoy en día en las escuelas e institutos) surge una nueva tendencia de que los docentes son más que poseedores del conocimiento, los guías de la creación de este, en donde el alumno es el protagonista de su proceso de aprendizaje (Beyer, 1997; Arpí Miró *et al.*, 2012). Según describen Arpí

Miró *et al.*, (2012), el ABP fue una metodología didáctica surgida en el entorno de las ciencias de la salud a finales de los años sesenta y desde entonces, se presenta una alternativa para que la docencia se dirija hacia las nuevas realidades, pero siempre con la premisa de que el proceso de enseñanza-aprendizaje debe centrarse en los estudiantes, en sus necesidades como futuros profesionales y en su actividad académica y cognitiva. En la metodología del ABP se presume que el objetivo es desarrollar competencias profesionales y capacidades para el aprendizaje autónomo, que a la vez de que se adquieren conocimientos propios de cada disciplina de forma integrada, se crea un terreno propicio para desarrollar habilidades sociales y colaborativas, básicas en las ciencias de la salud (Pan *et al.*, 2021).

Con base en lo anterior y en contraste con la docencia “tradicional”, la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una buena herramienta para llevarla al aula, sobre todo en materias prácticas, ya que enfrenta al alumno de manera colaborativa a situaciones que lo llevan a plantear soluciones ante problemas reales y aplicar sus conocimientos de manera significativa.

Recientemente, diversos estudios han presentado las ventajas del ABP sobre la metodología didáctica tradicional en los laboratorios de enseñanza de la práctica clínica y ciencias de la salud antes y después del COVID-19 (Ibeh *et al.*, 2020; Obeta, Etukudoh & Ejinaka, 2020; Thembane, 2022; Uchejeso *et al.*, 2020).

Este trabajo es el resultado de la propuesta comparada de ABP vs. la docencia "tradicional" aplicada en estudiantes en la Unidad de Aprendizaje de Laboratorio de Microbiología Clínica (LMC) de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo en la Universidad de Guadalajara, México.

En dicho programa de estudios, la Unidad de Aprendizaje de LMC se cursa en el sexto semestre, seis horas por semana, con un total de 102 h (51 h teóricas y 51 h prácticas) al semestre y se presenta en secuencia de la Unidad de Aprendizaje de Microbiología, en donde se ofrecen los contenidos básicos de la disciplina, sin ahondar en los grupos y las características propias de los microorganismos causantes de infecciones en el humano. De tal manera que, los contenidos de la Unidad de Aprendizaje de LMC inician con una breve introducción del proceso infeccioso, sus determinantes en el humano y los factores intrínsecos al microorganismo patógeno. En la segunda unidad temática se discuten los grupos microbianos de interés clínico. Posteriormente, se presentan las fases del

diagnóstico laboratorial, seguida por un contenido de unidad más explícita en donde se describe y practica la metodología para la detección, aislamiento y caracterización de los microorganismos causantes de infección según su sitio de instalación y patogenia. En la Tabla 1 se muestra la carga horaria por contenido temático en la Unidad de Aprendizaje.

Tabla 1. Unidad, tipo de contenido y distribución horaria en la Unidad de Aprendizaje de LMC.

Unidad y tipo	Contenido	Carga horaria
1. Introductorio-conceptual	Enfermedades infecciosas (proceso, susceptibilidad del humano y características de los patógenos).	12 h
2. Teórico-cognitivo	Principales agentes etiológicos de las infecciones humanas.	18 h
3. Secuencia de algoritmos	Metodologías para el diagnóstico laboratorial de las enfermedades infecciosas en el humano.	12 h
4. Procedimental	Protocolos para el análisis de muestras clínicas según el sitio de la infección.	60 h
	Carga horaria total al semestre:	102 h

Por otro lado, durante la pandemia de COVID-19, fue necesario adaptar la metodología de enseñanza aprendizaje a las limitantes que se solicitaron por la situación, tales como el trabajar desde ambientes virtuales y con un límite máximo de prácticas (3) de laboratorio, con ingresos al laboratorio con grupos reducidos (de 8 a 12 estudiantes). Lo que parafraseando a Ball *et al.*, (2021), representó un reto significativamente mayor para gestionar los cursos universitarios, particularmente los de índole teórico-práctica (de tipo laboratorio) en entornos virtuales. En el que en la mayoría de los casos el docente debió capacitarse para tomar el rol de guía a la distancia, instructor disciplinar y tecnológico, sin perder la perspectiva del tiempo en que debía cubrirse cada contenido de la Unidad de Aprendizaje (Kurbakova, Volkova & Kurbakov, 2020).

El presente estudio pretendió explorar y evaluar las ventajas del ABP en la docencia universitaria del Laboratorio de Microbiología Clínica, comparando el rendimiento de los estudiantes contra la metodología de la docencia tradicional, independientemente de si se ofreció en un entorno virtual, presencial o híbrido.

METODOLOGÍA

El estudio de investigación correlacional que se ha diseñado para este proyecto se desarrolló en el contexto pre-, durante y post-pandemia de COVID-19, de tal forma que se exploran y comparan los resultados de los estudiantes que recibieron su formación en un entorno presencial, virtual o híbrido, con un diseño experimental que permitió comparar la metodología de la docencia tradicional vs. el método ABP.

Como unidades experimentales se incluyeron 221 estudiantes que cursaron la unidad de aprendizaje en los últimos cuatro años (8 semestres, desde enero del 2019).

En la Tabla 2 se describe la temporalidad del estudio, la modalidad de impartición de clase y la cantidad de estudiantes incluidos por semestre. Cabe mencionar que en el plantel existen dos secciones (grupos) que se imparten en paralelo, por un profesor par distinto, sin embargo, la otra sección no participó, para no introducir más error al estudio, de tal manera que en este, los alumnos fueron guiados solo por un profesor en las diferentes temporalidades incluidas.

Tabla 2. Temporalidad, modalidad y número de estudiantes que participaron en el estudio.

Ciclo escolar	Modalidad/entorno	Cantidad de participantes
2019-A	Presencial	31
2019-B	Presencial	26
2020-A	Virtual*	24
2020-B	Híbrido**	29
2021-A	Virtual*	31
2021-B	Híbrido**	26
2022-A	Presencial	29
2022-B	Presencial	25
	Total de participantes:	221

*Virtual= no presencial; ** 51 h en no presencial (instrucción teórica) y 51 h presencial (práctica)

Para lograr observar el efecto de la metodología ABP, contrastado contra la metodología de docencia tradicional, todos los ciclos escolares fueron impartidos combinando ambas metodologías. La unidad 1 y 2 (30 h) se ofreció con la metodología tradicional en todos los ciclos escolares. La unidad 3 y 4, se ofrecieron alternando la metodología tradicional y/o la de ABP, entre cada ciclo escolar (ver distribución de metodologías en la Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de las estrategias metodológicas didácticas según ciclo escolar para cada unidad de contenido.

Ciclo escolar	Estrategia metodológica por unidad de contenido				CLAVE
	1	2	3	4	
2019-A	Tradicional	Tradicional	Tradicional	ABP	P-T/ABP
2019-B	Tradicional	Tradicional	ABP	Tradicional	P-ABP/T
2020-A	Tradicional	Tradicional	Tradicional	Tradicional	V-T/T
2020-B	Tradicional	Tradicional	ABP	ABP	H-ABP/ABP
2021-A	Tradicional	Tradicional	ABP	Tradicional	V-ABP/T
2021-B	Tradicional	Tradicional	Tradicional	ABP	H-T/ABP
2022-A	Tradicional	Tradicional	Tradicional	Tradicional	P-T/T
2022-B	Tradicional	Tradicional	ABP	ABP	P-ABP/ABP

En la Tabla 3 se puede observar la alternancia de las metodologías tradicional y ABP con el objetivo de ofrecer datos que permitieran evaluar también la influencia del contexto presencial, virtual e híbrido, y con una metodología única o mixta. Con dicha información se puede comprender que se empleó un diseño experimental monofactorial bloqueado completamente aleatorizado, considerando al factor, bloque y sus niveles como se indican en la tabla siguiente (Tabla 4):

Tabla 4. Descripción de las fuentes de variación en el diseño experimental empleado para este estudio.

Fuente de variación	Descripción (no. niveles)	Niveles		
Factor:	Metodología docente (2)	Tradicional	ABP	
Bloque:	Modalidad/Entorno (3)	Presencial	Virtual	Híbrido

Las variables de respuesta en el diseño fueron:

1. Evaluación cuantitativa global de la unidad
2. Habilidad para relacionar y comunicar los conocimientos nuevos con los previos (como habilidades para interrelacionar conocimientos y llevarlos a la práctica)
3. Habilidades prácticas y de interacción con otros compañeros en el laboratorio (como competencias transversales)

Donde, i) la evaluación cuantitativa global (en una escala de 0 a 100) se otorga al estudiante mediante un encuadre de evaluación en el que se consideran dos exámenes (teórico-prácticos), el desempeño práctico, actividades de refuerzo y la evaluación diaria, siendo el 60 la mínima calificación aprobatoria del curso, y ii) complementariamente, se documentan las variables 2 y 3, para las cuales se utiliza una rúbrica diseñada e

implementada por el profesor. Cabe mencionar que las rúbricas no se incluyen en el cuerpo del presente reporte técnico, sin embargo, está disponible mediante solicitud al correo electrónico del autor de correspondencia.

En la Tabla 5 se describe la codificación (de categórica a numérica) para cada variable de respuesta.

Tabla 5. Codificación categórica a numérica para cada variable de respuesta

Variable de respuesta				
1. Evaluación cuantitativa global de la unidad	<60*	60-74	75-90	>90
2. Habilidad para relacionar y comunicar los conocimientos nuevos con los previos	1 INSUFICIENTE	2 SUFICIENTE	3 NOTABLE	4 SOBRESALIENTE
3. Habilidades prácticas y de interacción con otros compañeros en el laboratorio	1 INSUFICIENTE	2 SUFICIENTE	3 NOTABLE	4 SOBRESALIENTE

* Puntos de calificación en la evaluación global de la unidad

Utilizando cada variable de respuesta como variable dependiente se generó un análisis de varianza con un *alpha* de 0.05 y cuando existió diferencia estadística significativa entre los niveles del factor o del bloque se utilizó la comparación de rangos múltiples por el método de LSD (*Least significant difference*; diferencia mínima significativa, por sus siglas en inglés), empleando el paquete estadístico Statgraphics Centurion ver. 16.103.

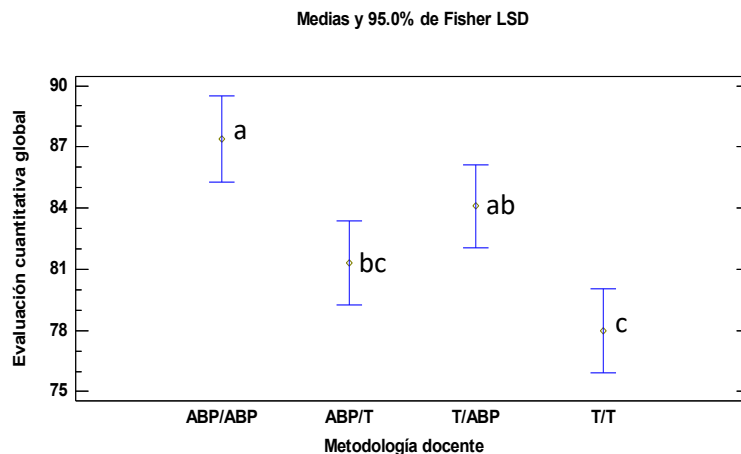
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable de respuesta 1, la evaluación cuantitativa global de la Unidad: Independientemente de la modalidad o entorno en que se impartieron los contenidos de la Unidad de Aprendizaje de Laboratorio de Microbiología Clínica, se observan evaluaciones cuantitativas globales más altas ($p=0.0009$) cuando se emplea una metodología incluyendo el método ABP en >2 (de 4) unidades de contenido, con respecto a cuándo solo se emplea el modelo de docencia tradicional. En la Figura 1 se muestra el gráfico de medias para las distintas combinaciones de metodologías utilizadas para impartir las unidades de contenido 3 y 4. Cabe resaltar, que existe siempre una heterogeneidad individual de capacidades (aptitudinales) entre cada estudiante de cada generación, sin embargo, considerando esta incertidumbre, es posible aseverar con nuestros resultados que el empleo de estrategias docentes centradas en el aprendizaje

del estudiante como el método ABP, en algunos de los contenidos de la Unidad de Aprendizaje favorece el rendimiento cuantitativo del estudiante.

Figura 1.

Gráfico de medias para las combinaciones de metodologías utilizadas para impartir las unidades de contenido 3 y 4.

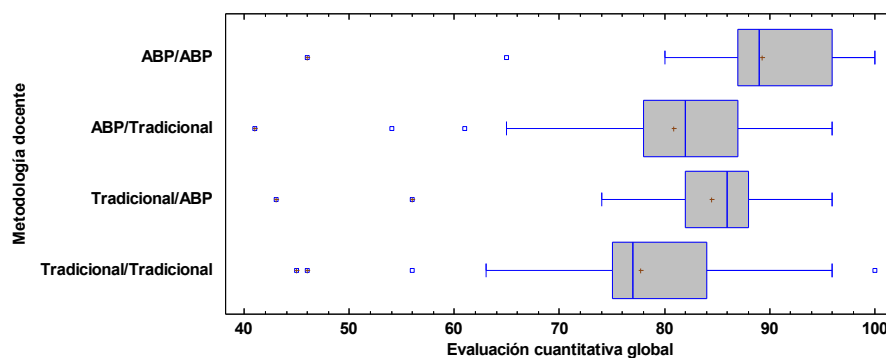


*Letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$, LSD, $\alpha = 0.05$)

Inclusive, para la metodología que incluyo exclusivamente el ABP para impartir la unidad 3 y 4, se observó una mayor distribución de las evaluaciones cuantitativas globales sobre la media y la mediana (ver Figura 2).

Figura 2.

Gráfico de distribución para las combinaciones de metodologías utilizadas para impartir las unidades de contenido 3 y 4.

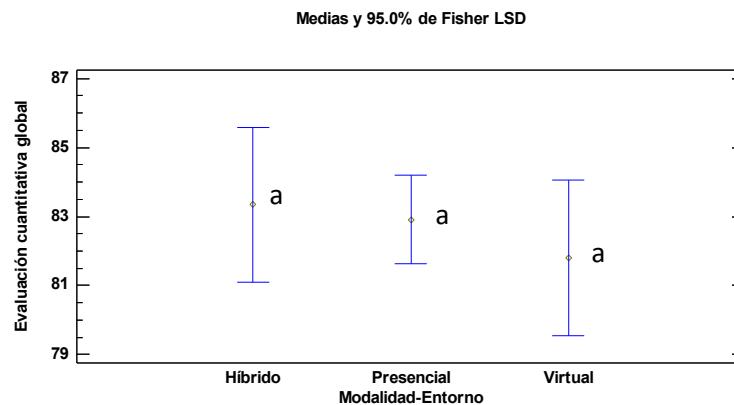


Con respecto a la modalidad o entorno (presencial, virtual o híbrido) en que se impartió la Unidad de Aprendizaje, no se observó diferencia estadística significativa ($p = 0.8167$), como se puede observar en la Figura 3. Cabe resaltar, que aunque no existe diferencia significativa, en la modalidad virtual fue donde más se observó una dispersión de las

evaluaciones cuantitativas globales, contrastando principalmente con la modalidad híbrida (ver Figura 4).

Figura 3.

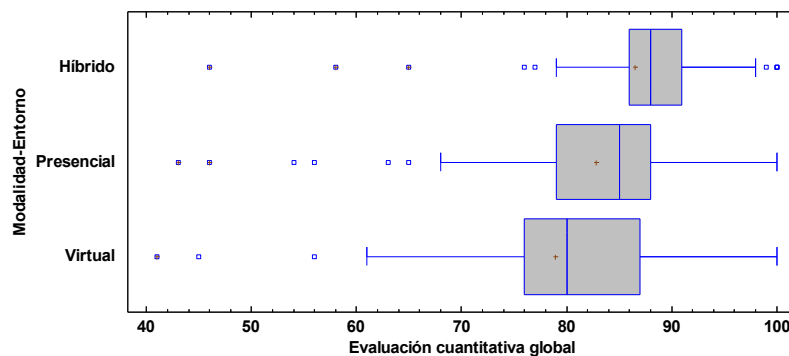
Gráfico de medias para las modalidades o entornos en que se impartió la Unidad de Aprendizaje.



*Letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$, LSD, $\alpha = 0.05$)

Figura 4.

Gráfico de distribución para las modalidades o entornos en que se impartió la Unidad de Aprendizaje.

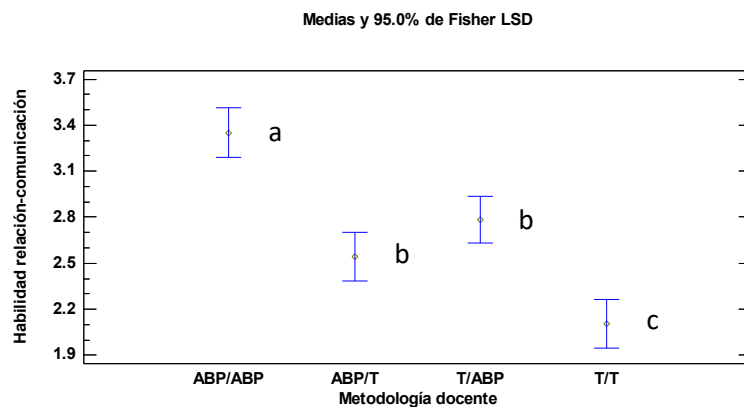


Para la variable de respuesta 2, la habilidad para relacionar y comunicar los conocimientos nuevos con los previos: Se observó que el incluir parcialmente (más de una unidad de contenido) la metodología ABP favorece ($p=0.0016$) el desarrollo de las habilidades para interrelacionar conocimientos y llevarlos a la práctica (ver Figura 5). Independientemente de si se emplea la metodología de ABP (en la unidad 3 y 4) en un entorno presencial o híbrido, la frecuencia de estudiantes que alcanzaron a desarrollar su competencia a nivel “sobresaliente” fue mayor que con la inclusión parcial (en la unidad 3 o 4) o cuando no se incluyó esta metodología (ver Figura 6). También es posible

observar que cuando el 100 % del contenido del curso se impartió mediante el modelo de docencia tradicional se documentó la mayor frecuencia de desarrollo de la competencia a niveles de “insuficiente” o “suficiente”, independientemente si el entorno fue virtual o presencial.

Figura 5.

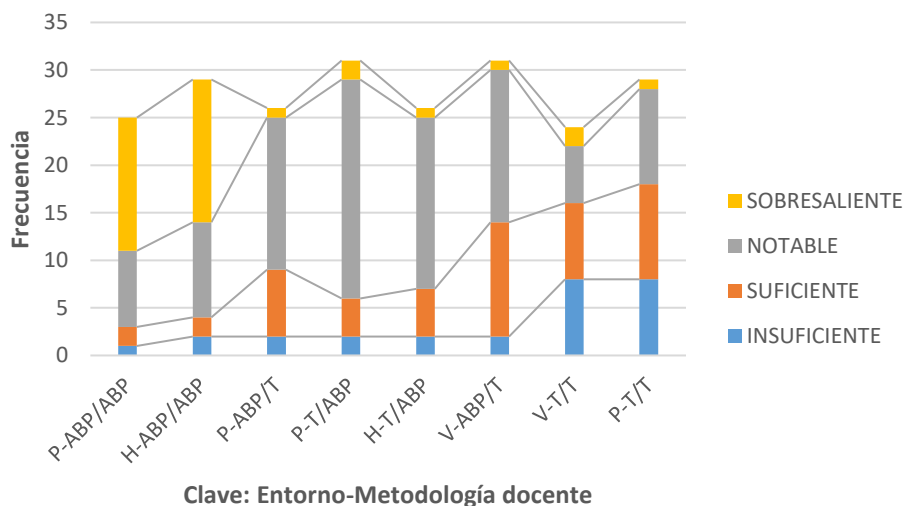
Gráfico de medias para las diferentes combinaciones de las metodologías docentes sobre la habilidad para relacionar y comunicar los conocimientos nuevos con los previos



. *Letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$, LSD, $\alpha = 0.05$)

Figura 6.

Distribución de frecuencias en los niveles de desarrollo de la habilidad para relacionar y comunicar los conocimientos nuevos con los previos, según la clave.

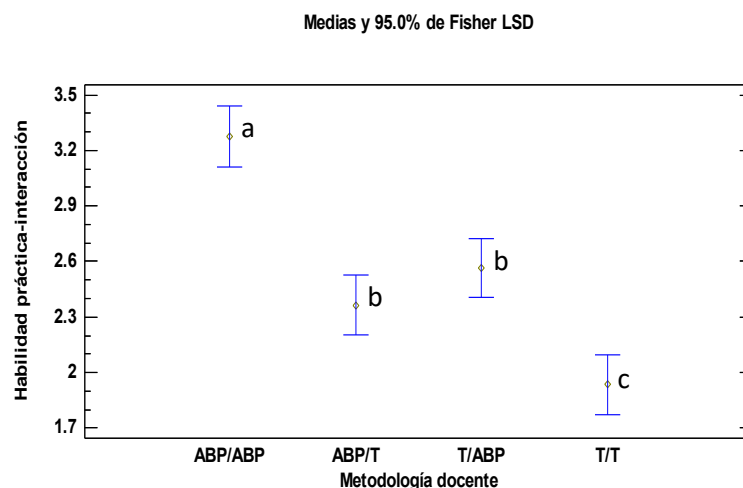


Para la variable de respuesta 3 la habilidades prácticas y de interacción con otros compañeros en el laboratorio: Se observó que el incluir parcialmente (más de una unidad de contenido) la metodología ABP, se favorece ($p = 0.0021$) el desarrollo de las

competencias transversales (ver Figura 7). Independientemente de si se emplea la metodología de ABP (en la unidad 3 y 4) en un entorno presencial o híbrido, la frecuencia de estudiantes que alcanzaron a desarrollar su competencia a nivel “sobresaliente” fue mayor que con la inclusión parcial (en la unidad 3 o 4) o cuando no se incluyó esta metodología (ver Figura 8). También es posible observar que cuando el 100 % del contenido del curso se impartió mediante el modelo de docencia tradicional no se documentó ningún estudiante con desarrollo de competencia sobresaliente, por el contrario, la mayor frecuencia de desarrollo de la competencia a niveles de “insuficiente” o “suficiente”, independientemente si el entorno fue virtual o presencial.

Figura 7.

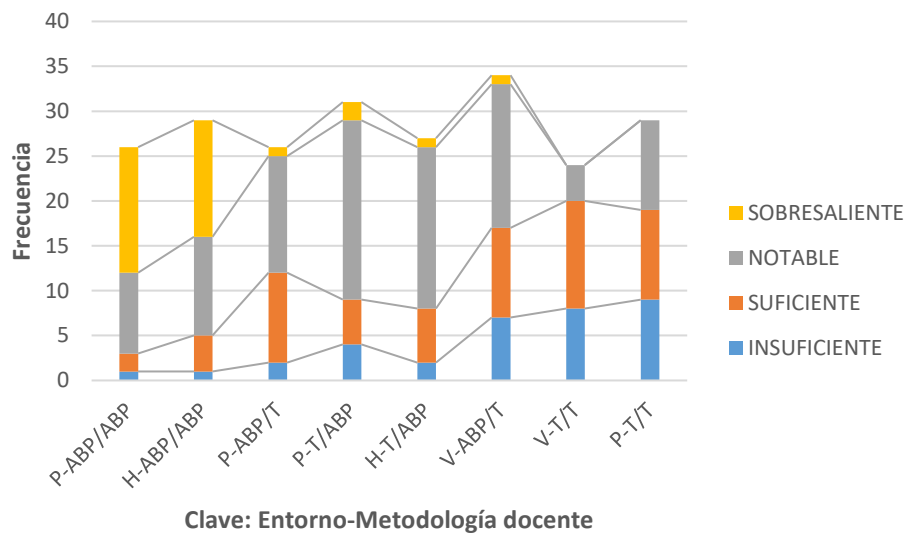
Gráfico de medias para las diferentes combinaciones de las metodologías docentes sobre la habilidad práctica y de interacción con otros compañeros en el laboratorio.



*Letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$, LSD, $\alpha = 0.05$)

Figura 8.

Distribución de frecuencias en los niveles de desarrollo de la habilidad práctica y de interacción con otros compañeros en el laboratorio, según la clave.



En el 2002 Nyhus *et al.* documentaron y publicaron las mejoras en la educación a través de la investigación en el laboratorio de ciencias ambientales cuando se integraron los modelos GIS (*geographic information system* por sus siglas en inglés) y el ABP en el colegio Colby en Maine, EUA. Sus resultados como los de este estudio evidenciaron que al incluir las estrategias didácticas centradas en el aprendizaje del estudiante el desarrollo de sus habilidades blandas y transversales prácticas se veían favorecidas.

Por otro lado, Toolin (2004), Tamim & Grant (2013) y Hugerat (2016) reportaron que la mayor eficiencia de la metodología ABP se observaba cuando la totalidad de los contenidos del curso se impartían mediante esta como única metodología docente, en entornos presenciales y virtuales. Resultado que contrasta con los nuestros, sin embargo, cabe mencionar que no se evaluó la posibilidad de impartir la totalidad de los contenidos de la Unidad de Aprendizaje por la metodología ABP, por el contrario se optó por una metodología global mixta.

CONCLUSIONES

No solo la evaluación cuantitativa del estudiante, sino la ganancia de habilidades de comunicación y prácticas se favorecieron con la metodología mixta (ABP/T, T/ABP, ABP/ABP). Con lo anterior se afirma que las metodologías docentes como el ABP en donde el estudiante posee un rol activo en su proceso de aprendizaje impactan con

calidad en la formación del futuro profesional de la salud. Sería conveniente que en estudios sucesivos se diseñara y valorara versiones del curso con una metodología exclusiva centrada en el estudiante con estrategias como el ABP, Aprendizaje Orientado a Problemas (AOP), entre otros, con la posibilidad de comparar sus resultados contra la metodología mixta o tradicional.

LISTA DE REFERENCIAS

- Ali, S. S. (2019). Problem based learning: A student-centered approach. *English language teaching*, 12(5), 73-78. DOI: <https://doi.org/10.5539/elt.v12n5p73>
- Almulla, M. A. (2020). The effectiveness of the project-based learning (PBL) approach as a way to engage students in learning. *Sage Open*, 10(3), 2158244020938702. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iree.2020.100192>
- Arpí Miró, C., Àvila, P., Baraldés i Capdevila, M., Benito Mundet, H., Gutiérrez del Moral, M. J., Orts Alís, M., ... & Rostán Sánchez, C. (2012). El ABP: origen, modelos y técnicas afines. *Aula de innovación educativa*, 2012(216), 14-18. <http://hdl.handle.net/10256/8680>
- Ball, C., Huang, K. T., & Francis, J. (2021). Virtual reality adoption during the COVID-19 pandemic: A uses and gratifications perspective. *Telematics and Informatics*, 65, 101728. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2021.101728>
- Beyer, L. E. (1997). William Heard Kilpatrick (1871–1965). DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02736644>
- Hugerat, M. (2016). How teaching science using project-based learning strategies affects the classroom learning environment. *Learning Environments Research*, 19(3), 383-395. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10984-016-9212-y>
- Ibeh, I. N., Enitan, S. S., Akele, R. Y., & Isitua, C. C. (2020). A review of the COVID-19 pandemic and the role of medical laboratory scientists in containment. *J Med Lab Sci*, 30(1), 68-89. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.4004940>
- Kurbakova, S., Volkova, Z., & Kurbakov, A. (2020). Virtual learning and educational environment: New opportunities and challenges under the COVID-19 pandemic. *In 4th International Conference on Education and Multimedia Technology, ICEMT 2020*. 167-171. DOI: <https://doi.org/10.1145/3416797.3416838>

- Mas Torelló, O. (2012). Las competencias del docente universitario: la percepción del alumno, de los expertos y del propio protagonista. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*. <http://hdl.handle.net/11162/94875>
- Nyhus, P. J., Cole, F. R., Firmage, D. H., & Lehmann, P. S. (2002). Enhancing education through research in the environmental science laboratory: Integrating GIS and project-based learning at Colby College. https://digitalcommons.colby.edu/faculty_scholarship/7
- Obeta, M. U., Etukudoh, N. S., & Ejinaka, R. O. (2020). A Case of Online Teaching and Learning during COVID-19 in Medical Laboratory Science Education and Training in Federal School of Medical Laboratory Science, Jos. *South-East Asian Journal of Medical Education*, 14(2), 108. DOI: <http://doi.org/10.4038/seajme.v14i2.277>
- Oderinu, O. H., Adegbulugbe, I. C., Orenuga, O. O., & Butali, A. (2020). Comparison of students' perception of problem-based learning and traditional teaching method in a Nigerian dental school. *European Journal of Dental Education*, 24(2), 207-212. DOI: <https://doi.org/10.1111/eje.12486>
- Pan, G., Seow, P. S., Shankararaman, V., & Koh, K. (2021). An exploration into key roles in making project-based learning happen: Insights from a case study of a university. *Journal of International Education in Business*, 14(1), 109-129. DOI: <https://doi.org/10.1108/JIEB-02-2020-0018>
- Sivarajah, R. T., Curci, N. E., Johnson, E. M., Lam, D. L., Lee, J. T., & Richardson, M. L. (2019). A review of innovative teaching methods. *Academic radiology*, 26(1), 101-113. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.acra.2018.03.025>
- Soboleva, M. S. (2021). Disadvantages of using Traditional, Interactive and Distance Learning Methods when Studying the Specialty" Pharmacy". *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Health Care*, 294-299. DOI: <https://doi.org/10.18311/ajprhc/2021/28090>
- Tamim, S. R., & Grant, M. M. (2013). Definitions and uses: Case study of teachers implementing project-based learning. *Interdisciplinary Journal of problem-based learning*, 7(2), 3. DOI: <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1323>
- Thembane, N. (2022). Work-Integrated Learning in Medical Laboratory Science and Medical Technology during COVID-19. *Scholarship of Teaching and Learning in the South*, 6(3), 162-174. DOI: <https://doi.org/10.36615/sotls.v6i3.261>

- Toolin, R. E. (2004). Striking a balance between innovation and standards: A study of teachers implementing project-based approaches to teaching science. *Journal of science Education and technology*, 13, 179-187. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031257.37930.89>
- Turner, N. K., Healey, M., & Bens, S. (2021). Developing the curriculum within an institution using a Change Academy approach: a process focus. *International Journal for Academic Development*, 26(2), 150-162. DOI: <https://doi.org/10.1080/1360144X.2020.1840988>
- Uchejeso, O. M., Chinaza, I. R., & Obiora, E. R. (2020). COVID-19: The stimulus for virtual learning in Medical Laboratory Science. *Journal of Bio Innovation*, 9(5), 812-820. DOI: <https://doi.org/10.46344/JBINO.2020.v09i05.01>