10.29156/ INTER.8.2.4
Investigaciones y experiencias

Implementación y evaluación del enfoque *b-learning* en el laboratorio de transferencia de calor en Ingeniería Química[1]

Implementation and evaluation of b-learning approach in the heat transfer laboratory in Chemical Engineering

Implementação e avaliação da abordagem *b-learning* no laboratório de transferência de calor em Engenharia Química

Mario Amilcar Smidt Ledezma. ORCID: 0000-0002-3575-1862[1]
María Edelira Velázquez Figueredo. ORCID: 0000-0002-3798-4109[1]

[1] Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Aplicaciones Industriales, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Contacto: msmidt@qui.una.py
[2] Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Aplicaciones Industriales, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Contacto: edelira29@gmail.com

Resumen
En este trabajo se evaluó la incorporación del enfoque *b-learning* al proceso de enseñanza-aprendizaje del laboratorio de transferencia de calor de la carrera Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay, durante el curso lectivo 2017. El desarrollo virtual comprendió la visualización de videos educativos elaborados para la asignatura, la resolución de test prelaboratorio y la entrega de informes, mientras que el desarrollo presencial del curso comprendió la realización de las prácticas de laboratorio. Se evaluó la percepción del estudiante del diseño del curso, el enfoque aplicado y el grado de dificultad en la asimilación de conocimientos con esta modalidad, así como el desempeño obtenido en las evaluaciones conceptuales, procedimentales y finales. Los resultados muestran un alto nivel de satisfacción con el diseño del curso y la incorporación de esta metodología, un grado de dificultad percibida moderado y un desempeño satisfactorio en las evaluaciones realizadas. Por tanto, se concluye que el *b-learning* es una alternativa efectiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura.
Palabras clave: *blended learning*, enseñanza-aprendizaje, video educativo, laboratorio de transferencia de calor, ingeniería química.

Abstract
This study evaluated the incorporation of the b-learning approach in the teaching-learning process of the heat transfer laboratory of the Chemical Engineering career at the National University of Asunción (Paraguay) during the 2017 academic year. Virtual development included the visualization of educational videos elaborated for the course, resolution of pre-laboratory tests and delivery of reports, while the classroom (face-to-face) development of the course included the realization of laboratory practices. The student's perception of the course design, the approach applied and the degree of difficulty perceived in the assimilation of knowledge with this modality was evaluated, as well as the performance obtained in the conceptual, procedural and final evaluations. The results show a high level of satisfaction with the design of the course and the incorporation of this methodology, a moderate degree of perceived difficulty and a satisfactory

---

[1] Artículo aprobado por el equipo editor: Carolina Cabrera y Nancy Peré. Contribución de autoría: 1. Concepción y diseño del estudio. 2. Adquisición de datos. 3. Análisis de datos. 4. Discusión de los resultados. 5. Redacción del manuscrito. 6. Aprobación de la versión final del manuscrito. Mario A. Smidt: 1, 2, 3, 4, 5, 6. María E. Velázquez: 1, 3, 4, 5

performance in the evaluations carried out; therefore, it is concluded that b-learning is an effective alternative in the teaching-learning process of this subject.
Keywords: blended learning, teaching-learning, educational video, heat transfer laboratory, chemical engineering.

Resumo
Nesse trabalho foi avaliada a incorporação do enfoque *b-learning* no processo de ensino-aprendizagem no laboratório de transferência de calor do curso de Engenharia química da Universidad Nacional de Asunción (Paraguai) durante o ano letivo 2017. O desenvolvimento virtual incluiu a visualização de videos educativos elaborados para a disciplina, resolução de testes pre laboratoriais e a entrega de relatórios, enquanto que, o desenvolvimento presencial do curso incluiu a realização das práticas de laboratório. Foi avaliada a percepção do estudante acerca do desenho do curso, o enfoque aplicado e grau de dificuldade percebido na assimilação de conhecimentos nessa modalidade, assim como o desempenho obtido nas avaliações conceptuais, procedimentais e finais. Os resultados mostram um alto nível de satisfação com o desenho do curso e a incorporação desta metodologia, um grau de dificuldade percebido moderado e um desempenho satisfatório nas avaliações realizadas, por tanto, foi concluído que o *b-learning* é uma alternativa efetiva no processo de ensino-aprendizagem desta disciplina.
Palavras-chave: *blended learning*, ensino-aprendizagem, video educativo, laboratório de transferência de calor, engenharia química.

Fecha de recibido: 21-10-20
Fecha de aceptado: 19-7-21

1. Introducción

La búsqueda de cambios conducentes a mejorar las prácticas educativas es la motivación de la innovación, cuya definición en educación superior depende de la óptica, el contexto, la imagen y la visión de innovación que se tenga. Para Nelson y Winter (1982), innovación es cambio, requiere de imaginación y ruptura del statu quo. Nicholls (1983) añade que el cambio es deliberado y tendiente a lo que se cree mejor para el logro de los objetivos. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), en su obra *Innovación educativa* (2016), la describe como una tentativa intencional, planificada, tendiente a solucionar problemas para incrementar la calidad del aprendizaje y superar el enfoque tradicional en educación, en la que se conjugan cuatro factores que definen la acción innovadora: convivencia y cooperación, enfoque, enseñanza centrada en el aprendizaje y rol docente.
No son pocos los autores que pronosticaron acerca del rol que tendrán las instituciones de educación superior en la construcción de la sociedad del conocimiento y principalmente su capacidad para potenciar modelos de enseñanza accesibles (Escudero, 2017). Cáceres, Hinojo y Aznar (2009) son muy claros al afirmar que la sociedad del siglo XXI precisa de facilidad en el acceso a la información, así como de desarrollo del sentido crítico y concepción del propio juicio. En el marco de las observaciones anteriores, Salmerón, Rodríguez y Gutiérrez (2010) mencionan que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) aplicadas a la educación superior originan un sinnúmero de posibilidades en los procesos de enseñanza-aprendizaje y actúan como "artefactos tecnológicos de producción cultural" que no precisan de una relación presencial, sino que hacen que la información pueda ser comunicada y construida por todos los artífices del proceso, promoviendo la ruptura de barreras espacio-temporales de los esquemas tradicionales.
Hsu (2011) identificó diferentes formas de emplear las TIC en educación superior: como instrumento de investigación, herramienta de resolución de problemas y toma de decisiones, instrumento de producción y medio de comunicación. Fernandez-Rio (2018) describe que su uso se

puede dividir en preparación de las clases, producción de materiales, dirección del estudiante, educación especial, registros y grabaciones. Un elemento importante para la inclusión de las TIC en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje es la competencia del plantel docente en su uso (Fernández-Cruz y Fernández-Díaz, 2016). La introducción de las TIC en la educación superior no aleja los recursos tradicionales, más bien convergen ambos en un modelo mixto de educación en el que coexisten ambos tipos de recursos, es decir, las TIC no sustituyen los materiales tradicionales, sino que más bien ambos se complementan (Area, Hernández y Sosa, 2016).

Según mencionan Salmerón, Rodríguez y Gutiérrez (2010), los procesos de enseñanza-aprendizaje virtuales, o *e-learning*, emplean la red como un repositorio virtual o como una herramienta que facilita la interacción entre los involucrados, con predominio de comunicación asincrónica como asíncrona y con el alumno como autogestor de su aprendizaje (Universidad de Sevilla, 2007). Adquiere un valor pedagógico cuando el material *online* sirve de mediador, proporcionando un contexto educativo único, causante de interacción y coconstructor del conocimiento. Claramente el *e-learning* permite la concepción de un nuevo esquema de enseñanza que posibilita crear, investigar y experimentar (Cáceres, Hinojo y Aznar, 2009), rompiendo las barreras espacio-temporales características del enfoque tradicional (Cabero, Llorente y Puentes, 2010). Sin embargo, como explican Sanchez, Paule, Cerezo y Alvarez (2016), presenta muchos inconvenientes (usabilidad, pérdida del foco, exceso de información, etc.) y requiere de un gran esfuerzo y motivación del estudiante, lo que puede desembocar en el fracaso.

El *blended learning* o *b-learning* recupera el contacto interpersonal perdido en el modelo *e-learning*, es su evolución, permite la combinación de las mejores cualidades de la educación tradicional y la educación a distancia (Cáceres, Hinojo y Aznar, 2009). Presenta simplicidad y complejidad al mismo tiempo: simplicidad en el sentido de combinar experiencias de aprendizaje en línea y presencial; complejidad por la infinidad de contextos educativos en que puede ser empleado y las innumerables combinaciones de modos de aprendizaje (Cabero, Llorente y Puentes, 2010). Además, se ha comprobado que puede ser más eficiente que el aprendizaje *e-learning* debido a que recupera el contacto interpersonal (Shaw, Barnet, Mcgregor y Avery, 2015) y es capaz de generar experiencias variadas de aprendizaje centradas en el alumno (Mattheos et al., 2008). Muñoz, Matus, Pérez y Fasce (2017) reportaron una alta satisfacción de los estudiantes con respecto a la implementación del enfoque *b-learning* debido a la flexibilización del espacio temporal, la mayor interacción entre los participantes del proceso y la oferta de un bagaje de experiencias más reales.

Uno de los componentes principales en los que se sostiene el *b-learning* es el video educativo aplicado al proceso de enseñanza-aprendizaje, que se destaca como instrumento de implicación del estudiante en el tema abordado (Rajas, Puebla y Baños, 2018). Dado que el lenguaje audiovisual permite establecer comunicación a través de múltiples canales (verbal visual, textual, etc.), su influencia en el receptor es muy variada. Ello explica por qué el mensaje audiovisual tiene una incidencia diferente que el mensaje verbal o escrito en el estudiante. Por tanto, la creación y utilización de videos educativos es una poderosa herramienta didáctica (Fernandez-Rio, 2018). Para Ríos y Cebrián (2000), el video educativo debe estar "diseñado, producido, experimentado y evaluado para ser insertado en un proceso de enseñanza-aprendizaje de forma concreta y creativa", equilibrado en lo referente al rigor científico y el lenguaje coloquial.

La mayor parte de las asignaturas de Ingeniería Química dictadas en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay, precisan de un modelo de enseñanza que posibilite al estudiante "aprender haciendo". Para ello, la formación práctica se inicia en los primeros niveles y se fortalece en los "laboratorios de ingeniería", que son asignaturas en las que se busca desarrollar la capacidad de integrar los diferentes conocimientos adquiridos en forma fraccionada en asignaturas teóricas previas.

En este sentido, el laboratorio de transferencia de calor constituye un elemento central en la consolidación de aspectos prácticos de los fenómenos de transferencia de calor. Apunta a que los estudiantes desarrollen la autoformación, planifiquen y realicen prácticas de laboratorio y comuniquen e interpreten los resultados obtenidos en el lenguaje técnico adecuado.

En base a lo mencionado, este trabajo buscó implementar videos educativos, resolución de test prelaboratorio, uso de guías y presentación de informes en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura a través de un curso *b-learning*. Asimismo, buscó evaluar la percepción del estudiante en relación con el diseño del curso *b-learning*, el enfoque empleado, el nivel de dificultad percibido finalizado el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como el desempeño obtenido en las evaluaciones conceptuales, procedimentales y finales.

2. Material y métodos

El trabajo fue realizado durante el segundo semestre de 2017 con 32 estudiantes, todos participantes del estudio y alumnos de la asignatura, de edad promedio 23,6 ± 1,6 años y matriculados en el séptimo nivel de Ingeniería Química. La asignatura contiene ocho prácticas de laboratorio, tradicionalmente desarrolladas de forma presencial con seis horas de trabajo semanales (dos horas de teoría y cuatro de laboratorio). Finalizada la práctica, los estudiantes prepararon un informe escrito con el análisis y discusión de los resultados obtenidos. Para la implementación del enfoque *b-learning* el trabajo fue dividido en las siguientes fases:

2.1. Primera fase: diseño del curso

Dada la naturaleza práctica de la asignatura, se crearon tres tipos de videos educativos para cada etapa del proceso de enseñanza-aprendizaje: inducción teórica (video tipo 1), modelos de cálculo (video tipo 2) y demostración del funcionamiento de equipos (video tipo 3), en total 24 videos cuyo diseño se basó en los lineamientos descritos por Marcelo (2013) para cursos a distancia:

- Video tipo 1: se constituyó en la base para la construcción del conocimiento; proporciona fundamentos teórico-prácticos de cada contenido e introduce al estudiante al contexto en el cual se realizará la práctica de laboratorio. Incluyó una introducción teórica, detalle de los objetivos que se esperaban lograr, descripción técnica del equipo a utilizar, descripción del desarrollo experimental y bibliografía.
- Video tipo 2: presentó modelos de cálculo realizados con datos reales, muestra el análisis de los datos y la interpretación de los resultados.
- Video tipo 3: presentó el modo de operación de cada equipo y sus accesorios, indicando el procedimiento a seguir para la obtención de los datos. Constituye una herramienta central en la adquisición de las habilidades para el manejo de los equipos de laboratorio.

El aspecto de los videos educativos se muestra en la **figura 1**.

Figura 1: Aspecto de los videos educativos

También se elaboraron test individuales prelaboratorio cuya resolución se realizó durante la semana previa al desarrollo de cada práctica, empleando formularios de Google. Los estudiantes desarrollaron el siguiente conjunto de actividades:

- Semana previa: visualización de videos y resolución del test prelaboratorio.
- Día de la práctica: ejecución de la práctica de laboratorio.
- Semana posterior: elaboración y entrega de informes de laboratorio.

En términos generales, el desarrollo temporal del modelo propuesto se resume en la **figura 2**.

Figura 2: Desarrollo temporal del curso *b-learning*

En la plataforma Google Classroom se alojaron los enlaces a los videos educativos, test prelaboratorio, indicaciones y guías de laboratorio. La plataforma fue organizada por temas y cada tema fue publicado con una semana de antelación a la práctica a desarrollar. Asimismo, la plataforma permitió la comunicación bidireccional entre los alumnos y el profesor mediante una sección destinada a la realización de consultas y aclaración de dudas, en caso de necesidad. Los videos educativos también fueron compartidos en un canal de YouTube y organizados en listas de reproducción por práctica.

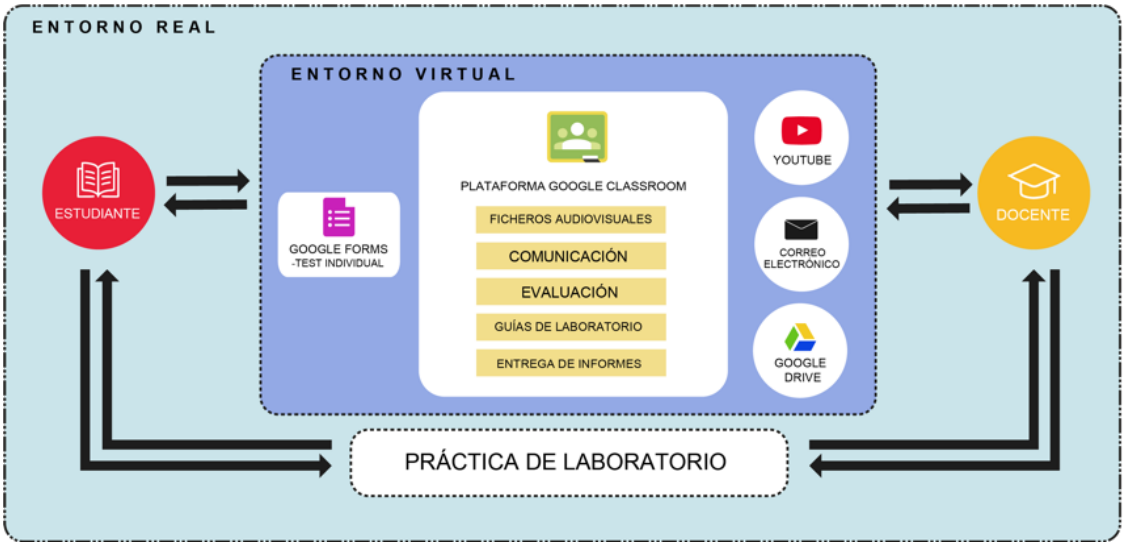
2.2. Segunda fase: operacionalización del curso

Para el trabajo en el laboratorio y la elaboración de informes se formaron cuatro grupos de ocho integrantes. Las responsabilidades de los partícipes del trabajo fueron:

- Docente: creación de los videos educativos, gestión de la plataforma virtual y coordinación del curso.
- Auxiliares docentes: acompañamiento a los estudiantes durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio.
- Estudiantes: visualización individual de los videos educativos y resolución de los test prelaboratorio. Ejecución grupal de las prácticas y elaboración de los informes.

La conjugación de todos los elementos mencionados se resume en el diseño conceptual de la metodología (**figura 3**).

Figura 3: Diseño conceptual de la metodología propuesta



2.3. Tercera fase: evaluación del curso

Se realizó un estudio cuantitativo de alcance descriptivo y diseño cuasi experimental de un solo grupo, y postest a los efectos de evaluar la implementación de esta metodología en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura. Los diseños cuasi experimentales son importantes en investigaciones en el ámbito educativo y las ciencias sociales ya que consideran grupos naturales, los toman como están constituidos y los someten a distintos estímulos (Echevarría, 2016). En el diseño de un solo grupo y postest se toma un grupo que será sometido a un tratamiento y luego se realiza la medición de la variable u observación. Cook y Campbell (1986) lo consideran una alternativa a los experimentos de asignación aleatoria en situaciones en que no se pueda ejercer total control experimental.

La evaluación del curso se realizó con tres cuestionarios. El cuestionario 1 buscó medir el grado de cumplimiento de indicadores relacionados con aspectos de diseño del curso: novedad, pertinencia, utilidad y funcionalidad. El instrumento de recolección de datos contó con 10 oraciones afirmativas con una escala Likert 1-5 donde los estudiantes debieron indicar su grado de conformidad con lo planteado; 1 correspondía a estar totalmente en desacuerdo y 5 a estar totalmente de acuerdo con la afirmación.

Con el cuestionario 2 se evaluó la satisfacción y percepción del estudiante con el enfoque *b-learning* aplicado. Fue adaptado de Muñoz, Matus, Pérez y Fasce (2017), dividido en cuatro dimensiones: actividades de enseñanza-aprendizaje, interacción, métodos de evaluación y satisfacción general. Contó con 23 reactivos en forma de afirmaciones, para los cuales los estudiantes debieron indicar, utilizando una escala tipo Likert 1-5, su grado de conformidad con lo planteado, donde 1 correspondía a estar totalmente en desacuerdo y 5 a estar totalmente de acuerdo con la afirmación.

La dimensión actividades de enseñanza-aprendizaje contempló tanto las actividades presenciales (prácticas de laboratorio) como las virtuales (visualización de videos, resolución de test prelaboratorio, etc.) y evaluó la percepción del estudiante en relación con la calidad de estas. En la dimensión interacción se evaluó la percepción del estudiante de las interacciones estudiante-profesor y estudiante-estudiante en los ambientes presencial y virtual. En la dimensión evaluación se valoró la percepción del estudiante de la calidad y pertinencia de los test prelaboratorio

realizados a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje. La dimensión satisfacción general hizo referencia a cómo percibió el estudiante el curso en general.

El cuestionario 3 buscó cuantificar el nivel de dificultad percibido en el proceso de enseñanza-aprendizaje debido a la implementación de la modalidad *b-learning*. Contó con ocho reactivos y fue evaluado con una escala diferencial semántica 1-5, siendo 1 el nivel de dificultad bajo y 5 el nivel de dificultad alto (**tabla 1**).

Finalmente, los conocimientos adquiridos por los estudiantes fueron evaluados mediante dos exámenes parciales que incluyeron fundamentos teóricos (contenidos conceptuales), análisis e interpretación de datos experimentales (contenidos procedimentales) y una evaluación final global, cuyos resultados fueron tabulados para su análisis como complemento del cuestionario 3.

Tabla 1: Cuestionarios de evaluación del curso *b-learning*

Cuestionario 1		1. El texto, sonido e imagen en los videos educativos fueron adecuados. 2. Los videos educativos tienen buena calidad estética. 3. El diseño de los videos, así como la adecuada organización del contenido en la plataforma virtual, ayuda a la correcta asimilación del contenido desarrollado, así como a la realización de las prácticas. 4. El uso de los videos y de la plataforma virtual resulta novedoso para la asignatura. 5. Se puede acceder a la plataforma desde cualquier dispositivo, es de fácil utilización y los recursos virtuales son fáciles de encontrar en ella. 6. El contenido de los videos está relacionado con los objetivos de aprendizaje de la asignatura. 7. Las imágenes, el audio y los videos utilizados son de calidad, coherentes con el contenido y facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje. 8. Los contenidos conceptuales y procedimentales se desarrollan en los videos. 9. Los videos, así como los materiales de apoyo de la plataforma virtual, son útiles para la realización de las prácticas. 10. El conjunto —visualización de videos, resolución del test prelaboratorio, realización de las prácticas y elaboración de informes— facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje.
Cuestionario 2	Dimensión 1: actividades de enseñanza-aprendizaje	1. Las actividades presenciales me parecieron organizadas. 2. En las actividades presenciales las dudas fueron aclaradas. 3. Las actividades presenciales favorecieron el logro de los objetivos de la asignatura. 4. Las actividades presenciales fueron estimulantes. 5. Las actividades en línea me parecieron organizadas. 6. La plataforma virtual contenía las indicaciones necesarias para realizar las actividades presenciales. 7. Las actividades en línea favorecieron el logro de los objetivos de la asignatura. 8. Las actividades en línea fueron estimulantes.
	Dimensión 2: interacción	1. En las actividades presenciales los auxiliares docentes motivaron a los estudiantes a interactuar entre sí. 2. En las actividades presenciales se promovió que los estudiantes compartieran sus inquietudes. 3. La comunicación con el docente resultó de utilidad para aclarar las dudas. 4. El docente manifestó entusiasmo con el uso de la plataforma virtual.
	Dimensión 3: evaluación	1. En las prácticas 1 a la 8 existieron variadas formas de evaluación. 2. La retroalimentación obtenida en las prácticas 1 a 8 fue valiosa para mi aprendizaje. 3. Las evaluaciones fueron acordes a los objetivos de la asignatura. 4. Las evaluaciones fueron útiles para medir mi aprendizaje.
	Dimensión 4: satisfacción general	1. Si tuviera la oportunidad de realizar otro curso con esta metodología lo haría con agrado. 2. La incorporación del apoyo virtual ha sido intelectualmente estimulante. 3. He aprendido contenidos valiosos con la incorporación del apoyo virtual. 4. La parte virtual ahorró mucho tiempo de clases presenciales. 5. Que la asignatura tenga una parte de su desarrollo virtualmente me ayudó a planificar mejor. 6. Las actividades virtuales fueron un buen complemento a las clases presenciales. 7. Se vio la necesidad de incorporar apoyo virtual a las asignaturas que no cuentan con este apoyo.
Cuestionario 3		1. Nivel de dificultad percibido en la comprensión del contenido conceptual desarrollado en los videos. 2. Nivel de dificultad en la comprensión del contenido procedimental (uso de equipos) desarrollado en los videos. 3. Nivel de dificultad percibido en la comprensión del contenido procedimental (análisis de datos-interpretación de resultados) desarrollado en los videos. 4. Nivel de dificultad percibido en la realización de las prácticas habiendo visualizado los videos. 5. Nivel de dificultad percibido en la elaboración de los informes habiendo visualizado los videos. 6. Nivel de dificultad percibido en la resolución del examen teórico habiendo visualizado los videos. 7. Nivel de dificultad percibido en la resolución del examen práctico habiendo visualizado los videos. 8. Nivel de dificultad general del curso.

2.4. Análisis de datos cuantitativos

Los resultados fueron tabulados en el paquete estadístico Excel 2016 (Microsoft, USA). La confiabilidad y consistencia interna de los instrumentos fue evaluada a través del análisis de covarianza de ítems mediante el coeficiente alfa de Cronbach. Como criterio general se consideró que un instrumento es bueno si $\alpha > 0{,}8$ y es aceptable si $\alpha > 0{,}6$ (Sampieri, Fernández y Baptista, 2014). El grado de cumplimiento de los indicadores de los tres cuestionarios fue analizado

descriptivamente empleando diagramas de cajas, así como el promedio ponderado de las evaluaciones de contenidos conceptuales, procedimentales y la evaluación global final. Asimismo, se realizó un t-test para determinar si existieron diferencias significativas entre el promedio de notas obtenido por los estudiantes que cursaron la asignatura con la modalidad *b-learning* y un grupo control de 25 alumnos que cursaron la asignatura el año anterior sin la aplicación de esta modalidad.

3. Análisis y resultados

Los valores del coeficiente alfa de Cronbach revelaron que todos los cuestionarios obtuvieron valores aceptables y buenos de confiabilidad y validez interna, lo que significa que la fiabilidad de los instrumentos de recolección de datos fue buena y que los reactivos están fuertemente relacionados, por lo tanto, los cuestionarios resultaron adecuados para lo que se deseó medir (Muñoz, Matus, Pérez y Fasce, 2017; Sampieri, Fernández y Baptista, 2014). Se conformaron diagramas de cajas con los resultados derivados de los tres cuestionarios, así como del desempeño obtenido en las evaluaciones (**figuras 4** y **5**).

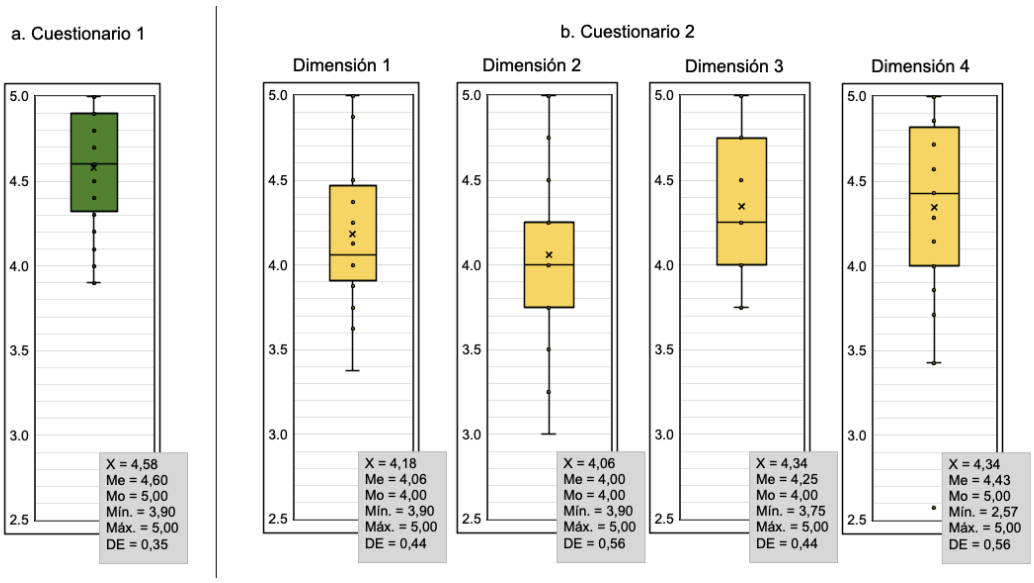
Sobre el cuestionario 1 (**figura 4a**), el valor del coeficiente alfa de Cronbach fue 0,83 y el rango intercuartílico se ubicó entre 4,33 y 4,90, lo que implica que el 50 % de los datos se agruparon en valores que indican que los encuestados estuvieron totalmente de acuerdo con las afirmaciones presentadas, con una distribución ligeramente asimétrica negativa (X < Me). Se rescatan algunas reflexiones planteadas por los estudiantes:

- "La calidad estética de los videos es muy buena, no existieron problemas para ver o escuchar los videos".
- "Los videos y el contenido fueron organizados de una forma clara y eran accesibles en cualquier momento".
- "Esta metodología debería implementarse en los demás laboratorios, ahorra tiempo y mejora el aprendizaje".

En la **figura 4b** se muestran los datos relacionados con el cuestionario 2 para cada dimensión. Sobre la dimensión 1, el valor del coeficiente alfa de Cronbach fue 0,84 y el rango intercuartílico se ubicó entre 3,91 y 4,47, con una distribución asimétrica positiva (X > Me). Para la dimensión 2 el valor del coeficiente alfa de Cronbach fue de 0,63, rango intercuartílico entre 3,75 y 4,25, con distribución ligeramente asimétrica positiva (X > Me). Para ambas dimensiones, la ubicación del rango intercuartílico indica que el 50 % de los estudiantes, en general, estuvieron de acuerdo con las afirmaciones de los cuestionarios.

El análisis de los datos de la dimensión 3 reveló que el coeficiente alfa de Cronbach fue de 0,64, rango intercuartílico entre 4,00 y 4,75, con distribución asimétrica positiva (X > Me). Por último, el coeficiente alfa de Cronbach de la dimensión 4 fue de 0,84, con rango intercuartílico entre 4,00 y 4,82, distribución asimétrica negativa (X < Me). En ambas dimensiones, el rango intercuartílico indica que el 50 % de los estudiantes estuvieron totalmente de acuerdo con las afirmaciones de los cuestionarios.

Figura 4: Diagramas de cajas de los cuestionarios 1 y 2



En relación con el grado de dificultad percibido en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el análisis de covarianza de ítems del cuestionario 3 arrojó un valor alto (alfa de Cronbach de 0,89) y el análisis estadístico de los resultados reveló una clara agrupación de datos en un nivel de dificultad moderada, lo que significa que para la mayoría de los estudiantes el nivel de dificultad percibido en el proceso de enseñanza-aprendizaje debido a la implementación del enfoque *b-learning* está entre 1 y 3, en una escala 1-5, siendo 1 un nivel de dificultad bajo y 5 un nivel de dificultad alto (**figura 5**). Por otro lado, los promedios obtenidos en las evaluaciones de los contenidos conceptuales y procedimentales muestran que el desempeño obtenido durante la implementación del enfoque *b-learning* fue alto. En el caso de las evaluaciones conceptuales, el 50 % de los datos se agruparon entre 80 y 90 %, con dos valores atípicos de 37 y 58 %. Para el caso de las evaluaciones procedimentales, el 50 % de los datos se agruparon entre 90 y 98 %, con un valor atípico en 73 %. Finalmente, el 50 % de los datos de las evaluaciones globales finales quedaron agrupados entre 86,3 % y 90,8 %, con un valor atípico en 68 %. Como se ve en la **figura 5**, para todas las evaluaciones la distribución fue asimétrica negativa (X < Me). El rango en que se espera se encuentre el desempeño promedio de un estudiante, con un nivel de confianza del 95 %, se muestra en la **tabla 2**.

Figura 5: Diagramas de cajas del cuestionario 3 y desempeño en las evaluaciones

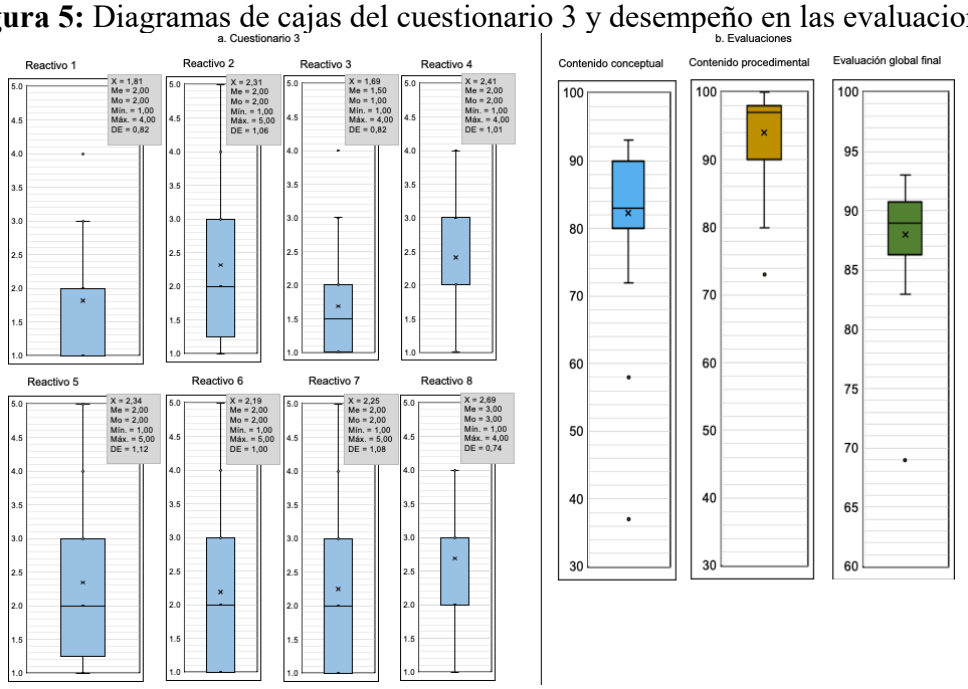


Tabla 2: Estadísticos descriptivos del desempeño en las evaluaciones realizadas en el curso *b-learning*

Estadístico	Contenido conceptual	Contenido procedimental	Evaluación global final
X	82,3	94,1	88,0
Me	83	97	89
Mo	83	97	90
Mín.	37	73	69
Máx.	93	100	93
DE.	10,9	6,6	4,5
IC 95 %	78,5-86,1	91,8-96,4	86,4-89,6

X: media, Me: mediana, Mo: moda, Mín.: valor mínimo, Máx.: valor máximo, DE: desviación estándar, IC: intervalo de confianza

Finalmente, los resultados del t-test realizado para comparar el promedio de notas obtenido por estudiantes que cursaron la asignatura el año anterior a la implementación del modelo *b-learning* con el promedio de notas de estudiantes que cursaron la asignatura en la modalidad propuesta se muestran en la **tabla 3**. Como el estadístico t se ubicó a la izquierda del valor crítico de t, y el valor $p < 0,05$, se deduce que el promedio de notas antes de la implementación del modelo *b-learning* es distinto que el promedio de notas luego de su implementación, lo que significa que existen diferencias significativas entre los promedios de los años 2016 y 2017, con un nivel de significancia del 95 %.

Tabla 3: Estadísticos del t-test

Estadístico	Año 2016	Año 2017
Media	3,880	4,281
Varianza	0,443	0,402
Observaciones	25	32
Varianza agrupada	0,420	
Grados de libertad	55,000	
Estadístico t	–2,319	
P (T <= t) dos colas	0,024	
Valor crítico de t (dos colas)	2,004	

4. Discusión y conclusiones

Los resultados derivados del cuestionario 1 evidenciaron que la calidad sonora, la sincronización, el tamaño de imagen y texto y demás aspectos técnico-estéticos, así como la organización de la información tanto en la plataforma como en los videos educativos, fueron percibidos como adecuados. Para Cabero (2004) estos aspectos son claves en la evaluación de medios que satisfagan las necesidades del proceso de enseñanza-aprendizaje, y según Prendes y Castañeda (2010) son importantes para ayudar al desarrollo de las habilidades de los estudiantes. Otros aspectos relacionados con el diseño de un curso *b-learning* son la accesibilidad y organización de la plataforma virtual y su facilidad de uso, considerados importantes por Castellano (2010) porque esta metodología surgió como un modelo de enseñanza-aprendizaje novedoso relacionado con el contexto social y tecnológico, facilitador, accesible y auténtico, conducente a la integración entre la tecnología y la educación.

Por otro lado, Google Classroom demostró ser una herramienta práctica e intuitiva que permite el trabajo desde cualquier terminal, lo que explica el alto nivel de satisfacción mostrado por los alumnos en relación con el uso de esta plataforma, en concordancia con Samper, García, Ferri, Carbonell y López (2017). Por otra parte, los resultados indicaron la pertinencia y coherencia de los videos educativos generados, efecto que se remarca con los promedios obtenidos en las distintas evaluaciones realizadas (**figura 9**) y que ya ha sido observado en otras áreas del conocimiento (Troncoso, Cuicas y Debel, 2010). En esta misma línea, el hecho de tener un video educativo para cada fase del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura fue fundamental en el diseño de esta estrategia de trabajo, porque permitió conectar las actividades virtuales con las prácticas de laboratorio y construir medios de retroalimentación a favor del estudiante.

Con respecto al cuestionario 2, los resultados de la dimensión 1 demostraron satisfacción de los estudiantes con las actividades de enseñanza-aprendizaje propias del enfoque *b-learning*, lo que concuerda con lo reportado por Muñoz, Matus, Pérez y Fasce (2017), y Handal, Groenlund y Gerzina (2010), quienes encontraron altos niveles de satisfacción con las actividades virtuales y presenciales de las asignaturas en las que aplicaron el enfoque *b-learning*, que son atributos de esta modalidad debido a que la edificación del conocimiento acrecienta sus opciones de éxito al mezclar entornos virtuales con presenciales (Castro-Rodríguez y Lara-Verástegui, 2018). La buena organización de las actividades virtuales y presenciales fue clave en el éxito de esta propuesta *b-learning*. La organización y temporización de contenidos es sumamente importante en cualquier tipo de modalidad a distancia y exige una planificación estructurada para su ejecución (Ramírez y Pérez, 2013).

En relación con la dimensión 2, los estudiantes destacaron que se los motivó a interactuar. Un aspecto central en el diseño de cursos con componentes virtuales es el soporte social otorgado (Muñoz, Matus, Pérez y Fasce, 2017). Resulta vital el diseño de una estrategia que conecte la virtualidad con la presencialidad creando medios de retroalimentación y abriendo un abanico de posibilidades que lleven al éxito. La posterior elaboración de los informes en paralelo con la visualización de los videos de la práctica siguiente propició cierto grado de organización entre los estudiantes, lo que favoreció el aprendizaje colaborativo y la retroalimentación constante de los contenidos, haciendo que la virtualidad complementara el desarrollo presencial de la asignatura. Esta capacidad de interacción es una de las fortalezas del modelo aplicado y ha sido señalada como una de sus ventajas por Durán, Costaguta y Gola (2011), Castro-Rodríguez y Lara-Verástegui (2018) y Salinas, de Benito, Pérez y Gisbert (2018).

Sobre la dimensión 3, la diversificación de las evaluaciones realizadas y la retroalimentación obtenida fueron valiosas para el aprendizaje. El modelo aplicado permitió el acceso a los videos educativos en cualquier momento, convirtiendo el aprendizaje en un elemento activo y ofreciendo oportunidades de retroalimentación por la característica inherente de acceso a la información a través de internet en cualquier momento y lugar (Castro-Rodríguez y Lara-Verástegui, 2018). Para la dimensión 4, los resultados indicaron que la flexibilización espacio-temporal, la accesibilidad de los recursos, la variedad de materiales didácticos que ofrecen respuestas a la diversidad de estilos cognitivos de los alumnos son fortalezas propias del enfoque aplicado y se vieron reflejadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Cabero, 1998, 2004).

La evaluación cuantitativa del cuestionario 3 reveló que el nivel de dificultad percibido con la aplicación del modelo *b-learning* fue moderado. En este sentido, se destaca que la comprensión de los contenidos desarrollados con ayuda de los videos educativos es alta; el video tipo 2 fue el de mejor aceptación. Los estudiantes manifestaron que contar con un material que permite seguir la metodología de cálculo a partir de datos reales obtenidos del propio equipo fue una ayuda importante al momento de elaborar informes y preparar las pruebas de evaluación. Por otro lado, también destacaron que contar con un material que muestra detalladamente el funcionamiento de los equipos fue de suma importancia. Finalmente, se encontró que existen diferencias significativas entre los promedios de las notas obtenidas por grupos distintos antes y después de aplicar la metodología, por lo que la mejora en el desempeño de los estudiantes se puede atribuir al modelo *b-learning* aplicado.

Por lo mencionado en los párrafos anteriores, se concluye que la implementación del modelo *b-learning* en el laboratorio de transferencia de calor ha demostrado ser una experiencia positiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los estudiantes expresaron altos niveles de satisfacción en los aspectos evaluados en este trabajo; asimismo, su desempeño en las evaluaciones fue alto. Esto nos lleva a concluir que este enfoque es altamente recomendable para asignaturas similares a esta y que llevará a un proceso de mejora y modernización de los métodos de enseñanza-aprendizaje aplicados en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción, acordes con el modelo de universidad del siglo XXI. Definitivamente, el aporte más significativo de este trabajo fueron los videos educativos, de valor inestimable en cuanto a la ayuda que brindaron al aprendizaje de los estudiantes.

Referencias bibliográficas

Area, M., Hernández, V., y Sosa, J. J. (2016). Modelos de integración didáctica de las TIC en el aula. *Comunicar, 24*(47), 79-87. Recuperado de https://doi.org/10.3916/C47-2016-08

Cabero, J. (1998). *Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones educativas.* En Lorenzo-Delgado, M., Ortega Carrillo, J. A., y Sola Martínez, T. (eds.), *Enfoques en la organización y dirección de instituciones educativas formales y no formales* (pp. 197-206). Grupo Editorial Universitario.

Cabero, J. (2004). Las TICs como elementos para la flexibilización de los espacios educativos: Retos y preocupaciones. *Comunicación y Pedagogía, 194*, 13-19. Recuperado de https://bit.ly/2LupR0f

Cabero, J., Llorente, C., y Puentes, Á. (2010). La satisfacción de los estudiantes en red en la formación semipresencial. *Comunicar, 18*(35), 149-157. Recuperado de https://doi.org/10.3916/C35-2010-03-08

Cáceres, M. P., Hinojo, F. J., y Aznar, I. (2009). Percepciones del alumnado sobre el *blended learning* en la universidad. *Comunicar, 17*(33), 165-174. Recuperado de https://doi.org/10.3916/c33-2009-03-008

Castellano, H. M. (2010). *Integración de la tecnología educativa en el aula: Enseñando con las TIC*. Cengage Learing. Recuperado de https://bit.ly/3dLvtQL

Castro-Rodríguez, Y., y Lara-Verástegui, R. (2018). Percepción del *blended learning* en el proceso enseñanza aprendizaje por estudiantes del posgrado de Odontología. *Educación Médica*, *19*, 223-228. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.edumed.2017.03.028

Contreras, L. E., Fuentes, H. J. y Contreras, A. C. (2012). Incorporación de las TIC como metodología *b-learning* en la enseñanza de procesos industriales. *Revista de Educación y Desarrollo Social, 6*(2), 171-182. Recuperado de https://bit.ly/2SG8dh4

Cook, T., y Campbell, D. (1986). The design and conduct of quasi-experiments. Handbook of Industrial and Organizational Psychology.

Durán, H., Costaguta, R., y Gola, M. (2011). El modelo *b-learning* implementado en la asignatura simulación. *RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 14*(2), 149-166. Recuperado de https://doi.org/10.5944/ried.2.14.793

Echevarría, D. (2016). *Los diseños de investigación cuantitativa en psicología y educación*. UniRío editora. Recuperado de http://www.unirioeditora.com.ar/wp-content/uploads/2018/10/978-987-688-166-1.pdf

Escudero, A. (2017). Aportaciones al proceso horizontal de transversalización de la educación a distancia en las instituciones de educación superior. *Revista de la Educación Superior, 46*, 57-69. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.resu.2017.02.003

Fernández-Cruz, F.-J., y Fernández-Díaz, M.-J. (2016). Los docentes de la generación Z y sus competencias digitales. *Comunicar, 24*(46), 97-105. Recuperado de https://doi.org/10.3916/C46-2016-10

Fernandez-Rio, J. (2018). Creación de videos educativos en la formación docente: Un estudio de caso. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 21*(1), 115-127. Recuperado de https://doi.org/10.6018/reifop.21.1.293121
Handal, B., Groenlund, C., y Gerzina, T. (2010). Dentistry students' perceptions of learning management systems. *European Journal of Dental Education*, *14*(1), 50-54. Recuperado de https://doi.org/10.1111/j.1600-0579.2009.00591.x
Hsu, S. (2011). Who Assigns the Most ICT Activities? Examining the Relationship between Teacher and Student Usage. *Computers & Education, 56*(3), 847-855. Recuperado de http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.026
Marcelo, C. (2013). Las tecnologías para la innovación y la práctica docente. *Revista Brasileira de Educação*, *18*(52), 25-47. Recuperado de https://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782013000100003
Mattheos, N., Stefanovic, N., Apse, P., Attstrom, R., Buchanan, J., Brown, P., … Thomas, H. F. (2008). Potential of information technology in dental education. *European Journal of Dental Education, 12*, 85-92. Recuperado de https://doi.org/10.1111/j.1600-0579.2007.00483.x
Muñoz, F., Matus, O., Pérez, C., y Fasce, E. (2017). *Blended learning* y el desarrollo de la comunicación científica en un programa de especialización dental. *Investigación en Educación Médica* (23), 180. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.riem.2016.09.011
Nelson, R. R., y Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Harvard University Press.
Nicholls, A. (1983). *Managing educational innovations*. Allen & Unwin.
Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2016). *Innovación educativa*. Lima: Cartolan.
Prendes, M. P., y Castañeda, L. (2010). *Enseñanza superior, profesores y TIC*. Ediciones de la U.
Rajas, M., Puebla, B., y Baños, M. (2018). Formatos audiovisuales emergentes para MOOCs: Diseño informativo, educativo y publicitario. *Profesional de la Información*, *27*(2), 312-321. Recuperado de https://doi.org/10.3145/epi.2018.mar.09
Ramírez, G., y Pérez, M. A. (2013). La planificación del *blended learning*, implementación del curso Taller de Arquitectura. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 10*. Recuperado de file:///C:/Users/usuario/AppData/Local/Temp/522-2055-1-PB.pdf
Ríos, J. M., y Cebrián, M. (2000). *Nuevas tecnologías de la comunicación y de la información aplicadas a la educación*. España: Ediciones Aljibe.
Salinas, J., de Benito, B., Pérez, A., y Gisbert, M. (2018). *Blended learning*, más allá de la clase presencial. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 21*(1), 195-213. Recuperado de https://doi.org/10.5944/ried.21.1.18859
Salmerón, H., Rodríguez, S., y Gutiérrez, C. (2010). Metodologías que optimizan la comunicación en entornos de aprendizaje virtual. *Comunicar, 18*(34), 163-171. Recuperado de https://doi.org/10.3916/C34-2010-03-16
Samper, M. D., García, D., Ferri, J. M., Carbonell, A., y López J. (2017). Implementación de la plataforma Google Clasroom en la asignatura "Tratamiento de Residuos" para la realización de experiencia de clase inversa. En *Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. 9 pp. Recuperado de http://dx.doi.org/10.4995/INRED2017.2017.6818
Sampieri, R. H., Fernández, C., Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. MacGraw-Hill.
Sanchez, M., Paule, M., Cerezo, R., y Alvarez, V. (2016). MeL: Modelo de adaptación dinámica del proceso de aprendizaje en *eLearning*. *Anales de Psicología, 32*(1), 106-114. Recuperado de https://doi.org/10.6018/analesps.32.1.195071
Shaw, T., Barnet, S., Mcgregor, D., y Avery, J. (2015). Using the Knowledge, Process, Practice (KPP) model for driving the design and development of online postgraduate medical education. *Medical Teacher*, *37*(1), 53-58. Recuperado de https://doi.org/10.3109/0142159X.2014.923563

Troncoso, O., Cuicas, M., y Debel, E. (2010). El modelo *b-learning* aplicado a la enseñanza del curso de Matemática I en la carrera de Ingeniería Civil. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación, 10*(3), 1-28. Recuperado de https://bit.ly/2SHsB1s
Universidad de Sevilla. (ed.). (2007). e-Learing: *Definición y características.* Recuperado de https://bit.ly/2SkjRdd