CUADERNO DE PEDAGOGÍA UNIVERSITARIA | VOL. 19 NÚMERO 37 | PP 91 - 98

Comparación del aprovechamiento en conocimiento y comprensión alcanzado por estudiantes "non-STEM" en un curso de Ciencias Biológicas a distancia con asistencia de la tecnología, con el obtenido por estudiantes que tomaron el curso en presencial

Carlos Ayarza-Real*
Universidad de Puerto Rico
carlos.ayarza@upr.edu

Gerardo Arroyo-Cruzado**
Universidad de Puerto Rico
gerardo.arroyo1@upr.edu

Comparison of the achievement in knowledge and understanding accomplished by non-STEM students in a distance Biological Sciences course with the assistance of technology, with that obtained by students who took the face-to-face course.

Recibido: 5 de octubre de 2021 | Aprobado: 16 de noviembre de 2021

Resumen

El curso Ciencia, Biotecnología y Sociedad se ofrece a estudiantes *"non-STEM"* como parte del componente de Ciencias Naturales en los Estudios Generales. Se busca con este curso de Ciencias Biológicas contribuir a la formación del individuo como ente social, con una base de conocimiento científico actualizado que le permita integrarse y participar en el desarrollo de una sociedad dinámica en aspectos de investigación y tecnología. Se procura llevar a cabo un proceso de enseñanza-aprendizaje activo y dialógico. Debido a la pandemia ocasionada por el COVID-19 se ha requerido ofrecer el curso en modalidad a distancia con asistencia de la tecnología. Esto ha conllevado cambios en el formato y dinámica de la clase y más notable aún en el componente de laboratorio. Para conocer cómo podría incidir estos cambios en el aprovechamiento de los estudiantes en conocimiento y comprensión de conceptos, tópicos, procedimientos y técnicas que se discuten en la clase y el laboratorio, los participantes tomaron una pre y posprueba. Esta prueba consiste en 25 ítems sobre los siguientes temas: I Método Científico, II Estructura del ADN y procesos, III ADN recombinante y transgénicos, IV Células Madre y clonación y V Fundamentos en tecnología del ADN. La muestra consiste en 29 estudiantes (sección de clase de agosto a diciembre de 2020 o semestre de otoño) y se compara con los datos obtenidos para estudiantes que tomaron el curso presencial previo a la pandemia (datos publicados). Los resultados revelan diferencias significativas entre ambas muestras de estudiantes siendo la de los estudiantes en el curso en remoto la de menor aprovechamiento en cuatro de los cinco tópicos evaluados. Se describen posibles aspectos que pudieran haber afectado el aprovechamiento de los estudiantes en el curso de enseñanza remota por emergencia y se discuten posibles acciones transformadoras que podrían aportar a un mejor desempeño estudiantil en este formato de curso.

Palabras clave: Curso de Ciencias Biológicas, Estudios Generales, estudiantes "non-STEM", enseñanza remota de emergencia.

---

* Biólogo marino y doctor en Oceanografía Biológica por la Universidad de Puerto Rico. Docente del Departamento de ciencias biológicas, Facultad de Estudios Generales, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. Para contactar al autor: carlos.ayarza@upr.ed

** Maestría y Doctorado en Biología de la Universidad de Puerto Rico. Docente del Departamento de ciencias biológicas, Facultad de Estudios Generales, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. Para contactar al autor: gerardo.arroyo1@upr.edu

---

ISSN (en línea): 1814-4152 / Sitio web: http://cuaderno.pucmm.edu.do
CÓMO CITAR: Ayarza-Real, C. y Arroyo-Cruzado, G. (2022). Comparación del aprovechamiento en conocimiento y comprensión alcanzados por estudiantes "non-STEM" en un curso de Ciencias Biológicas a distancia con asistencia de la tecnología, con el obtenido por estudiantes que tomaron el curso en presencial. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria, 19 (37),* 91-98.

Abstract

The Science, Biotechnology, and Society course is offered to non-STEM students as part of the Natural Sciences component in General Studies. This Biological Sciences course is intended to contribute to the formation of the individual as a social entity, with a background of updated scientific knowledge that allows them to integrate and participate in the development of a dynamic society in aspects of research and technology. It seeks to carry out an active and dialogical teaching-learning process. Due to the pandemic caused by COVID-19, it has been required to offer the course in a distance mode with the assistance of technology. This has led to changes in the format and dynamics of the class, and most notably in the laboratory component. To know how these changes could affect the students' achievement of knowledge and understanding of concepts, topics, procedures, and techniques that are discussed in class and the laboratory, the participants took a pre and posttest. This test consists of 25 items on the following topics: I Scientific Method, II DNA Structure and processes, III Recombinant DNA and transgenics, IV Stem Cells and cloning and V Fundamentals in DNA technology. The sample consists of 29 students (class section from August to December 2020 or autumn semester) and is compared with the data obtained for students who took the face-to-face course prior to the pandemic (published data). The results show significant differences between both samples of students, being that of the students in the remote course the one with the lowest achievement in four of the five topics evaluated. Possible aspects that could have affected the achievement of students in the remote teaching course are described and possible transformative actions that could contribute to better student performance in this course format are discussed.

Keywords: *Biological Sciences Course, General Studies, "non-STEM" students, emergency remote teaching*

Introducción

La pandemia del COVID-19 ha llevado a las instituciones académicas de todos los niveles y tipos de preparación a adoptar modalidades asistidas por la tecnología para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje (Gin et al., 2021). En el Departamento de Ciencias Biológicas de la Facultad de Estudios Generales en la Universidad de Puerto Rico en Río Piedras, la totalidad de los cursos y el componente de laboratorio de estos se ha estado ofreciendo en modalidad a distancia con asistencia de la tecnología desde marzo del 2020. Continuamos con esta modalidad al igual que el 75% de las Instituciones de Educación Superior en jurisdicciones de los Estados Unidos durante el semestre de otoño del año académico 2020-2021 (Gin et al., 2021). A esta transición súbita hacia el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) de los cursos como la respuesta de las instituciones educativas a la pandemia se le ha llamado enseñanza remota de emergencia o ERT que es el acrónimo en inglés para Emergency Remote Teaching (Hodges et al., 2020).

No hay dudas de que la dinámica y la interrelación educador/a-estudiante han sufrido transformaciones marcadas durante este periodo de emergencia sanitaria. Se podía inferir que la rápida transición de los cursos a la modalidad a distancia con un amplio número de instructores/as con una limitada capacitación en el uso estas tecnologías educativas podrían estar acompañada de retos y dificultades para los estudiantes subgraduados. Estos retos y dificultades serían de mayor complejidad para aquellos/as estudiantes con discapacidades (Gin et al., 2021). Entonces surge la pregunta, ¿cuán efectivos hemos sido los/as profesores/as y estudiantes en este proceso académico?

Tomamos como objetivo contestar la pregunta específica sobre el aprovechamiento de los estudiantes en conocimiento y comprensión de conceptos, procedimientos y técnicas discutidos en la clase y trabajados por estos en el laboratorio del Curso Ciencia, Biotecnología y Sociedad (CIBI 3028). Les solicitamos a los estudiantes que tomaban este curso durante el semestre de agosto a diciembre de 2020 que participaran en este estudio

contestando una prueba (pre/pos). La totalidad de los estudiantes que se registran en este curso son estudiantes que no se especializarán en Ciencias Naturales, tecnología, ingeniería o matemáticas por lo que se describen como estudiantes "non-STEM". Este y otra diversidad de cursos del Departamento de Ciencias Biológicas y del Departamento de Ciencias Físicas les permiten a estos/as estudiantes cumplir con el componente de Ciencias Naturales desde la perspectiva de los Estudios Generales.

El Curso Ciencia, Biotecnología y Sociedad se diseñó y se ofrece con el objetivo general de contribuir en la formación del individuo como ente social, con una base de conocimiento científico actualizado que le permita integrarse y participar en el desarrollo de una sociedad dinámica en aspectos de investigación y tecnología (Arroyo, 2011). Su pertinencia para Puerto Rico consiste en que la Isla se reconoce como el "quinto polo de manufactura farmacéutica más grande del mundo por volumen" (Informe de JJL e Invest Puerto Rico, 2020). Dentro de esta producción se incluye un segmento correspondiente a medicamentos biológicos. Además, en el sector agrícola están presentes en la Isla diversas compañías que producen semillas modificadas genéticamente, entre estas, Bayer Crop Science (Tellado-Domenech, 2020). El proceso enseñanza-aprendizaje en este curso es activo y dialógico en la discusión de los temas (Ayarza-Real y Arroyo-Cruzado, 2017). Se procura insertar a los estudiantes en el ciclo 7E (las E son procesos de enseñanza que en inglés corresponden a: elicit, engage, explore, explain, elaborate, evaluate and extend) según fue modificado por Eisenkraft (2003).

La Biotecnología es una disciplina inter y multidisciplinaria (Erlich, 1999; Evan y Relling, 1999; Brown, 2001; Pallarito, 2004; Arroyo-Cruzado, 2011). Pero la integración de una amplia diversidad de componentes, procesos e innovaciones tecnológicas de múltiples disciplinas de las biociencias hacen a su vez que la Biotecnología se considere una disciplina compleja y difícil para los estudiantes de "STEM" y más aún para los "non-STEM" (Ayarza-Real, et al., 2019). Debido a esta complejidad, nos habíamos dedicado a realizar la evaluación del aprovechamiento de los/as estudiantes que han tomado el curso durante varios años previo a la pandemia (Ayarza-Real y Arroyo-Cruzado, 2017, Ayarza-Real, et al., 2019).

En el presente estudio se comparan los resultados obtenidos por el grupo de estudiantes que tomaron el curso a distancia asistidos por la tecnología (ERT) con los obtenidos y ya publicados, por estudiantes en la modalidad presencial (Ayarza-Real et al. 2019). Además, se discuten los aspectos que pueden haber afectado el desempeño de los/as participantes del curso en modalidad a distancia y las posibles acciones transformadoras que podrían aportar a un mejor desempeño estudiantil en este formato de curso.

Metodología:

Muestra de Estudiantes: La muestra de estudiantes que tomaron el curso a distancia con asistencia de la tecnología se compone de 29 individuos (18 féminas y 11 varones) de las diversas facultades. Estos/as se matricularon en CIBI 3028 voluntariamente. Los/as 29 estudiantes eran parte de una misma sección de clase y de segundo año o mayor nivel académico.

La muestra de estudiantes que tomaron el curso presencial se compone de 52 individuos correspondiente a dos secciones de clase para el año académico 2016-2017 y de 2do año o mayor nivel académico (Ayarza-Real et al., 2019).

Instrumento de evaluación: El instrumento de evaluación utilizado para la medición del aprovechamiento consiste en una prueba pre/pos de 25 ítems de alternativas múltiples. Los ítems corresponden a los siguientes 5 tópicos: I Método Científico (5 ítems), II Estructura del ADN y procesos (6 ítems), III ADN recombinante y transgénicos (5 ítems), IV Células Madre y clonación (3 ítems) y V Fundamentos en tecnología del ADN (6 ítems). La prueba se describe en su totalidad en el trabajo de Trinidad y colaboradores (2020). Este instrumento de medición fue diseñado por los autores y se validó mediante panel de profesores y prueba piloto con una sección de CIBI 3028 según se describe por Trinidad-Pizarro y colaboradores (2020).

Cada estudiante en el curso a distancia recibió un código para parear sus datos de pre/posprueba de manera que se pudiera normalizar la puntuación de cada estudiante (Slater et al., 2010). El análisis sobre el desempeño de los estudiantes en la prueba de aprovechamiento incluyó estadísticas descriptivas, tablas y gráficos para medir frecuencias, porcentajes

y distribuciones de calificaciones finales entre los grupos. Además, se utilizaron pruebas t con el fin de contrastar nuestra pregunta de investigación sobre si los estudiantes están inmersos en un aprendizaje activo en la temática que se discute por cada tópico que trabajamos en clase. Se analizaron las muestras independientes para comparar las pruebas pre y pos entre los grupos y se realizó una prueba t para muestras pareadas para comparar las pruebas en ambos grupos. Para la realización de estos análisis se utilizó el software de análisis de datos SPSS, versión 21 para Windows. La muestra de estudiantes en la modalidad presencial se trabajó de manera similar (Ayarza-Real et al., 2019).

Los estudiantes en presencial habían tomado la pre y posprueba en el salón en el horario de la clase. Los estudiantes en ERT recibieron las pruebas, tanto el pre como la pos, por la plataforma Moodle y se les otorgó 24 horas para trabajarlas. A estos estudiantes en la modalidad a distancia se les pidió que no buscaran recursos de información para contestar las preguntas de manera que no contaminaran el estudio.

Ambas muestras de estudiantes tomaron la preprueba el 2do día de clase y la posprueba el día previo al cierre de curso.

Resultados:

Al comparar los resultados obtenidos en la preprueba por los estudiantes en la modalidad a distancia con los que tomaron el curso en presencial se puede observar que ambas muestras llegan con una base de conocimiento muy similar en los tópicos evaluados. La Tabla 1 expone que los estudiantes en presencial (muestra 1) obtuvieron una media de contestaciones correctas de 8.6 de 25 ítems o el 34%, mientras que los estudiantes en la modalidad a distancia (muestra 2) obtienen 8.9 de media en contestaciones correctas o el 36%. Pero, al comparar los resultados para la posprueba, los estudiantes en presencial alcanzaron un mayor aprovechamiento con una media de 13.3 correctas o el 53%, mientras los de la modalidad a distancia alcanzaron una media de 11.1 o el 45%.

Tabla 1. Resultados obtenidos por los estudiantes en Pre y Pospruebas

Muestra 1	Estudiantes en curso presencial
Muestra 2	Estudiantes en curso a distancia

Número de contestaciones correctas/media para las muestras 1 y 2		
	Preprueba	Postprueba
Muestra 1	8.6	13.3
Muestra 2	8.9	11.1

Porciento de contestaciones correctas/media para las muestras 1 y 2		
	Preprueba	Postprueba
Muestra 1	34%	53%
Muestra 2	36%	45%

Cuando comparamos los resultados de la preprueba obtenidos por ambas muestras de estudiantes para cada uno de los cinco tópicos evaluados se observa que ambas muestras llegan con una base de conocimiento y comprensión relativamente similar en casi todos los tópicos evaluados. La muestra 1 se desempeñó mejor en la prueba para los tópicos I y II (Método Científico y Estructura de ADN y procesos), mientras que la muestra 2 lo hizo mejor en el III y IV (ADN recombinante y transgénicos, y Células madre y clonación). Para el tópico V (Fundamentos en tecnología del ADN) ambas muestras obtuvieron resultados similares. La tabla 2 muestra los resultados en contestaciones correctas en la preprueba para la muestra de estudiantes en presencial (muestra 1) y los estudiantes en ERT (muestra 2). Las medias alcanzadas para cada tópico se expresan en porciento para simplificar su descripción.

Para el tópico sobre Método Científico (I), la muestra 1 (en curso presencial) obtuvo un 36%, mientras que la muestra 2 (en curso a distancia asistido por la tecnología) obtuvo 32%. En el tópico sobre estructura del ADN y procesos (II), la muestra 1 alcanza 42%, mientras que la muestra 2 obtiene un 38%. En el tópico sobre ADN recombinante y transgénicos (III) y en el tópico sobre Células madre y clonación (IV) se observa que la muestra 2 exhibe una mayor competencia con 42% en el tópico III vs. 35% para la muestra 1 y para el tópico IV, la muestra

2 alcanza un 40% vs. la muestra 1 con un 31%. Para el tópico 5, ambas muestras obtienen 27% o una media de contestaciones correctas similar.

Tabla 2.
Comparación de la media (expresada en porciento) de las contestaciones correctas obtenidas por los estudiantes en pre y posprueba. (5 temas)

Muestra 1					
	I Método científico	II Estructuras de ADN y procesos	III ADN recombinante y transgénico	IV Células madre y clonación	V Fundamentos Tec. del ADN
Pre	36%	42%	35%	31%	27%
Post	63%	58%	43%	60%	43%

Muestra 2					
	I Método científico	II Estructuras de ADN y procesos	III ADN recombinante y transgénico	IV Células madre y clonación	V Fundamentos Tec. del ADN
Pre	32%	38%	42%	40%	27%
Post	46%	47%	56%	43%	32%

Los resultados de la posprueba nos ofrecen una diferencia notable entre el aprovechamiento de la muestra de estudiantes 1 (en curso presencial) y la 2 (en curso a distancia asistido por la tecnología). En el tópico I, la muestra 1 obtiene 63% en la media de contestaciones correctas, mientras la muestra 2 solo alcanza un 46%. Esto es una ganancia de 27% en el aprovechamiento para la muestra 1 y de 14% para la muestra 2. Para el tópico II, la muestra 1 obtiene 58% por 47% para la muestra 2, con una ganancia en el aprovechamiento de 16% para la muestra 1 vs. 9% para la muestra 2. En los tópicos IV y V, la muestra 1 alcanza 60% y 43% respectivamente o 29% y 16 % de ganancia. Mientras, la muestra 2 solo alcanza 43% y 32% en los tópicos IV y V con una escasa ganancia de 3% y 5% respectivamente. Por otro lado, la muestra 2 sobrepasa a la muestra 1 de forma significativa únicamente en el tópico III (ADN recombinante y transgénicos) en el cual, la muestra 2 alcanza un 56% (ganancia de 14%) contra un 43% (ganancia de 8%) obtenido por la muestra 1.

Discusión:

El reducido nivel de aprovechamiento que han alcanzado los estudiantes en el curso presencial ha sido de interés para los profesores e investigadores de este proyecto de investigación en docencia. Esta muestra de estudiantes que proviene de las diversas Facultades y Escuelas de nuestra institución, con excepción de la Facultad de Ciencias Naturales, evidencian un escaso bagaje de conocimiento al llegar al curso. Los resultados obtenidos a través de cuestionarios contestados por los estudiantes en el curso presencial muestran también un muy bajo interés en tomar otro curso de Ciencias Biológicas o en aumentar sus competencias en las Biociencias de forma informal. Por educación informal nos referimos al desarrollo de conocimiento mediante la lectura de columnas y artículos en periódicos o revistas (Ayarza-Real et al., 2019).

En el caso del curso a distancia con asistencia de la tecnología, los resultados de los estudiantes en la posprueba proveen una señal de alarma. ¿Cuál o cuáles son el factor o los factores que inciden en tan pobre desempeño de esta muestra de estudiantes?

Comenzamos con el profesor del curso, tiene 35 años de experiencia, su área de especialidad es la Biología Molecular y es coautor de diversos artículos sobre mecanismos moleculares que regulan la síntesis de proteínas. Diseñó el curso CIBI 3028 y las experiencias prácticas que se utilizan en el componente de laboratorio. Además, es parte del grupo que lleva a cabo la investigación sobre este curso para estudiantes "non- STEM" que se ofrece desde la perspectiva de los Estudios Generales. Pero, se debe resaltar que esta ha sido su primera experiencia en ofrecer clases y laboratorios por videoconferencia. Él reconoce su falta de experiencia y manejo de recursos en esta modalidad lo que a su vez pudo haber afectado la interrelación académica con sus alumnos/as y como resultado haber impactado negativamente el compromiso de los estudiantes hacia el proceso enseñanza-aprendizaje. El impacto negativo en el compromiso de los estudiantes hacia el curso se ha reportado en estudios llevados a cabo en un curso de química con una muestra de estudiantes subgraduados "non-STEM" similar a la nuestra. (Perets et al., 2020).

Otra observación sobre factores que podrían afectar el desempeño de los estudiantes es el "no ver sus caras". Dada la situación de una transición de emergencia, se entendía que pedir a los estudiantes que prendieran sus cámaras durante la clase o el período de laboratorio es una intromisión a sus espacios, a su privacidad. Por tal razón, no se les requería prender las cámaras. El profesor observó que, en múltiples ocasiones al dirigir preguntas a

algunos estudiantes, no recibía ninguna respuesta, como si este/a hubiera estado ausente. En clase presencial se les tiene presente, se les ve las caras y el profesor tiene mayor oportunidad para darse cuenta de que algún tópico ha resultado confuso, o que se debe abundar más sobre algún concepto o procedimiento. El asunto de no ver las caras de nuestros estudiantes ha sido tema de conversación recurrente entre los educadores en estos tiempos de pandemia (Mir, 2020).

Otro aspecto que los mismos estudiantes han expresado es que algunos se encontraban en su trabajo e informan que han tomado el tiempo para enlazarse con la clase. Otros/as han indicado que se unen a la clase mientras se transportan de un lugar a otro o están haciendo diligencias personales. Estas observaciones señalan una falta de compromiso hacia el curso y el tiempo en sincrónico que se les debía dedicar a la clase y al componente de laboratorio.

Sobre el laboratorio y el nivel de aprovechamiento exiguo observado en el tópico V correspondiente a fundamentos de la tecnología del ADN, los factores que afectan son más claros y específicos. Las experiencias de laboratorio en este curso insertan al estudiante en tecnología propia de la disciplina concerniente. Conocemos que estos estudiantes trabajan por primera vez, a través de esas experiencias, con instrumentos como micropipetas que permiten medir volúmenes de 10^{-6} litros o la técnica de electroforesis que sirve para separar fragmentos de ADN de diversos tamaños. Nunca habían trabajado con equipos como el espectrofotómetro que permite calcular la concentración de ADN y/o proteínas mediante absorbancia en largos de onda de luz ultravioleta. Tampoco habían amplificado muestras de ADN mediante la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR por su acrónimo en inglés) y mucho menos habían transformado una cepa de E. coli en un organismo transgénico. Para ellos, estas experiencias en presencial resultan complejas, pero fascinantes. La utilización de estos procedimientos y técnicas permiten la integración interdisciplinaria del conocimiento pues son actividades excelentes para trabajar conceptos propios de las Ciencias Físicas y la Química y la ingeniería en un curso de Ciencias Biológicas.

La ausencia de laboratorios virtuales adecuados que permitieran simulaciones en los laboratorios en remoto constituyó un reto inmenso. Las experiencias en presencial, que eran simulaciones de proyectos de investigación trabajados por los estudiantes, se sustituyeron por documentales validados por el profesor que ilustraban y explicaban las técnicas que ellos/as debieron haber trabajado. Luego se discutían los resultados que se debían obtener en las diferentes experiencias. Los resultados en la posprueba hablan por ellos mismos. El grupo de estudiantes que toman el curso en presencial obtiene en la posprueba 16% más que lo alcanzado en la preprueba. Mientras, el grupo que tomó el curso a distancia con asistencia de la tecnología solo logró mejorar 5% en la posprueba al compararlo con su preprueba.

Debe tenerse en cuenta también, como un factor relevante afectando el aprovechamiento de los estudiantes, el estrés y la ansiedad que han experimentado durante el periodo de pandemia ante los cambios abruptos en los formatos de los cursos y sus dinámicas. Estudios indican cómo el estrés se correlaciona con el agotamiento emocional en educadores (Wu et al., 2019) y cómo el estrés y la ansiedad en los estudiantes se identifica como los dos impedimentos más comunes en el desempeño académico de los estudiantes subgraduados (American College Health Association, 2019). Por otro lado, hay estudios que han demostrado con grupos de estudiantes de “STEM” y “non-STEM” que la ansiedad de los estudiantes decrece al aumentar la proximidad del profesor (Kelly et al., 2015). Entonces nos preguntamos, ¿cuánto efecto ha tenido la pandemia y el cambio hacia la modalidad de cursos a distancia en acrecentar el estrés y la ansiedad y, por consiguiente, afectar el desempeño de los estudiantes que toman nuestros cursos en Ciencias Biológicas y en los Estudios Generales?

Sobre las actividades transformadoras en el proceso enseñanza aprendizaje, el profesor del curso se dedicó en el pasado semestre a utilizar más tiempo en la fase de exploración y de provocar discusión (elicit en el ciclo 7E) entre los estudiantes. Además, procuró estimular la participación de los estudiantes en explicar conceptos, procesos y técnicas, induciéndolos hacia el proceso de

metacognición, mientras el profesor actuaba como consultor y revisor en la expresión de las ideas, fundamentos y técnicas.

En el semestre que acaba de concluir se han recopilado datos de una muestra de estudiantes similar a la descrita en este trabajo. Queda por ver, al organizar y analizar los datos, si algunas de las estrategias educativas que utilizó el profesor junto a una mayor experiencia alcanzada por este en recursos de las TIC resulta en mejores números en la posprueba trabajada por los estudiantes. Además, para la mencionada evaluación en el semestre de enero a mayo de 2021, los estudiantes trabajaron un cuestionario pre/pos sobre sus niveles de interés en diversos aspectos académicos y profesionales tales como hacer estudios graduados o investigación como profesional en su área de especialidad. Este cuestionario es similar al que trabajaron los estudiantes en el curso presencial (Ayarza-Real et al., 2019). También se incluyeron preguntas sobre su interés en tomar otro curso de Ciencias Biológicas y sobre aumentar sus competencias en esta disciplina de manera informal.

Ante la posibilidad de continuar ofreciendo el curso a distancia asistido por la tecnología, los autores visualizan incluir preguntas en el cuestionario que permitan entender la relación del efecto del estrés y la ansiedad en los estudiantes con su desempeño en el curso. Los investigadores entienden también que este cuestionario ofrecerá luz sobre los niveles afectivos (interés, actitudes y valores) de la población de estudiantes "non-STEM" hacia las Ciencias Biológicas en momentos de pandemia. Son las experiencias expresadas por los mismos estudiantes las que servirán de guía para desarrollar una experiencia efectiva con los recursos y estrategias educativas adecuados para el proceso enseñanza-aprendizaje en un curso en remoto.

Conclusión

En este estudio teníamos como objetivo contestar la pregunta sobre el nivel de impacto en el aprovechamiento de los estudiantes en cuanto a conocimiento y comprensión de los conceptos discutidos en clase y trabajados en el laboratorio de un curso de Ciencias Biológicas del componente de los Estudios Generales a causa de la transición hacia la modalidad a distancia con asistencia de la tecnología (ERT). La muestra corresponde a estudiantes "non-STEM" y se evaluó su desempeño mediante pre/posprueba. Los resultados obtenidos se compararon con los obtenidos para una muestra similar de estudiantes que habían tomado el curso en clase presencial semestres previos a la pandemia. Se reporta una diferencia significativa entre ambas muestras de estudiantes siendo la de los estudiantes en ERT la del desempeño más exiguo. El bajo nivel de aprovechamiento que esta muestra exhibe puede ser resultado de múltiples factores. Entre estos se han discutido la inexperiencia del profesor con la ERT, la falta de compromiso de los estudiantes hacia un curso que no es de su concentración, el estrés y la ansiedad de los estudiantes ante una transición atropellada hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje al que no estaban familiarizados. En relación con el componente de laboratorio, se discute la ausencia de experiencias virtuales adecuadas para la sustitución de las experiencias prácticas presenciales.

Más que conclusiones, son diversas las preguntas que surgen de este estudio. Debido a lo reducido de la muestra de estudiantes, la cual consistía en una sola sección de un curso que se considera piloto, la investigación podría dirigirse a llevar a cabo pruebas similares en la diversidad de cursos que se ofrecen en el Departamento de Ciencias Biológicas. La integración de más profesores en el estudio y sus estudiantes nos darían una visión más clara de los factores de impacto negativo en el proceso enseñanza-aprendizaje en remoto y las acciones transformadoras que se deben adoptar. En próximos estudios se incluirán cuestionarios en los que los/as estudiantes expresen sus experiencias, inquietudes y puntos de vista con el propósito de incorporar sus percepciones y perspectivas para trabajar las modificaciones del curso a distancia.

Referencias bibliográficas

American College Health Association (2019). National college health assessment: *Undergraduate reference group: Executive summary. Silver Spring, MD.* American College Health Association National College Health Assessment. https://www.acha.org/documents/ncha/NCHA-III_Fall_2019_Undergraduate_Reference_Group_Executive_Summary.pdf

Arroyo, G. (2011). La enseñanza y capacitación en Biotecnología desde la perspectiva de la Educación General. *Revista Umbral*, 4, 66-78.

Ayarza-Real, C. y Arroyo-Cruzado, G. (2017). Estudiantes universitarios subgraduados "non STEM" se dedican al aprendizaje activo a través de experiencias de Biología Molecular en el laboratorio. *Revista INTEC*, 23, 241-257.

Ayarza-Real, C., Trinidad, R. y Arroyo-Cruzado, G. (2019). Ciencia, Biotecnología y Sociedad, un curso para estudiantes "non-STEM" dentro de la Educación General: Estudio de avalúo que compara el aprovechamiento y el interés de estudiantes de primer año con el de estudiantes de mayor nivel en Los *Estudios Generales en América Latina: debates, prácticas y propuestas*. pp. 251 Ediciones Mágica, San Juan, PR

Brown, K. (2001). Plantas transgénicas y ecosistemas. *Investigación y Ciencia*, 200, 14-19.

Eisenkraft, A. (2003). Expanding 5E model. *The Science Teacher*, 70, 56-59.

Erlich, H.A. (1999). *PCR technology.* Stockton press. N. Y.

Evans, W. y Relling, M. V. (1999). Pharmacogenomics: Translating functional genomics into rational therapeutics. *Science,* 286, 487-491.

Gin, L. E., Guerrero, F. A., Brownell, S. E. y Cooper, K. M. (2021). COVID-19 and undergraduates with disabilities: Challenges resulting from the rapid transition to online course delivery for students with disabilities in undergraduate STEM at large/enrollment institutions. *CBE-Life Sciences Education*, 20(3), ar36.

Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T. y Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *EDUCAUSE*, https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference/between-remote-teaching-and-online-learning

JLL e Invest Puerto Rico (2020). *Life Sciences Manufacturing Report.* pp.7. https://www.us.jll.com/trends-and-insights/researchj/puerto-rico-life-sciences-manufacturing-report

Kelly, S., Rice. C., Wyatt, B. y Delton, Z. (2015). Teacher immediacy and decreased student quantitative reasoning anxiety: The mediating effect of perception. *Communication Education* 64(2), 171-186.

Mir, C. (20 de noviembre de 2020). Educación Virtual: "¿Estás ahí?". *Primera Hora*. pp. 2.

Pallarito, K. (2004). Fueling the fires of ARN interference, *The Scientist*, 18, 18-19.

Perets, E. A., Chaveda, D., Gong, A. Z., Huang, X., Fung, T. S., Ng, K.Y., Bathgate, M. y Yan, E. C. (2020). Impact of the emergency transition to remote teaching on student engagement in a non-STEM undergraduate chemistry course in the time of COVID-19. *J. Chem. Educ.,* 97(9) 2439-2447.

Slater, S. J., Slater, T. F. y Bailey, J. M. (2010). *Discipline-based education research: scientist's guide*. W. H. Freeman and Co.

Tellado-Domenech, R. N. (18 de septiembre de 2020). Innovación agrícola para ahorrar agua. *El Nuevo Día*, pp. 23.

Trinidad-Pizarro, R., Ayarza-Real, C., Gómez-Ortega, A. y Arroyo-Cruzado, G. (2020). Descripción y análisis del proceso de validación para el instrumento de medición del aprovechamiento académico, grado de interés y satisfacción de estudiantes subgraduados "non-STEM" en un curso innovador de Ciencias Biológicas del componente de Educación General. *Revista Umbral* 16, 111-141

Wu, H., Qiu, S., Dooley, L. M. y Ma, C. (2020). The relationship between challenge and hindrance stressors and emotional exhaustion: The moderation role of perceived servant leadership. Int. J. Environ. Res. *Public Health* 17(1), 282.