



Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)

ISSN: 0185-1284

ISSN: 2448-878X

rlee@ibero.mx

Universidad Iberoamericana, Ciudad de México

México

Rodríguez-Díaz, Albino; Romero-Islas, Jovita; Rodríguez-Romero, José de Jesús
Formulación de un diseño de instrumentación didáctica en b-Learning para educación superior

Revista Latinoamericana de Estudios Educativos
(México), vol. LIV, núm. 1, 2024, Enero-, pp. 325-372
Universidad Iberoamericana, Ciudad de México
Distrito Federal, México

DOI: <https://doi.org/10.48102/rlee.2024.54.1.604>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27075657011>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Formulación de un diseño de instrumentación didáctica en *b-Learning* para educación superior

Formulation of a b-Learning Didactic Instrumentation Design for Higher Education

Albino Rodríguez-Díaz
Tecnológico Nacional de México,
Instituto Tecnológico de Tepic, México
arodriguez@ittpic.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-3257-8478>

Jovita Romero-Islas
Tecnológico Nacional de México,
Instituto Tecnológico de Tepic, México
jromero@ittpic.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-6506-1651>

José de Jesús Rodríguez-Romero
Tecnológico Nacional de México,
Instituto Tecnológico de Tepic, México
rguez344@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2025-2945>

RESUMEN

Se analiza el impacto de la interacción en una instrumentación didáctica *b-Learning*, basada en la colaboración y comunicación durante sesiones presenciales y entorno en línea con base en una experiencia de dos años en educación a distancia durante la pandemia por Covid-19. La investigación utiliza la instrumentación didáctica en la plataforma Moodle y sus herramientas de interacción para favorecer el proceso de enseñanza, de aprendizaje y de evaluación en cursos de Cálculo Diferencial y Análisis de Datos Experimentales, a través de una modalidad mixta que combina la interacción presencial y en línea. Los resultados indican que la implementación de esta estrategia promueve una mayor colaboración y comunicación entre los estudiantes y con el profesor. Se observó un incremento en la satisfacción de los estudiantes con la aplicación de la instrumentación didáctica *b-Learning*, lo que sugiere la eficacia de esta modalidad mixta para mejorar la experiencia educativa en la resolución de problemas en ambientes colaborativos. Los profesores comprobaron la validez de contenido de instrumentos de evaluación estandarizados, tras aplicarlos en la herramienta Examen de Moodle. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar la interacción en el diseño de estrategias didácticas que integren la educación presencial y mixta para potenciar el aprendizaje.

Palabras clave: instrumentación didáctica, resolución de problemas, interacción, colaboración, *b-Learning*

ABSTRACT

The impact of interaction in a *b-Learning* didactic instrumentation is analyzed, based on collaboration and communication during face-to-face sessions and an online environment based on a two-year experience in distance education during the Covid-19 pandemic. The research uses the didactic instrumentation on the Moodle platform and its interaction tools to favor the teaching, learning and evaluation process in Differential Calculus and Experimental Data Analysis courses, through a mixed modality that combines face-to-face interaction and online. The results indicate that the implementation of this strategy promotes greater collaboration and communication between students and the teacher. An increase in student satisfaction was observed with the application of *b-Learning* didactic instrumentation, which suggests the effectiveness of this mixed modality in improving the educational experience in solving problems in collaborative environments. The teachers checked the content validity of standardized assessment instruments, after applying them in the Moodle Exam tool. These findings highlight the importance of considering interaction in the design of teaching strategies that integrate face-to-face and blended education to enhance learning.

Keywords: didactic instrumentation, problem solving, interaction, collaboration, *b-Learning*

INTRODUCCIÓN

Sobre educación se han creado frases memorables. Hace más de 400 años Comenio dijo que habría que enseñar todo a todos. Esta frase emblemática fue la base de su *Didáctica Magna*, donde señaló que “es necesario que nuestros libros contengan todo cuanto hace relación a la completa instrucción de las inteligencias, a fin de que nadie pueda dejar de aprender con ellos lo que debe saberse” (Comenio, 2000, p. 127). Por otro lado, Bruner (1989, p. 51) afirma que “una teoría de la instrucción es *prescriptiva* en el sentido de que expone reglas respecto al modo más eficaz de lograr conocimiento o destrezas”. En su discurso a los maestros en la inauguración de la Universidad Nacional de México, en 1921, Vasconcelos (1982, p. 152) señaló “y que cada hombre ofrezca su ejemplo a los demás; de aquí que afirmamos que es legítimamente maestro el que trata de aprender y se empeña en mejorarse a sí mismo”. La lectura reflexiva en tiempo de pandemia inspiró este trabajo de investigación sobre la didáctica y su instrumentación en cursos *b-Learning*, puesto que enseñar implica aprender y se requiere entusiasmo y compromiso.

El diseño instruccional en entornos *b-Learning* se erige como una respuesta a los desafíos de la educación en tiempos de pandemia. En este contexto, resulta esencial reflexionar sobre las palabras de Comenio y Bruner, quienes abogaban por una instrucción integral y eficaz para todos los estudiantes. No obstante, en la actualidad la idea de enseñar *todo a todos* se enfrenta a diversas barreras logísticas y pedagógicas. La concepción tradicional de instrucción y su enfoque en la transmisión de conocimiento masivo han evolucionado con el tiempo. Si bien los procesos cognitivos, como la imaginación, la memoria, el lenguaje y otros recursos mentales continúan siendo fundamentales para educar, la realidad nos exige adaptarnos a las posibilidades y limitaciones del mundo digital.

La presente investigación-acción, inspirada por la lectura reflexiva en este escenario de cambio educativo, se enfoca en la didáctica y su implementación en entornos *b-Learning*. Se reconoce que, aunque la enseñanza masiva e idéntica para todos se torna inviable, destacamos el papel ineludible del docente como facilitador del proceso de enseñanza y aprendizaje, independientemente del medio de impartición. En este sentido, el diseño de instrumentación didáctica se

presenta como una herramienta operativa para alcanzar el desarrollo de competencias profesionales en el contexto actual. Mediante el aprovechamiento de recursos tecnológicos y la planificación pedagógica adecuada, se busca crear experiencias educativas enriquecedoras y adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes, manteniendo la importancia de las interacciones dentro y fuera del aula.

En coherencia con lo anterior, Pacheco-Cortés e Infante-Moro (2020) y Olmos-Migueláñez *et al.* (2014) coinciden en que se aprende desde y con la tecnología, pero señalan que se requiere fundamentalmente la interacción no sólo con la tecnología, sino también con los contenidos y entre iguales, entre los docentes y estudiantes, más aún en tiempos de Covid-19. Sobre esta problemática reciente, Logunov *et al.* (2021), Lorenzo-Lledó *et al.* (2021) y Sáiz-Manzanares *et al.* (2021) afirman que la pandemia generó un sentido de conciencia de que es necesario superar la brecha tecnológica implicada en las carencias en el acceso a la tecnología y al Internet; que hay deficiencias en las capacidades digitales en estudiantes y en especial en muchos docentes. La situación coyuntural provocada por el Covid-19 también mostró que para aprovechar las enseñanzas y dificultades que significan afrontar la educación totalmente a distancia, ya no se puede postergar la toma de conciencia sobre que la tecnología y el Internet son aliados para enseñar y aprender.

En este artículo se describe la recopilación sistemática de experiencias en una institución pública de educación superior. El objetivo fue construir un diseño de instrumentación didáctica basado en la interacción presencial y en línea, en específico para acompañar la educación presencial con herramientas de interacción en línea, propias de los ambientes de aprendizaje bajo la modalidad de *b-Learning*. La investigación se llevó a cabo a partir del semestre enero-junio de 2020. Sin embargo, alrededor de mes y medio después de implementar esta estrategia, en marzo de 2020, se declaró la pandemia por Covid-19, lo que requirió adaptar la estrategia de enseñanza-aprendizaje mixta a una modalidad completamente a distancia. Esta circunstancia continuó durante casi dos años. A finales de enero de 2022, con el nivel de contagios en descenso, se implementó otra vez la estrategia semipresencial, con la idea de regresar paulatinamente a la educación presencial, tomando las debidas medidas de protección.

En este contexto, el diseño de instrumentación didáctica presentado en este trabajo, dirigido a estudiantes de ingeniería, se revela como una propuesta útil para apoyar la educación presencial. Sin embargo, por sus propias características, el *b-Learning* en su desarrollo destaca por su viabilidad, independientemente del tipo de modalidad de enseñanza y aprendizaje. Durante su aplicación en este trabajo, apoya la instrumentación didáctica para la resolución de problemas en ambiente colaborativo en las asignaturas de Cálculo diferencial y Análisis de datos experimentales, aplicando la estrategia didáctica de Polya (2011) en ambientes colaborativos. Esta instrumentación es valiosa bajo un esquema de interacción en línea y presencial, con la ayuda de las TIC como medio para aprender de manera ubicua. Sobre este asunto, Flores y Meléndez (2021) hacen una comparación entre estos dos ambientes de aprendizaje y encuentran que el rendimiento académico es más alto en la estrategia mixta o semipresencial.

Este estudio se realizó en una institución educativa del Tecnológico Nacional de México, donde laboran los autores. A través de los objetivos de investigación se dio respuesta a las preguntas de investigación en torno al papel que juega la interacción en el proceso educativo, mediada por la tecnología y la comunicación. Se mide el impacto en la satisfacción del estudiante por la aplicación de la instrumentación didáctica *b-Learning* en asignaturas con orientación de matemáticas en educación superior. Además, se evalúan los campos de interacción mediados por la presencia social, cognitiva y docente a través de las herramientas de *Moodle* y la retroalimentación en las etapas de evaluación formativa y sumativa para el desarrollo de competencias profesionales.

Interacción y colaboración en ambientes *b-Learning*

Se discute con frecuencia cuáles deben ser los modelos pedagógicos y didácticos en el aula o qué método debe adoptar el profesor para que los estudiantes aprendan. En la actualidad se enfatiza que el estudiante debe abandonar su pasividad y convertirse en sujeto activo de su propio aprendizaje (Jaramillo *et al.*, 2020). En esta temática, los autores reportan la importancia de la interacción entre

estudiantes y la interacción de estudiantes con el docente durante el aprendizaje de asignaturas relacionadas con las matemáticas y la resolución de problemas.

La educación completamente a distancia ha evolucionado a diversas modalidades. Una de las más trascendentes es el aprendizaje en la modalidad mixta, que deriva de la expresión *blended learning*. Entre sus principales diseñadores destacan Garrison y Vaughan (2008), quienes ponen especial relevancia en los conceptos de presencia social, presencia cognitiva y presencia docente. Los autores argumentan y explicitan la importancia de la interacción de los estudiantes con los contenidos, con la tecnología, entre ellos y con el profesor.

Garrison y Vaughan (2008) subrayan sobre todo que las herramientas TIC y las plataformas de gestión del aprendizaje *Learning Management System* (LMS) para educación en línea deben asociarse con estrategias didácticas para crear escenarios de aprendizaje y así dirigir las interacciones y promover las participaciones grupales en trabajo colaborativo. En concordancia con lo anterior, varios autores señalan que en la metodología *b-Learning* se favorece la *fusión* de la experiencia educativa en línea con el aprendizaje cara a cara de la educación presencial. Entre ellos Juca *et al.* (2020) confirman que el *b-Learning*, soportado por *Moodle*, fomenta la colaboración entre los estudiantes. Permite al profesor diseñar su función docente en la pedagogía del constructivismo social, en el que la comunicación efectiva es fundamental. En el mismo sentido, Perifanoe (2010) en su modelo Metodología de Aprendizaje Colaborativo Semipresencial (CBLM), asegura que usar herramientas asincrónicas, como *blogs*, *wiki*, *podcast*, encuestas y clases virtuales sincrónicas, permite a los estudiantes trabajar en colaboración, fomentando la autonomía y la responsabilidad. Señala también que se potencian las habilidades sociales, cognitivas, metacognitivas e informáticas en un entorno flexible y adaptable a los cambios tecnológicos. Refiere que el “autoestudio y los métodos de aprendizaje asincrónico requieren una alta motivación por parte de los alumnos. Las necesidades de los aprendices deben medirse cuidadosamente y se debe dar la agenda concreta” (Perifanoe, 2010, p. 22), por lo que el profesor tiene que ser claro en las instrucciones, así como brindar retroalimentación positiva por el desempeño.

La comunicación oral cara a cara en la modalidad presencial y la comunicación escrita en ambientes virtuales se complementan, de tal manera que las fortalezas de ambos se mezclan en una única experiencia de aprendizaje. Por ello, en educación superior con orientación a ingenierías, se requieren docentes hábiles en la comunicación efectiva y con competencias digitales para diseñar y dirigir estrategias didácticas que lleven a resolver problemas y elaborar proyectos, con estrategias de evaluación acordes para estas actividades de aprendizaje.

Por otro lado, la experiencia con el Covid-19 demanda que la educación en todos sus niveles tenga la participación de profesores hábiles en el manejo de las TIC, para magnificar la presencia docente en ambientes híbridos. De acuerdo con Garrison y Vaughan (2008), son los docentes quienes favorecen la aparición de la presencia social, a través de la interacción, así como la presencia cognitiva en el aprendizaje colaborativo. Esto permite a los estudiantes asimilar los contenidos del tema de aprendizaje de manera más efectiva. Además, de acuerdo con Harb y Krish (2020), los resultados de aprendizaje de calidad también estimulan el pensamiento crítico. Por su parte Li (2022) afirma que la aplicación de la metodología *b-Learning* durante la pandemia por Covid-19 requiere que la presencia docente active la presencia cognitiva, no sólo para incentivar el sentido de comunidad, sino también para que estudiantes y profesores se comprometan en alcanzar las metas de aprendizaje.

Esto es lo que Garrison y Vaughan (2008) destacan en especial en la presencia docente, que tiene la finalidad de potenciar el proceso de aprendizaje más significativo y enriquecedor para los estudiantes. Este modelo de presencia fortalece el diseño instruccional de este trabajo de investigación, por las siguientes razones.

1. Presencia social. Se refiere al grado en que los participantes en un entorno de educación a distancia pueden sentirse conectados emocional y socialmente con los demás. Es fundamental que los estudiantes se sientan parte de una comunidad de aprendizaje, que puedan interactuar entre sí, compartir ideas, expresar emociones y desarrollar relaciones de confianza.
2. Presencia docente. Manifiesta la capacidad del profesor para guiar y apoyar de forma activa el proceso de aprendizaje en lí-

nea. Es importante que los docentes evidencien su presencia dando retroalimentación a las preguntas de los estudiantes, proporcionen estímulos, dirijan las discusiones y ofrezcan orientación y apoyo académico. La presencia docente implica establecer expectativas claras, brindar retroalimentación constructiva y fomentar una atmósfera de respeto y colaboración en el aula virtual. El papel de la comunicación efectiva en el aula y mediada por la tecnología es crucial en esta presencia.

3. Presencia cognitiva. Aquí se indica el grado en que los participantes en la educación a distancia pueden construir significados y comprender de manera efectiva el contenido del curso. Esto implica su participación activa en el proceso de aprendizaje, para fomentar el desarrollo de habilidades críticas de pensamiento y la reflexión sobre el material del curso (Garrison y Vaughan, 2008).

Ahora es oportuno señalar que, luego de la pandemia, se hizo evidente que la educación presencial demanda la interacción dentro y fuera del aula. Por ejemplo, requiere el apoyo de la enseñanza virtual porque sus herramientas permiten la comunicación síncrona y asíncrona, lo que favorece la colaboración. Los autores Bruner (1989) y Vygotsky (1979) dicen que el aprendizaje es un acto social constructivo. La interacción colaborativa a través de *Moodle* con la *Wiki* (la cual genera contenido en la web sobre temas específicos) y el *Chat*, el Taller de coevaluación o los Foros de discusión (al permitir retroalimentación) amplían la experiencia de colaboración en línea para complementar la desarrollada en el aula, lo que posibilita que la interacción sea permanente, que continúe cuando terminan las clases presenciales.

En adición a lo anterior, investigadores como Penalva *et al.* (2011) y Fallas-Soto (2021) coinciden en utilizar la enseñanza virtual *b-Learning* para generar identidad hacia el estudio de las matemáticas en ambientes colaborativos. Para Penalva y colaboradores (2011, p. 103), el concepto de identidad es un “aspecto esencial del aprendizaje social” en la construcción de significados mediados por la tecnología. En concordancia con este estudio, Fallas-Soto (2021) trabajó para construir significados de estocástica, muy necesarios para el aprendizaje de la inferencia estadística. En su investigación

trata de dar una respuesta a los efectos de la pandemia en el proyecto Comunidades de aprendizaje matemático con la ayuda de los entornos virtuales. Sus resultados enmarcan la importancia de la interpretación y la inferencia como forma de pensar ante los comportamientos de procesos no deterministas. Para ello utiliza un ciclo de investigación estadística que denomina Problema-Plan-Datos-Análisis-Conclusiones (PPDAC) para fortalecer el aprendizaje conceptual, pero también para analizar el binomio salud y pandemia en esa Comunidad de aprendizaje matemático. En este ciclo, el rol del docente es muy importante para generar entornos virtuales colaborativos que favorezcan la construcción de significados. Además, orienta la mirada “a las consecuencias psicosociales que provocan estos escenarios de pandemia, como estrés, depresión, ansiedad, insomnio, deterioro en la organización individual y relaciones sociales, entre otros” (Penalva *et al.*, 2011, p. 252).

En este contexto, Barboza y Calderón (2020) enfatizan que para eliminar la apatía de los estudiantes durante el aprendizaje virtual, se requiere fomentar el trabajo en equipo para favorecer el aprendizaje constructivo, pero siempre privilegiando el contexto sociocultural de los estudiantes en la asignatura. Asimismo, los investigadores señalan que en el espacio educativo del aula virtual hay interdependencia entre maestros y estudiantes e interacción de estudiantes y profesores con los contenidos, los métodos y medios educativos. En este sentido, *Moodle* provee las herramientas de interacción como son los foros de discusión, la lección, talleres para coevaluación, glosarios y las *wikis*, todas estas herramientas como elementos de interacción y de comunicación en línea.

Formación de competencias profesionales

El diseño de instrumentación didáctica *b-Learning* mediado con las herramientas de interacción de *Moodle* que aquí se presenta, se basa en el modelo educativo vigente del Tecnológico Nacional de México (Acosta *et al.*, 2012). Este modelo de formación y desarrollo de competencias profesionales propuesto, está dirigido a lograr las competencias genéricas y específicas, antes que presentar los contenidos como unidades de aprendizaje. Para la asignatura Análisis de

datos experimentales de la carrera de Ingeniería química se consideró el atributo de egreso de investigación, como lo demanda el Consejo de Acreditación para la Enseñanza de la Ingeniería (Cacei): “los egresados de Ingeniería química tendrán habilidades para diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar los datos resultantes de dichos experimentos” (Cacei, 2021, p. 137).

Para redactar las competencias profesionales de este estudio, se adopta la metodología desde el punto de vista de Pimienta (2012), quien señala que debe contener cuatro elementos en su redacción: un *verbo*, que denota la competencia observable, el desempeño o comportamiento en acción; un *objeto* (es el constructo, la idea) sobre lo cual se aplica o se basa el desempeño, es la conducta o comportamiento que se observa; una *finalidad*, que indica lo que se quiere lograr, para qué se actúa, para qué se realiza la acción del verbo sobre el objeto del conocimiento, y una *condición*, que refiere a la calidad o estándar del desempeño, es decir, en qué situación se aplica el conocimiento (Pimienta, 2012, p. 3).

En el diseño de la instrumentación didáctica se tiene presente que el modelo educativo vigente del Tecnológico Nacional de México contempla la formación y desarrollo de competencias profesionales y que la manera de evaluar su logro es a través de los tres momentos de evaluación: diagnóstica, formativa y sumativa. En este documento el proceso de evaluación se conceptualiza de la siguiente manera.

- a) *Diagnóstica*. Es la que permite conocer el estado inicial de desempeño de los estudiantes. Su propósito es identificar competencias previas para definir qué acciones realizar, en el interés de desarrollar un proceso educativo formativo más eficaz. Se aplica al inicio del curso, de una unidad o tema.
- b) *Formativa*. Es la que permite indagar si los estudiantes están desarrollando y alcanzando las competencias de manera óptima, razón por la que identifica los avances y logros; valora las carencias y el error como oportunidades de aprendizaje. Su objetivo es definir estrategias para mejorar el desempeño de los estudiantes y, sobre todo, proporcionarles retroalimentación de su desempeño durante todo el curso. Se realiza durante el curso, para que las medidas de perfeccionamiento se apliquen de manera oportuna.

- c) *Sumativa*. Sirve para conocer y valorar el grado de ejecución alcanzado en la aplicación de las competencias establecidas en el curso. Su propósito es asignar calificaciones y tomar decisiones de acreditación. Los criterios para la evaluación sumativa se dan a conocer a los estudiantes al inicio del curso (Acosta *et al.*, 2012).

INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA

La instrumentación didáctica es la forma en que se operacionaliza la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación en el aula. Sobre esta idea concuerdan varios autores, entre los que destacan Zarzar (2016), quien contrasta la función docente desde el punto de vista tradicional y el enfoque por competencias. Pansza *et al.* (1993) argumentan que el trabajo docente debe fundamentarse teóricamente para que la concreción de su trabajo no se descontextualice y no se fraccione el conocimiento. La Didáctica es una técnica y un arte. Los procesos de enseñanza y aprendizaje deben caracterizarse por la rapidez y la eficacia, así como por la importancia del lenguaje y de la imagen. Lenguaje y comunicación resultan trascendentales por el significado que se pretende enseñar y aprender. Al respecto Juárez y Malpica (2021) señalan que la interacción didáctica es un asunto medular por la forma en que profesores y estudiantes se relacionan, por lo que el docente debe cuidar este acto de comunicación con sumo cuidado.

La instrumentación didáctica *b-Learning* que aquí se presenta tiene soporte pedagógico y didáctico en la interacción entre los contenidos, el contexto y el lenguaje, porque permite la construcción social del aprendizaje en grupos colaborativos. Sin embargo, para que lo anterior sea útil, el profesor que atienda un curso *b-Learning* debe estar preparado en el dominio de las TIC aplicadas en la educación, pues el Foro de discusión, el Taller de coevaluación y la *Wiki*, entre otros, así lo requieren. Dado lo anterior, este artículo fundamenta el diseño de la instrumentación didáctica basada en la interacción, desde su conceptualización semántica y operativa, aplicada al desarrollo de competencias profesionales en educación superior.

En términos de la planeación de la enseñanza y el aprendizaje, se tiene que planear e instrumentar, que no son lo mismo. Es importante señalar las diferencias sobre el significado de los verbos en su modo infinitivo e indicativo, pues esto tiene que ver con la forma en

que se redacta una competencia profesional. De acuerdo a la *Nueva Gramática de la Lengua Española*, el modo infinitivo denota el significado y es el modo impersonal del verbo, con terminaciones en “ar”, “er”, “ir”. El infinitivo se ocupa sólo de proporcionar el sentido semántico y, además, el verbo no tiene concordancia con un sujeto dentro de la oración. Así, el infinitivo sólo es la forma abstracta de un verbo, debido a que carece de información gramatical o contextual: no refiere a quién realiza la acción, cómo, cuándo de qué modo o para qué (RAE, 2013; Coral y Pérez, 2004; Moliner, 2013).

En cambio, Coral y Pérez (2004) señalan que la forma verbal del indicativo denota la acción y permite señalar que lo dicho en el predicado es real o se toma por cierto. Además, esta forma verbal indica quién y cuándo debe realizar la acción. Por esta razón, la competencia profesional que debe alcanzar el estudiante se redacta en este modo verbal. Ésta es una de las grandes ventajas de la enseñanza por competencias. Por otro lado, la Real Academia Española (RAE, 2013) señala que el significado del verbo “planear” es: “trazar o formar el plan de una obra”. En contraparte, dice que el significado del verbo instrumentar es: “crear, constituir, organizar”. Según dicha Academia, instrumentar es la creación y organización del trabajo vivo en el aula, es cómo se planean y se ejecutan las actividades de aprendizaje, de enseñanza y de evaluación. Por todo lo anterior aquí se adopta el concepto de instrumentación didáctica.

En su obra sobre la fundamentación de la didáctica, Pansza *et al.* (1993) argumentan que la función docente como diseñador del currículo o planificador está reservada para aquellos que pertenecen a colegios o academias responsables de la planificación de los programas de estudio. Aunado a ello, afirman que la instrumentación didáctica forma parte de la función docente. Esto demanda del profesor que diseñe una intención didáctica específica en los contenidos que enseña. La instrumentación didáctica *b-Learning* de este trabajo, en acuerdo a Perrenoud (1999), se basa en una intención didáctica para crear escenarios de aprendizaje colaborativo e integrar competencias, contenidos, recursos didácticos y actividades de aprendizaje en diferentes tipos de interacción y contextos, propios de la modalidad híbrida. De este forma, el docente diseña y administra en la modalidad virtual actividades de enseñanza y mediación para aprovechar todas las herramientas de los LMS, como *Moodle*.

ENUNCIADO DEL PROBLEMA

El presente trabajo atendió el siguiente problema de investigación:

En el Tecnológico Nacional de México (Tecnológico Nacional de México), las asignaturas de las carreras no cuentan con una instrumentación didáctica explícitamente desarrollada para un ambiente virtual de aprendizaje bajo la metodología *b-Learning*, que al ser implementada pueda fortalecer la educación presencial. Además, en la instrumentación didáctica oficial presencial, se enfatizan más los contenidos de los temas y subtemas que la forma en que se desarrolla y evalúa el logro de las competencias profesionales. También se advierte que, en ocasiones, la redacción de las competencias genéricas y específicas no cumplen con sus cuatro elementos constitutivos según la metodología propuesta por Pimienta (2012), los cuales son: a) verbo en su forma indicativa, b) objeto (idea o constructo sobre la que recae la acción del verbo), c) finalidad y d) condición.

Preguntas de investigación

1. ¿De qué manera la interacción (social, cognitiva y docente) en una instrumentación didáctica *b-Learning* favorece los procesos de colaboración y comunicación durante las sesiones presenciales y en línea, con el propósito de fortalecer la educación presencial?
2. ¿Cómo influye el diseño de modalidad mixta en la satisfacción de los estudiantes con la aplicación de la instrumentación didáctica basada en la interacción presencial y en línea para la resolución de problemas y el logro de las competencias profesionales?
3. Al aplicar el instrumento de evaluación Examen en la plataforma *Moodle* para las competencias Diseño de experimentos y aplicación de la derivada, ¿se evidencia que existe consistencia interna que validen su confiabilidad?

Las preguntas de investigación se enfocan en aspectos específicos de la instrumentación didáctica *b-Learning*, su impacto en la educación presencial, la satisfacción de los estudiantes, así como asegurar que el instrumento de evaluación Examen tenga validez de contenido, lo que asegura la confiabilidad de los resultados en la evaluación *sumativa* de las competencias.

Objetivos de investigación

- a) Desarrollar un modelo de instrumentación didáctica en la modalidad *b-Learning* para educación superior, considerando las evaluaciones formativa y sumativa, así como la integración de campos de interacción, soportados por herramientas de gestión del aprendizaje de *Moodle* versión 3.7.
- b) Evaluar la satisfacción del estudiante por la aplicación de la instrumentación didáctica desarrollada de manera presencial y en línea, a través de los indicadores.
- c) Verificar la confiabilidad de los instrumentos de evaluación sumativa, aplicados en la actividad Examen del libro de calificaciones de *Moodle*.
- d) Identificar los indicadores de calificación más baja en la satisfacción del estudiante, como forma de retroalimentación para ajustar las actividades de enseñanza y de aprendizaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de la investigación

El trabajo de investigación fue de tipo descriptivo y correlacional, bajo la modalidad mixta con variables categóricas y continuas. Se adoptó el enfoque metodológico basado en la investigación-acción. Freire (2004) y Elliot (1991) coinciden en que el aula es un espacio de colaboración y comunicación. Es un escenario de cambio, participación activa, reflexión crítica y ciclos de reflexión-acción. En este enfoque, profesores y estudiantes son una comunidad que toma decisiones sobre la práctica educativa, en un ciclo continuo de empoderamiento y cambio. Los estudiantes son agentes de cambio de su propio aprendizaje. Freire (2004, p. 14) se refiere a los docentes al afirmar que “no hay enseñanza sin investigación ni investigación sin enseñanza”, por lo que estos dos conceptos son la vía para el cambio educativo.

Así, en el contexto de este estudio, se informó a los 215 estudiantes inscritos que la enseñanza de los cursos de Cálculo diferencial y Análisis de datos experimentales se llevaría a cabo en tres momentos de evaluación, diagnóstica, formativa y sumativa, con momentos

de interacción comunicativa, tanto de manera presencial como en línea, dando seguimiento de manera conjunta al aprendizaje logrado y, de ser necesario, hacer los ajustes pertinentes en el desarrollo de las competencias profesionales de estas asignaturas. Se les motivó a involucrarse de manera activa en su aprendizaje y se les capacitó en el uso de las herramientas de *Moodle*, así como en la aplicación de la estrategia Polya (2011) para la resolución de problemas en equipo y de manera individual, considerando tres etapas fundamentales:

- a) comprensión del enunciado de problemas de aplicación de la derivada y de análisis estadístico de datos experimentales.
- b) Diseño y ejecución de la estrategia de resolución del problema.
- c) Análisis, conclusiones e interpretación de resultados.

Se informó a los estudiantes que la etapa del inciso c) era la más importante, puesto que implicaba redactar un documento con estos indicadores, pues no bastaba con presentar los resultados de los problemas en la hoja de salida de Minitab. Se les indicó que éste era el reto más importante de cambio en su desempeño, pues en el desempeño profesional se implica la identidad hacia el trabajo en equipo y la capacidad de redactar informes sobre la metodología de resolver problemas. Por lo que respecta a nosotros como profesores, la investigación-acción constituyó un recurso valioso para la estrategia de enseñanza y de aprendizaje, de tal manera que permitía dar retroalimentación a los estudiantes respecto a su desempeño durante todo el desarrollo de las asignaturas, con retroalimentación continua.

Población del estudio

Los estudiantes que participaron en el estudio fueron los 215 que se inscribieron durante el semestre enero a junio de 2022 en las asignaturas de Cálculo diferencial y Análisis de datos experimentales. La encuesta autoadministrada midió el nivel de satisfacción por la aplicación de la instrumentación didáctica en ambiente *b-Learning*, disponible en línea con el gestor de encuesta *SurveyMonkey*. Los estudiantes inscritos se observan en el cuadro 1. Todos ellos se integraron en equipo en la plataforma virtual institucional denominada “EDDI2”, basada en *Moodle*, versión 7.1.

■ Cuadro 1. Población para evaluar la satisfacción por la aplicación de la instrumentación didáctica

Nombre de la asignatura	Población de estudiantes considerados
Cálculo diferencial	109
Análisis de datos experimentales	106
Total	215

Fuente: elaboración propia.

Operacionalización de las variables de investigación

En estadística y diseño de experimentos, operacionalizar una variable es especificar su significado, sus alcances de medición y la forma en que se medirá, e incluye los instrumentos de medición. Para Creswell (2012) muchas definiciones de variables son posibles, incluso una definición de diccionario. En este trabajo se utiliza la *definición operativa*, en términos del significado y de cómo se definen y miden las variables en este estudio.

En el cuadro 2 se presenta la operacionalización de las variables del trabajo de investigación. Además, se incluyen los indicadores, las escalas de medición y el respectivo estándar de cada una de las variables. Cada indicador de este proceso de operacionalización se midió con enunciados en la encuesta autoadministrada, representado el contenido teórico que los estudiantes calificaron en su nivel de satisfacción (Espinoza, 2019). El valor estándar de 3.5 se considera como valor mínimo porque a partir de este valor se percibe la tendencia hacia el nivel de satisfecho y completamente satisfecho en la escala Likert.

■ Cuadro 2. Operacionalización de las variables de estudio

Variable	Indicadores	Escala de medición	Estándar	Instrumentos de evaluación
Satisfacción del estudiante por la aplicación de la instrumentación didáctica.	Aspectos: En la asignatura: Respecto a la asignatura. Respecto a los contenidos. Respecto a la interacción. Plataforma virtual EDDI2.	Cuantitativa, continua, con escala Likert.	Se considera aceptable desde un valor de 3.5 en adelante.	Encuesta de satisfacción, autoadministrada mediante SurveyMonkey.

Variable	Indicadores	Escala de medición	Estándar	Instrumentos de evaluación
Satisfacción por los procesos de interacción del diseño instrumentación didáctica <i>b-Learning</i> .	Aspectos: Herramientas <i>Moodle</i> . Lección. Taller de coevaluación. <i>Wiki</i> . Tarea. Foros de discusión. Examen y Libro de calificaciones.	Cuantitativa, continua en escala Likert, de intervalo: 1 Completamente insatisfecho. 2 Insatisfecho. 3 Neutral. 4 Satisfecho y 5 completamente satisfecho.	Para efectos de este estudio, se considera aceptable desde un valor de 3.5 en adelante, valor que se aleja del extremo insatisfecho y se acerca al intervalo de satisfecho.	Encuesta de satisfacción, usando el gestor de encuestas en línea SurveyMonkey.

Fuente: elaboración propia.

Medición de la satisfacción del estudiante

Para medir la satisfacción de los estudiantes se aplicó una encuesta autoadministrada a través del gestor de encuestas *SurveyMonkey*, un mes antes de finalizar los cursos. La variable satisfacción se diseñó con los indicadores que se presentan en el cuadro 2. Estos indicadores corresponden a una adaptación de los utilizados por Rodríguez (2015) en la medición de la satisfacción del aprendizaje del tema Prueba de hipótesis. Se utilizó una escala Likert en el intervalo de uno al cinco, donde uno significa totalmente insatisfecho y cinco, totalmente satisfecho.

El cuadro 3 es una extensión del cuadro 2, para especificar las herramientas de interacción aplicadas en las sesiones presenciales y las utilizadas en sesiones en línea. Presenta los indicadores asociados con herramientas de *Moodle*, donde los estudiantes inscritos en las asignaturas de Cálculo diferencial y Análisis de datos experimentales realizaron actividades de aprendizaje de manera individual y colaborativa, como medios para lograr las dos primeras competencias, siempre con la asesoría del profesor, antes de aplicar el examen en la plataforma *Moodle*. La evaluación sumativa de la última columna del cuadro 3 refiere a la calificación asignada a los estudiantes, que se registró en el Libro de calificaciones de *Moodle*.

En adelante, el trabajo colaborativo hace referencia a las acciones realizadas por los estudiantes de manera conjunta, con lo que se mide el logro de la competencia *Trabajo en equipo*. Las actividades de aprendizaje en sesiones en línea ayudan a los procesos de interac-

ción con los contenidos, con la tecnología y la comunicación entre iguales, y entre el profesor y los estudiantes. Con lo anterior se hace posible el modelo de presencia de Garrison y Vaughn (2008) adoptado en este trabajo.

■ Cuadro 3. Operacionalización de la variable satisfacción por la instrumentación didáctica

Variables	Competencias	Indicadores	Actividades de aprendizaje en la evaluación formativa	Evaluación sumativa
Satisfacción del estudiante por la aplicación de la instrumentación didáctica.	Aplica la derivada para la solución de problemas de optimización y de variación de funciones y utiliza diferenciales en problemas que requieren aproximaciones.	Modalidad presencial		
		Enseñanza del profesor de los contenidos.	Presentación de los temas en diapositivas, dispuestas en la carpeta de recursos.	Taller de resolución del cuestionario para el Examen en Plataforma Moodle
	Comprueba si existe diferencia significativa entre las medias poblacionales mediante el análisis de varianza en diseños factoriales, con la finalidad de evaluar los resultados de un experimento en procesos de ingeniería.	Interacción en trabajo colaborativo presencial.	Taller de solución de problemas mediante la estrategia de Polya.	Tareas en Moodle
		Interacción en línea		
Satisfacción por los procesos de interacción del diseño instrumentación didáctica <i>b-Learning</i> .	Diseña la estructura del Trabajo en equipo basado en habilidades compartidas, para establecer relaciones de corresponsabilidad en la identificación y resolución de problemas de aplicación de la derivada y evaluación de datos experimentales.	Evaluación del Trabajo autónomo y colaborativo.	Foros de discusión, Wiki, Glosario.	Taller Examen en plataforma Moodle Lección
		Taller de solución de problemas, individual y en equipo con la estrategia Polya en foros de discusión.	Interacción en el Taller de solución de problemas mediante la estrategia de Polya.	

Fuente: elaboración propia.

Todas las actividades de enseñanza y de aprendizaje del cuadro 3 se realizaron durante el transcurso del semestre enero a junio de 2022, una vez que estaban disminuyendo los contagios y que la institución ordenó el regreso a clases en el aula, de manera controlada. Esto favoreció la aplicación del diseño de la instrumentación didáctica *b-Learning*.

El instrumento de evaluación sumativa (Examen en la plataforma *Moodle*) constó de cuatro tipos de reactivos, con alrededor de 65 preguntas de los contenidos del curso y se aplicaron para dar retroalimentación, con fines de evaluación formativa y sumativa.

- De falso y verdadero. La retroalimentación se obtenía en la plataforma EDDI2 en la respuesta correcta, después de contestar, argumentando la razón de por qué se consideraba falso o verdadero el enunciado del reactivo.
- De opción múltiple. Al contestar la opción correcta, también se obtenía la retroalimentación, enunciando por qué era correcta y algunas veces por qué algunas opciones eran incorrectas.
- De complementación de enunciados.
- De cálculo. En estos dos tipos de reactivos, la retroalimentación se hizo de manera presencial, antes de aplicar el Examen.

Diseño de la interacción

Para el desarrollo de la metodología de instrumentación didáctica en línea se utilizó *Moodle* en su versión 3.7. Durante las experiencias educativas que se mencionan, se utilizaron las herramientas: Foros de discusión, Lección, Tareas, Cuestionarios, Carpeta de recursos, Taller de coevaluación, Examen, Retroalimentación y el Libro de calificaciones de *Moodle*, mediante las cuales se evaluó el desarrollo de competencias profesionales consideradas en el estudio, diferenciando las aplicadas en la evaluación formativa y sumativa, como se observa en el cuadro 3. En cada una de las actividades de aprendizaje basadas en estas herramientas, se hizo énfasis en la claridad de las instrucciones y en los resultados de aprendizaje esperados, siguien-

do las ideas expresadas por Penalva y colaboradores (2011, p. 112), puesto que “la negociación de significados en los procesos de interacción a través de diálogos mediados por el ordenador utilizando el lenguaje escrito” es una vía de conexión entre lo que se programa en la instrumentación didáctica y lo que se obtiene en la plataforma *Moodle*. Es claro que los resultados de aprendizaje dependen en gran medida de una buena comunicación.

Evaluación de las competencias profesionales

En el diseño de la instrumentación didáctica se consideró la evaluación de las siguientes competencias profesionales de la carrera de Ingeniería química para las asignaturas de Cálculo diferencial y Análisis de datos experimentales. Su logro se evaluó a través de las actividades de aprendizaje mostradas en el cuadro 3.

- Aplica la derivada para la solución de problemas de optimización y de variación de funciones y utiliza diferenciales en problemas que requieren aproximaciones.
- Comprueba si existe diferencia significativa entre las medias poblacionales mediante el análisis de varianza en diseños factoriales, con la finalidad de evaluar los resultados de un experimento en procesos de ingeniería.
- Diseña la estructura del *Trabajo en equipo* basado en habilidades compartidas, para establecer relaciones de corresponsabilidad en la identificación y resolución de problemas de aplicación de la derivada y evaluación de datos experimentales.

RESULTADOS

Descripción del modelo de instrumentación didáctica

Para contestar la primera pregunta de investigación y evidenciar el logro del objetivo asociado, el diseño de la instrumentación didáctica *b-Learning*, se consideraron dos aspectos fundamentales, el contexto y la interacción durante los procesos de enseñanza, de aprendizaje

y de evaluación. Esta interacción consideró fundamentalmente los elementos centrales de un proceso educativo: la comunicación, su contexto y relaciones; los contenidos para fundamentar el logro de las competencias profesionales, así como la tecnología como agente mediador entre el profesor, el estudiante y los contenidos. El modelo de instrumentación didáctica bajo la modalidad de *b-Learning* se diseñó con base en las secuencias didácticas de los diversos momentos de evaluación: la diagnóstica, la formativa y la sumativa, soportados por el elemento central de los procesos de interacción. A continuación, se describe el diseño y las etapas de la instrumentación didáctica basado en la interacción, presencial y en línea, en el trabajo colaborativo orientado a la resolución de problemas y soportado por los procesos de comunicación efectiva, con la finalidad de fortalecer la educación presencial.

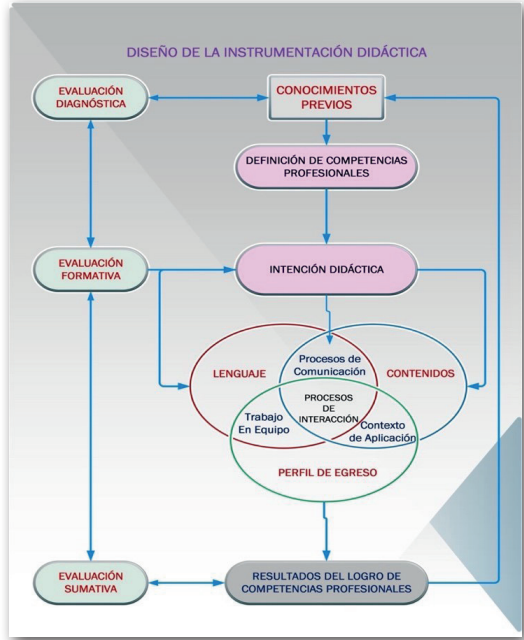
Primera etapa: evaluación diagnóstica

Conocimientos previos

Como se muestra en la figura 1, la *evaluación diagnóstica* implica la necesidad de recabar información sobre los conocimientos previos que el estudiante posee sobre temas específicos. El diagnóstico de lo que saben los estudiantes sobre los contenidos asociados a la competencia permite al docente planificar la instrucción y llevar a cabo la instrumentación didáctica, a través de actividades de enseñanza diseñadas para realizarse en el aula o en sesiones de trabajo colaborativo.

Además, en esta etapa de la evaluación diagnóstica, también se puede obtener información de factores útiles de tipo contextual, respecto a situaciones de tipo emocional, de identidad, socioeconómicos, de habilidades en el uso de las TIC, entre otros aspectos de interés que permitan al docente diseñar actividades de aprendizaje que ayuden a los estudiantes a relacionar sus conocimientos previos con los nuevos contenidos necesarios para el logro de la competencia. Esta información se puede obtener con relativa facilidad utilizando la herramienta Retroalimentación de *Moodle*.

■ Figura 1. Secuencia de la instrumentación didáctica



Fuente: elaboración propia.

Definición de las competencias profesionales

Para cada una de las asignaturas de las carreras que se ofrecen en el Tecnológico Nacional de México, las competencias a lograr ya están definidas en la instrumentación didáctica oficial en los programas educativos. Están definidas sólo para educación presencial. Sin embargo, se debe revisar que sean congruentes en su redacción, considerando los criterios de Pimienta (2012) y pertinentes con el contexto del perfil de egreso para una carrera en particular. Si es necesario, se redacta nuevamente para cumplir lo anterior.

Segunda etapa: evaluación formativa

Intención didáctica de la instrumentación

Respecto al concepto de intención didáctica, asumimos la afirmación de Tobón *et al.* (2010), en el sentido de que la intención didáctica implica definir qué se espera que los estudiantes aprendan,

cómo organizará el profesor la enseñanza para motivar a los estudiantes y qué estrategias se utilizarán para facilitar el aprendizaje. Además, incluye tener en cuenta las diversas necesidades y características de los estudiantes, así como los recursos disponibles. Al establecer una intención didáctica clara, los docentes pueden guiar y orientar el proceso de enseñanza de manera más efectiva, asegurándose de que las actividades y los materiales utilizados estén alineados con los objetivos de aprendizaje deseados. Esto ayuda a maximizar las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes y promover su desarrollo académico (Tobón *et al.*, 2010).

Siendo así, las expectativas del docente deben ser altas respecto al deseo de lograr la competencia profesional o atributo de egreso. Esta etapa es central porque es en la intención didáctica donde el docente integra la metodología de las actividades de enseñanza, de aprendizaje y de evaluación. Lo hace con la integración de los contenidos, los recursos didácticos y las herramientas de las plataformas de gestión del aprendizaje. Esta fase activa la evaluación formativa. En apoyo a lo anterior, Perrenoud (1999, p. 17) señala que de las diez nuevas competencias para enseñar, la primera, que denomina “organizar y animar situaciones de aprendizaje”, es la que favorece el diseño de la intención didáctica para llevar a cabo la práctica docente de manera efectiva.

Campos de interacción

En la parte central de la figura 1 se muestran los tres espacios de interacción, donde se activan los procesos cognitivos del aprendizaje. Estos espacios de interacción están mediados por el lenguaje (activados por el estilo de comunicación del docente) y la tecnología (gestionados también por el profesor a través de herramientas de Moodle). En el primer espacio, *Procesos de comunicación*, se percibe la relación entre el lenguaje y los contenidos, las relaciones y conductas del profesor y de los estudiantes. Estos elementos de interacción constituyen el proceso de comunicación en el aula y en la comunidad virtual, donde no sólo es importante la forma como se comunican los conceptos necesarios que el estudiante debe estudiar para desarrollar la competencia profesional, sino también la forma de interactuar con los contenidos; la manera como interactúan con

sus compañeros estudiantes y las relaciones de interacción comunicativa con el profesor.

Además, el contexto de interacción de los *Procesos de comunicación* describe las relaciones de estudiantes y profesores en los ambientes presencial y virtual donde se desarrollan las actividades de aprendizaje. El “yo soy yo y mi circunstancia, y si no la salvo a ella, no me salvo yo”, de Ortega y Gasset (2014, pp. 43-44), son las circunstancias de mediación y liderazgo del profesor. Parafraseando, debe asegurar el trabajo colaborativo entre los estudiantes, con la finalidad de ayudar a construir, desde el aula y los ambientes virtuales, el perfil de egreso.

Por otro lado, en el contexto virtual se contemplan las herramientas de *Moodle* que se utilizan en este trabajo, como el Taller de coevaluación, el Foro de Discusión, la *Wiki*, para realizar las actividades de aprendizaje colaborativas e interactivas, donde los *procesos de comunicación* se activan con el uso del lenguaje. Por supuesto que en el contexto virtual también tienen especial relevancia los medios sociales como *WhatsApp*, *You Tube* y *Facebook*, con sus mensajes como vía de retroalimentación, los videos de apoyo en la comprensión de temas y los espacios de colaboración; sin embargo, no se usan como medios de evaluación del aprendizaje.

Es en este campo de interacción donde es trascendente la retroalimentación como proceso de evaluación formativa y es a través de la investigación-acción como se activan los procesos de cambio, gracias a la interacción de comunicación del profesor con el estudiante. Al comunicarle cómo progresa el proceso de aprendizaje de las competencias durante las actividades de individuales y colaborativas, el estudiante toma conciencia de los aspectos que debe mejorar. Al docente le permite reconfigurar su intención didáctica y puede, entonces, modificar las secuencias didácticas de enseñanza, de aprendizaje y de evaluación. Estas acciones de retroalimentación compartida, de interacción docente-estudiante, aplican también en la etapa de evaluación sumativa.

El siguiente campo de interacción, *Contexto de aplicación*, se produce entre los contenidos y el perfil de egreso. Este ámbito define el campo de desarrollo de la competencia profesional. Esto es importante porque el perfil de egreso de las carreras del Tecnológico

Nacional de México está constituido por competencias, por desempeños a lograr, denominados también atributos de egreso, tal como lo demandan los empresarios. El logro de estas habilidades forma parte de los criterios de evaluación por los organismos acreditadores, como el Cacei, con la finalidad de otorgar o no el criterio de calidad para el programa educativo.

El tercer campo de interacción, *Trabajo en equipo*, lo constituyen el uso del lenguaje y el perfil de egreso, pues éste constituye la integración de los atributos de egreso (Cacei, 2021). La forma en que se utiliza el lenguaje para comunicar y desarrollar el perfil de egreso es visionar que el desempeño de las competencias se hará necesariamente con trabajo en equipo. Por ello se debe considerar que la mediación, la colaboración, las responsabilidades compartidas y el liderazgo son procesos comunicativos. En el trabajo colaborativo, los estudiantes aprenden habilidades de resolución de conflictos, comunicación efectiva, empatía y administración del conflicto, base de la mediación (Riofrío-Calderón y Ramírez-Montoya, 2022; Padilla y Rincón, 2017).

Además, la mediación ayuda a construir relaciones más fuertes y positivas entre los estudiantes, lo que puede contribuir a un ambiente escolar más armonioso y productivo, gracias a la mediación del docente, que administra los estilos de aprendizaje y el acceso a la tecnología, así como la satisfacción del estudiante (Razali *et al.*, 2022, Long *et al.*, 2021). El campo de interacción de la competencia *Trabajo en equipo* que se muestra en la figura 1 es parte importante en este diseño de instrumentación didáctica, por lo que el docente debe diseñarlo y administrarlo con los contenidos, con la tecnología y el lenguaje como herramienta superior (Vygotsky, 1979).

Se debe tener siempre presente que el perfil de egreso, como producto del diseño curricular, es una medida de lo exitoso que puede ser un programa educativo, en función de la retroalimentación que aporten los egresados y principalmente los empleadores al programa educativo. Ellos piden que los egresados desarrollen la competencia del trabajo en equipo. En diversos informes (Cidac, 2014; Silva *et al.*, 2014) se menciona lo importante que es el trabajo en equipo para desarrollar otras habilidades que están asociadas al liderazgo, al trabajo colaborativo, al desarrollo de proyectos, la resolución de problemas, la motivación, entre otras.

Este diseño de instrumentación didáctica es sistémico. Por ello, en esta parte central de la *Evaluación formativa*, la retroalimentación es fundamental. Heritage (2007) afirma que con ella se le proporciona al estudiante información valiosa sobre cómo va construyendo el logro de las competencias profesionales, cómo puede mejorar y cómo puede lograr mejores resultados. En teoría de ingeniería de sistemas, esto es retroalimentación negativa y positiva (Bertalanffy, 1976). La evaluación formativa y la retroalimentación permiten al profesor evaluar el proceso educativo y plantear las mejoras a sus actividades de enseñanza y de evaluación. Es decir, es una forma de acercarse paulatinamente a la meta. Y una vez alcanzada, activar la retroalimentación positiva para lograr metas más grandes.

Tercera etapa: evaluación sumativa

Logro de la competencia

Siguiendo la descripción del modelo de instrumentación didáctica, la parte final que se observa en la figura 1 representa la *Evaluación sumativa*. Este tipo de evaluación tiene como función otorgar la acreditación del logro de la competencia (lo que se conoce como “pasa o no pasa”, aprueba o reprueba la asignatura). Aquí se debe usar la información de la evaluación formativa para poder evaluar la eficacia de las estrategias didácticas. En resumen, esto implica que:

- el primer campo trascendente de los procesos de interacción es el producto de la interacción entre el lenguaje y los contenidos. Esto no es otra cosa que los *procesos de comunicación* en los ambientes de aprendizaje deben ser claros y satisfactorios. Además, en la evaluación formativa la retroalimentación que realice el profesor del logro de los aprendizajes debe servir para que los estudiantes se den cuenta de cómo van construyendo competencias cada vez más completas.
- El *contexto de aplicación* de las competencias (el ejercicio profesional) es el segundo campo de interacción que debe alimentar a la evaluación sumativa. La interacción se constituye con los contenidos y la forma en que se comunican a través de actividades de aprendizaje para lograr las competencias de la asignatura, que definen los atributos de egreso de cada

carrera. Para ello se programan y evalúan actividades de enseñanza y de aprendizaje basadas en el trabajo colaborativo y mediante el uso de herramientas síncronas y asíncronas. Los resultados alimentan a la evaluación sumativa.

- El tercer campo de interacción, el *trabajo en equipo*, es un atributo de egreso muy valorado por el sector empresarial. Se logra con la interacción integral entre los procesos de comunicación en el aula y el perfil de egreso, que engloban los desempeños futuros del egresado. El trabajo en equipo debe ser un elemento de enseñanza transversal durante todo el desarrollo de formación profesional y debe estar basado en evaluación formativa, como alimentador de estos tres campos. Para el estudiante esto es trascendental, porque es muy importante que esté consciente de cómo va progresando en el aprendizaje, y de la forma en que desarrolla la competencia de trabajo en equipo.

EVALUACIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL ESTUDIANTE

Analicemos ahora los hallazgos sobre la pregunta de cómo influye la aplicación de la instrumentación didáctica *b-Learning* en la satisfacción de los estudiantes. El cuadro 4 muestra los indicadores y los resultados de esta variable. Del total de estudiantes inscritos, 215, sólo 151 estudiantes completaron la encuesta.

■ Cuadro 4. Resultados del nivel de satisfacción por la instrumentación didáctica

Indicador	N	Promedio en la satisfacción
Enunciados de la encuesta respecto a la asignatura	151	4.12
Enunciados de la encuesta respecto al desempeño del profesor	151	4.19
Enunciados de la encuesta respecto a los contenidos	151	3.81
Enunciados de la encuesta respecto a la interacción en línea	151	4.06
Enunciados de la encuesta respecto a la Plataforma virtual Moodle EDDI2	151	3.98

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que los valores de todos los indicadores son superiores al valor definido como *mínimo* (3.5/5.0) en la escala Likert, considerado satisfacción mínima aceptable. El valor de tres a cuatro corresponde la tendencia hacia sentirse satisfechos. El intervalo de cuatro a cinco es la tendencia hacia sentirse totalmente satisfecho. Los valores más altos de satisfacción en los indicadores por la aplicación de la instrumentación didáctica son los correspondientes al desempeño del profesor (4.19/5.0), y a la asignatura (4.12/5.0).

En adelante se prescinde de señalar el nivel más alto de la escala, que fue 5.0. Sólo los indicadores relacionados con los contenidos, con valores de 3.81 y la plataforma virtual, de 3.98, están ligeramente por debajo del nivel de Satisfecho, cuyo valor en la escala Likert es de 4. Sin embargo, están por arriba del valor mínimo aceptable. En el indicador de la interacción en línea se obtiene un nivel ligeramente superior a satisfecho. Esto representa el desempeño de los estudiantes realizando actividades de aprendizaje a través de las herramientas *Moodle*, mostradas en el cuadro 3, la cual indica la forma en que se operacionalizaron las variables de medición de la satisfacción.

De los niveles de satisfacción de los estudiantes obtenidos a través de la encuesta, se observa en el cuadro 4 que el indicador de *interacción* está un poco por arriba del rango de Satisfecho de la Escala Likert, 4.06, así que podemos afirmar que la calificación más baja no está relacionada con el proceso de *interacción*, sino con la plataforma virtual, 3.98, muy cercano al nivel 4 correspondiente al nivel de satisfacción de la escala Likert.

ANÁLISIS DE LOS ÍTEMS DE SATISFACCIÓN ALTOS Y BAJOS

Cuando se evalúa la variable satisfacción es muy útil analizar los aspectos de la encuesta de donde se obtiene alta y baja satisfacción, lo que permite tomar acciones con base en información documentada. Es importante destacar que la calificación baja para el indicador de *contenido*, con valor de 3.81, se debió a que los estudiantes consideraron que no fueron fáciles de comprender, en tanto que la *plataforma virtual de Moodle EDDI2* institucional fue percibida con tiempos de respuesta no adecuada y las instrucciones dadas en la

descripción de las actividades se consideraron insuficientes. En el cuadro 5 se muestran los enunciados y los valores de respuesta en la encuesta de satisfacción. Los valores más altos que corresponden al dominio de los contenidos por parte del profesor, 4.33; la programación de actividades de aprendizaje de las herramientas de *Moodle* que favorecen la interacción en línea, con un valor de satisfacción de 4.29, así como la retroalimentación dada por el profesor a las dudas de los estudiantes, con un valor de 4.26. Los tres valores mostrados están por arriba del valor de 4, que indica la tendencia a sentirse totalmente satisfechos por estos aspectos de la instrumentación didáctica.

■ Cuadro 5. Calificaciones en los ítems del instrumento de evaluación de la instrumentación didáctica

Ítems con los valores más bajos	Valor promedio
¿Los contenidos presentados de manera en línea, han sido fáciles de comprender?	3.81
Los tiempos de respuesta de la plataforma (espera para acceder a un vínculo, acceso a diferentes herramientas, etc.) han sido adecuados.	3.87
El funcionamiento técnico del entorno de la plataforma es fácil de comprender.	3.91
Ítems con los valores más altos	Valor promedio
¿El profesor de la asignatura poseía un buen dominio de la materia y consideró valoraciones adecuadas sobre las actividades realizadas, con fines de evaluación?	4.33
¿El profesor promueve el uso de todos los servicios que ofrece la plataforma: foro, lección, <i>Wiki</i> , tarea, exámenes, etc., en las actividades de aprendizaje y posee un buen dominio de la plataforma?	4.29
¿El profesor de la asignatura respondió dudas y consultas de manera adecuada y oportuna?	4.26

Fuente: elaboración propia.

La encuesta de evaluación de la satisfacción debido a la disponibilidad del Internet y uso de las TIC se muestran en el cuadro 6. Se observa que 44.3% de los estudiantes que respondieron la encuesta opinaron que no tuvieron problemas de conexión para las sesiones de educación en línea. Los porcentajes más bajos se presentaron cuando 14 estudiantes de un total de 149 referen que las dificultades son aquéllas de configuración de audio y video, así como cuando el acceso fue a través de un ciber; sin embargo, es una fracción muy pequeña.

■ Cuadro 6. Disponibilidad del internet y de las TICS

Enunciado	Porcentaje	No. de encuestados
Pude acceder a Internet en un Ciber, pero con dificultades de conexión.	4.03 %	6
Tengo Internet, pero no con la velocidad adecuada.	26.85 %	40
El servicio de Internet de la compañía contratada era inestable.	19.46 %	29
Me resultó difícil configurar adecuadamente los recursos de audio y video, debido a la velocidad.	5.37 %	8
No tuve ningún problema con los recursos tecnológicos para seguir mi proceso de aprendizaje en la metodología de educación en línea.	44.30 %	66
Total de respondientes.	100 %	149

Fuente: elaboración propia.

La encuesta incluía preguntas abiertas sobre la estabilidad de la plataforma en la que se albergaron los cursos de Cálculo diferencial y Análisis de datos experimentales. También respecto al desempeño docente y respecto a la relación de las experiencias de aprendizaje de la asignatura. Se le solicitó mencionar las principales diferencias que tuvieron con cursos en los que no se aplicó una instrumentación didáctica.

La mayoría de los comentarios hacen referencia a la atención que les brindó el docente, tanto de forma presencial como en línea. También hacen comentarios de agrado sobre la forma de trabajar del docente al utilizar los métodos y medios educativos, que les ayudaron a tener una mejor comprensión de los temas. Aunque algunos estudiantes opinaron que se sintieron satisfechos con el trabajo en línea, otros opinaron que no les gustó trabajar de esta manera, que fue muy pesado para ellos porque se sintieron “abandonados”, porque no tuvieron retroalimentación en asignaturas en las que no se aplicó esta instrumentación didáctica. Por el contrario, también comentaron que, al trabajar con este tipo de instrumentación didáctica en la modalidad virtual, tuvieron más herramientas disponibles al momento de sus clases. Algunos de los comentarios relevantes son:

Anteriormente, con el maestro que me dio (asignatura x), no nos explicaba, claramente se molestaba cuando alguien le preguntaba algo, y en comparación con los cursos con la maestra (y) fue más fácil comprender las cosas, pude preguntar sin miedo a que se enojara o dijera un comentario malo. Estoy muy agradecida con la maestra por su forma de trabajar.

Fue más fácil la aplicación de los problemas y el mejor entendimiento debido a que dentro de la plataforma quedaba un registro de cada tema y servía de respaldo.

En este curso le agradezco mucho la atención que tuvo el maestro (z) al contestar nuestras dudas casi en toda ocasión, pues siempre nos preguntaba conforme avanzábamos si todo nos estaba quedando claro, cosa que no sentía en la otra ocasión que cursé la materia.

En mi anterior curso de cálculo la maestra no se dedicó a enseñarnos cómo se hacían las cosas, en este caso fue lo contrario, creo que mis compañeros y yo tuvimos una experiencia totalmente diferente, aun siendo todo digital.

Con respecto a la pregunta abierta sobre continuar totalmente a distancia por el motivo de incremento de casos del Covid-19, hubo opiniones de desacuerdo respecto a lo siguiente

- el tiempo para realizar las actividades, así como a la cantidad de materias que se les asignó;
- la falta de recursos (computadora, Internet) y la dificultad que esto representa al momento de realizar sus actividades;
- la falta de capacitación en el uso de las TIC tanto del docente como de los estudiantes;
- la carencia de estrategias para abordar los temas por la modalidad a distancia, y
- la importancia que tiene el uso de métodos y medios adecuados para atender a los estudiantes por esta modalidad.

Asimismo, algunos comentarios hacen referencia a la preferencia que tienen al trabajo presencial y no en línea.

Considero que es importante capacitar a los maestros y que sepan utilizar estos medios para que sea más fácil para ellos y nosotros, porque el semestre pasado sólo nos enviaban trabajos y no explicaban, ni siquiera nos mandaban *links* a información para resolver.

Reducir la carga de materias para un mejor aprendizaje.

En línea no es lo mismo que presencial, cualquier cosa que hagan no se va a comparar a que estemos ahí presentes.

Que no nos den tantas horas seguidas en la computadora, ya que sufrí muchos dolores de cabeza y estrés.

Yo opino que no sería buena idea, nada mejor que sean presenciales las clases, pero con las medidas correspondientes.

Sobre estos últimos comentarios, es muy recurrente la idea de que, en muchas experiencias educativas, los estudiantes comentaron que la forma de acceder a la comunicación digital fue limitada sólo a través del correo electrónico, sin la posibilidad de interacción, por lo que resulta evidente que es necesario trabajar en el desarrollo de las competencias digitales, tanto de maestros como de estudiantes.

CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

En las plataformas de gestión del aprendizaje existen herramientas para evidenciar la evaluación sumativa. En *Moodle* éstas se integran en el Libro de calificaciones y la actividad de aprendizaje Examen evalúa lo aprendido en las diversas actividades que favorecen la interacción en línea a través de cuestionarios, de manera individual o colaborativa. Los resultados del cuadro 7 muestran las métricas de estadísticas descriptivas del Examen que los estudiantes presentaron como evaluación sumativa. La calificación promedio de máximos intentos permite evidenciar la evaluación sumativa respecto al logro de las competencias profesionales para las asignaturas Diseño de experimentos y Aplicación de la derivada.

■ Cuadro 7. Reportes estadísticos de *Moodle* para el instrumento de evaluación del aprendizaje Examen

Medida descriptiva del Examen	Diseño de experimentos	Aplicación de la derivada
Número total de intentos completos calificados.	36	37
Calificación promedio de primeros intentos.	84.97%	80%
Calificación promedio de los intentos con mayores calificaciones.	91.08%	80%
Mediana de calificación (de intento con máxima calificación).	94.12%	83%
Desviación estándar (para intento con máxima calificación).	11.19%	11%
Sesgo de la distribución de puntuaciones (intento con máxima calificación).	-1.9	-0.47
Curtosis de la distribución de puntuaciones (intento con máxima calificación).	3.95	-0.90
Coefficiente de consistencia interna (intento con máxima calificación).	67.46%	74%
Tasa de error (intento con máxima calificación).	57.05%	51%
Error estándar (intento con máxima calificación).	6.38%	6%

Fuente: elaboración propia.

Al analizar *más a fondo* el cuadro 7, se observa que los estadísticos descriptivos para ambas competencias muestran una notable similitud. Sin embargo, se destaca una calificación ligeramente más baja, pero aceptable, en la competencia de “Aplicación de la derivada”. Es importante mencionar que la diferencia en las calificaciones promedio en los primeros intentos se debe a una programación en *Moodle*, que asignó la calificación más alta de los dos intentos en el libro de calificaciones. Los valores presentados en el cuadro indican que sólo en la evaluación de la competencia “Diseño de experimentos” se obtuvo una calificación más alta en el segundo intento. Estos resultados permiten realizar una interpretación sobre la confiabilidad de los exámenes como instrumentos de medición, la cual cumple con los valores recomendados por *Moodle* (2014).

Los siguientes puntos es una explicación breve de algunos estadísticos de interés que proporciona *Moodle* 3.7 en su sección Estadísticas.

- La media de calificaciones para las competencias “Diseño de experimentos” y “Aplicación de la derivada” en los exámenes programados en *Moodle* al final del curso fueron, respectivamente, 91.08% y 80%, que se consideran aceptables para el logro de las competencias profesionales, ya que la calificación mínima aprobatoria es de 70%.
- Coeficiente de consistencia interna. Se refiere al coeficiente Alpha de Cronbach que mide la confiabilidad del instrumento de medición. En este caso el Examen. Según *Moodle* (2014), Rodríguez-Rodríguez y Reguant-Álvarez (2020) y Creswell (2012), en un valor por debajo de 64%, el nivel de fiabilidad del Examen es insatisfactorio. Cualquier valor arriba de 64% empieza a ser aceptable y susceptible de mejora. Por arriba de 75 % ya es confiable. El examen de la competencia de Diseño de experimentos, tiene un valor de 67.46 %, lo cual está prácticamente en el límite de fiabilidad. El valor para el examen de la competencia resolución de problemas de Aplicación de la derivada, tiene un valor de 74%, considerablemente por arriba del límite de insatisfactorio, en términos de confiabilidad.
- Error estándar. Este estadístico representa la desviación estándar multiplicada por la tasa de error y dividida entre 100. Estima qué tanto la desviación estándar se debe a efectos aleatorios, y es una medida de la incertidumbre en la calificación de cualquier estudiante dado. Cuanto menor sea el valor del error estándar, mejor es el examen, pero es difícil lograr que el error estándar sea inferior a 5% o 6%. Los valores obtenidos en los dos exámenes son 6.38 y 6.0, por lo que se consideran aceptables. Para otros estadísticos tales como el sesgo, la curtosis, el error estándar, que se muestran en el cuadro, sus valores descriptivos se encuentran en valores aceptables, por lo que el instrumento de evaluación Examen se considera confiable en su estandarización.

DISCUSIÓN

Si se analizan las asignaturas de los programas educativos del Tecnológico Nacional de México, los contenidos en general son muy extensos. Además, el diseño de la instrumentación didáctica data de 2016 y no contempla en su instrumentación, de manera explícita, el uso de la modalidad *b-Learning* como apoyo a la educación presencial. Tampoco hace referencia directa sobre las herramientas que proveen los LMS para favorecer el desarrollo y formación de competencias profesionales. La instrumentación didáctica producto de este trabajo de investigación cumple con estas omisiones, además de que contempla los tres momentos de evaluación, dando prioridad a la evaluación formativa, tomando como base la retroalimentación realizada con las herramientas de interacción de *Moodle*; además, proporciona el uso del Taller de coevaluación para involucrar al estudiante en actividades de autoevaluación y coevaluación. Con respecto a la interacción con el contenido, se utilizaron las herramientas Foros de discusión y Lección, las cuales también favorecen la interacción con la tecnología y con el profesor, así como entre iguales, favoreciendo el aprendizaje colaborativo gracias a la presencia social, cognitiva y docente.

Tanto Fallas-Soto (2021) como Flores y Meléndez (2021) coinciden en que los ambientes virtuales son benéficos para aumentar el desempeño académico. En su ciclo de investigación estadística, Fallas-Soto enfatiza la importancia de la interpretación de los resultados y la generación de conclusiones en los problemas de Estadística. En tiempos de pandemia, el autor promovió la construcción de significados en comunidad virtual a través de la *organización de prácticas*. En diferentes grupos de estudiantes en comunidades lejanas estudió cómo los estudiantes procesaban la organización de datos y su correspondiente interpretación.

La estrategia de resolución de problemas en ambiente colaborativo en línea por el método de Polya utilizada en este trabajo, también buscó la construcción de significados como producto final. Se pedía a los estudiantes que hicieran énfasis en la etapa tres de esta metodología: interpretar los resultados. Interpretar un resultado implica redactar conclusiones y recomendaciones sobre la utilidad del

resultado del problema resuelto. Sin embargo, se detectaron deficiencias en la escritura de esa interpretación y en las conclusiones de los resultados. Lo mismo se observó en la argumentación que realizaron los estudiantes en los foros de discusión. Es por ello que se hace patente la necesidad de capacitar a los estudiantes en la habilidad de redacción de informes.

Respecto a la satisfacción de los estudiantes por la aplicación de la instrumentación didáctica *b-Learning*, Flores y Meléndez (2021), al comparar el *b-Learning* con el *e-Learning* (completamente a distancia), encuentran que los estudiantes tienen mejor satisfacción con el aprendizaje cuando se aplica el ambiente mixto. En tiempos de pandemia, Long *et al.* (2021) también encontraron que estudiantes chinos tuvieron satisfacción durante el aprendizaje en línea. Sucede lo mismo en este trabajo de investigación, si se analizan los resultados de satisfacción por el uso de la plataforma *Moodle*, que promovía la interacción. En los comentarios de las preguntas abiertas de la encuesta autoadministrada un mes antes de terminar el curso, los estudiantes comentan que los cursos previos que llevaron totalmente a distancia no fueron de su agrado por la falta de atención y seguimiento a su avance académico. Los estudiantes inscritos en Cálculo diferencial, provenían de preparatoria. En cambio, los estudiantes inscritos en la asignatura de Análisis de datos experimentales refieren que en varias asignaturas previas a este curso, a pesar de que se les inscribía en la plataforma EDDI2 institucional, a veces los docentes sólo utilizaban el correo electrónico. Esta herramienta está orientada a la comunicación entre estudiantes y profesores, favoreciendo en especial la interacción con la tecnología, pero está limitada en la interacción entre el profesor y los estudiantes.

Por otro lado, Jaramillo *et al.* (2020) y Barboza y Calderón (2020) señalan la importancia del aprendizaje colaborativo bajo la teoría constructivista sociocultural en ambientes virtuales, independientemente de si los temas de enseñanza son de ciencias sociales o en matemáticas. Jaramillo *et al.* resaltan la importancia que tiene la retroalimentación en el proceso formativo, por ejemplo, cuando se utilizan las TIC para autogestionar el proceso de aprendizaje. Es importante señalar que Barboza y Calderón (2020, p. 131) preguntan a los estudiantes ¿qué le pareció el trabajo en equipo?, a lo que

responden “yo creo que así se nos hace más fácil, porque así cada uno debatimos los puntos cuando hay alguno que le cuesta entender para sacar las características; de esta manera siente apoyo del equipo y uno va entendiendo”. En la encuesta de satisfacción de este trabajo, se les pidieron comentarios respecto al uso de la instrumentación didáctica *b-Learning* para la resolución de problemas, y se obtuvieron respuestas como la siguiente: “fue más fácil la aplicación de los problemas y el mejor entendimiento debido a que dentro de la plataforma quedaba un registro de cada tema y servía de respaldo”. Todo lo anterior es congruente con los resultados de aplicar el diseño de instrumentación didáctica generada en este trabajo de investigación.

La pregunta central de este trabajo plantea cómo a través de los procesos de interacción en línea se fortalece la educación presencial, después de las experiencias de la educación totalmente a distancia derivadas de la pandemia por Covid-19. Los resultados de satisfacción por parte de los estudiantes debido a la estrategia *b-Learning* que soporta la instrumentación didáctica basada en la presencia social, cognitiva y docente, así lo confirma. Los estudiantes señalan que el factor más importante de satisfacción es la retroalimentación dada por los profesores. Esta presencia social fortalece la presencia cognitiva. Budi *et al.* (2021) y Hu, Donald y Giacaman (2022) señalan la importancia de la argumentación promovida por el docente, como proceso cognitivo en la interacción asíncrona a través de los foros de discusión. Coinciden con Garrison y Vaughan (2008) en que, aparte de la mediación tecnológica, la mediación del docente fortalece los procesos de comunicación efectiva en el aula.

Esta mediación es fundamental para el desarrollo de las competencias profesionales. El logro de las dos competencias asociadas a la resolución de problemas para la aplicación de la derivada y el diseño de experimentos se basó en las herramientas de Moodle (2014) asociadas al libro de calificaciones, en especial el Foro de discusión, el Examen y el Taller de coevaluación. En este sentido, Bezanilla y Arranz (2016) realizó un estudio donde aplica el libro de calificaciones asignando las actividades de aprendizaje a las competencias en evaluación. Asocia los resultados de la evaluación de actividades de aprendizaje y sus indicadores a cada competencia en evaluación,

realizando la retroalimentación a los estudiantes. Programa también actividades de coevaluación y autoevaluación, de tal forma que la evaluación se convierte en un proceso sistémico. El autor desarrolla un procedimiento de cómo implementar el sistema de calificación por competencias y redacta un manual detallado que queda como ejemplo para que se utilice por profesores que tengan interés en este sistema de evaluación, que es muy común en diversas instituciones de educación superior.

En adición a lo anterior, en la evaluación formativa la retroalimentación es fundamental para redirigir las estrategias de enseñanza y de aprendizaje. En este contexto, se identifican los factores que más baja insatisfacción produjeron en la instrumentación didáctica: los contenidos. Entonces, resulta evidente que es necesario poner más atención en la forma en que se seleccionan los contenidos asociados al desarrollo de las competencias. Éste fue el factor de más baja insatisfacción, con un valor de 3.81. No basta que sean pertinentes, importantes y suficientes. Deben ser interesantes y adecuarlos al contexto de su aplicación. Si bien afirmamos que, en general, los programas de las carreras del Tecnológico Nacional de México están sobrados de contenido, la forma de seleccionarlos y presentarlos puede marcar la diferencia. Stodolsky (1991) destaca la importancia de los contenidos en la enseñanza tanto en clases de matemáticas como en ciencias sociales. Señala que el contenido puede influir en la enseñanza por su grado de estructuración y secuenciación. Las matemáticas “al contrario que muchas otras materias, tienen un alto grado de estructuración y secuencialidad” (Stodolsky, 1991, p. 21). Esta afirmación se debe tener en cuenta a la hora de presentar los contenidos para evaluar la progresión del aprendizaje en las competencias de “Aplicación de la derivada” y la prueba de hipótesis, elemento central del “Diseño de experimentos”.

CONCLUSIONES

El diseño instruccional y la instrumentación didáctica fijan el rumbo de cómo, cuándo y para qué se ha de enseñar algún contenido, en busca de lograr un atributo de egreso o competencia profesional. Las estrategias de interacción con la metodología *b-Learning* implemen-

tadas en la instrumentación didáctica de este estudio proporcionan una vía para innovar la práctica educativa en apoyo a la educación presencial y proveer al estudiante de otros escenarios de aprendizaje más activos y satisfactorios. La encuesta de satisfacción en la que se evalúa la instrumentación didáctica *b-Learning* y los procesos de interacción así lo demuestra.

Con la ayuda de las TIC y la guía del docente para implementar la instrumentación didáctica en el sistema *b-Learning*, mediante los recursos: Foro de discusión, el Glosario, las Lecciones, los Exámenes, el Taller de coevaluación, las Tareas, entre otros, se logra que el estudiante se involucre en su propio aprendizaje y que además se sienta satisfecho por el logro académico alcanzado. Cabe señalar que el uso de estas herramientas de *Moodle* generó en el estudiante satisfacción en todos los indicadores, a excepción del referido a la interacción con los *contenidos*. Los calificaron como muy extensos. Por lo tanto, es necesario seleccionarlos cuidadosamente y asociarlos directamente a la competencia y usar la herramienta de *Moodle* denominada Lección, para proporcionar a los estudiantes sólo la información pertinente, relevante y necesaria para el desarrollo de la competencia profesional específica. Respecto a la interacción con la tecnología, como el Internet y la plataforma *Moodle* institucional EDDI2, en general, los comentarios hacen referencia a la velocidad de acceso a las actividades de aprendizaje y su distribución en la estructura de la página web.

Lo anterior, esencialmente interacción con la tecnología, complementa la satisfacción del estudiante con la interacción social y cognitiva, gracias a la presencia docente a través de la retroalimentación y la evaluación formativa. La intervención en este proyecto de investigación-acción en la enseñanza de asignaturas con orientación en matemáticas, desarrollado en ambientes colaborativos a través de la estrategia Polya de resolución de problemas, intentó generar identidad hacia el desarrollo de las competencias Aplicación de la derivada y Diseño de experimentos, para resolver problemas de ingeniería. Esto en consonancia con Penalva *et al.* (2011) y Crook (1998). Este último autor señala que “en realidad, la inteligencia se utiliza más en ambientes colaborativos que en una reflexión solitaria” (Crook, 1998, p. 177), porque como lo señala Vygotsky, los actos cognitivos del aprendizaje son construcciones sociales.

Por otra parte, debemos destacar la relevancia de este trabajo respecto a la evaluación formativa, no sólo por la premisa de que a partir de ella se da la retroalimentación a los estudiantes sobre cómo van construyendo la formación de las competencias de su perfil de egreso, sino también porque se puede extender a la construcción de mapas de competencias a través de la progresión del aprendizaje, con base en la integración de conocimientos y desempeños simples, a otros cada vez más complejos, como lo señala Heritage (2007). En el mismo sentido, García y Gairín (2011) afirman que la integración de competencias en mapas de competencias en el currículo universitario es una manera de atender la calidad del programa educativo. Con la retroalimentación, los estudiantes deben estar conscientes de que su aprendizaje es un mapa, un camino en su formación profesional para construir su perfil de egreso. Para los organismos acreditadores como el Cacei (2021), el mapa de competencias es un constructo que se debe evidenciar, para señalar cómo se han logrado los atributos de egreso y si son pertinentes con la actualización de los planes de estudio.

En el contexto de la pandemia por Covid-19, la gran enseñanza que debemos resaltar es la necesidad de capacitar a profesores y estudiantes en la literacidad digital, pues se asume que al aplicar esta instrumentación didáctica puede haber resistencia por parte de docentes para aprender a usar de forma pedagógica las herramientas de los LMS en sus procesos de comunicación con el estudiante, y no sólo usarlas como repositorios de contenidos. Con los estudiantes tampoco se debe tomar como afirmación que son expertos en el uso de las tecnologías de la información, pues durante el desarrollo de las experiencias educativas en los tres semestres, se constató que hay jóvenes que no habían tenido experiencias con el uso de las TIC en actividades de aprendizaje o que no contaban con computadora o tableta. En tiempos de incertidumbre, como afirma Pulido (2022) la pandemia también nos enseñó que ahora leemos y escribimos diferente, que la información digital se puede acceder de diversas maneras a través de la tecnología y que por lo tanto se debe hacer lo necesario para que no haya rezago en el acceso a la información por falta de Internet o habilidades para usarlo. En contraparte a estas limitaciones, se deben desarrollar programas de capacitación para solventar esta problemática.

Del presente estudio también se deriva la conclusión de que es necesario promover la capacidad de redacción en los procesos de interacción con los contenidos para comunicar por escrito lo aprendido. Tanto el Glosario, la *Wiki* y los Foros de discusión son elementos de comunicación en línea que demandan la capacidad de argumentar de manera efectiva los resultados de aprendizaje. Con la retroalimentación dada por el profesor para que los estudiantes mejoren su capacidad de redacción se fortalece la presencia social, cognitiva y docente. Esta interacción central, a base de los *procesos de comunicación*, es una de las principales funciones de este modelo de instrumentación didáctica presentado como principal objetivo de este proyecto de investigación.

Fortalecer la educación presencial con las herramientas de interacción de un diseño *b-Learning* es un reto enorme, pues implica que los profesores debemos asumir el papel de diseñadores de currículo, investigadores, expertos en comunicación asertiva y literacidad digital, hábiles en manejar en el aula la pedagogía y didáctica y muchas más capacidades de las que señala Perrenoud (1999), de quien se toma la idea de progresiones del aprendizaje. Sin embargo, ser docente es la aventura más sencilla y maravillosa cuando asumimos la idea de mejorarnos cada vez, como lo señala Vasconcelos (1982), cuando somos ejemplo para los demás. La pandemia por Covid-19, en el aislamiento y la pena por los que se fueron nos hizo más humanos. Nos re-enseñó el camino del amor, de la ética y la vocación, como se pregunta Maraño (1961, p.19), ¿qué es la vocación?, para luego responderse: es “la voz, voz interior que nos llama hacia la profesión”, así que, como docentes, simplemente sigamos nuestra vocación de aprender para enseñar mejor.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Es importante realizar estudios para diseñar y determinar diversos mapas de competencias entre grupos de asignaturas, de tal manera que se tenga un conjunto global de competencias o atributos de egreso, para que sea consultado con los grupos de interés, de egresados y empleadores, con la finalidad de saber si el perfil de egreso es pertinente. Sobre todo, si se comparan con los nuevos atributos

de egreso en el marco internacional del Acuerdo de Washington, que los ha actualizado desde 2021 y que demanda otro marco de referencia de evaluación internacional de los programas educativos por los organismos acreditadores (IEA, 2021). Lo anterior es posible con proyectos de investigación que utilicen el constructo de progresión del aprendizaje, una metodología que va asociada a la utilidad de la retroalimentación y la evaluación formativa, por lo que se puede realizar un proyecto que considere el impacto de la instrumentación didáctica en la formación de los atributos de egreso.

Las herramientas de interacción de *Moodle* utilizadas en esta investigación tales como Lección, *Wiki*, Taller de coevaluación, Exámenes, entre otras, abren la posibilidad de evaluar su pertinencia para reutilizarlas como objetos virtuales de aprendizaje (OVA) en condiciones que mejoren la interacción de los estudiantes con el contenido. En acuerdo con lo que afirman Jacob y Centofanti (2023), gracias a la tecnología de interacción H5P, estos OVA pueden ser reutilizables en otras asignaturas comunes en contenidos. También pueden ser exportables a otras plataformas LMS.

Por otro lado, es fundamental llevar a cabo estudios específicos sobre la evaluación del aprendizaje por competencias en las asignaturas del Tecnológico Nacional de México. Estudios de esta naturaleza permiten evaluar directamente las competencias utilizando el Marco de Competencias con la metodología *Moodle* (2023), lo que permite realizar la evaluación tanto por asignatura como por cohorte. De esta manera, se logran vincular directamente los resultados de las actividades de aprendizaje con las competencias genéricas y específicas, en lugar de evaluarlos de forma aislada. Esto genera concordancia con los atributos de egreso, los cuales son requeridos por diferentes grupos de interés, como egresados, empleadores y organismos acreditadores. Al considerar estos aspectos, se busca una evaluación más integral y relevante que refleje el logro de los objetivos de aprendizaje y las expectativas del contexto laboral y académico. Este modelo de evaluación permite también la optimización de recursos humanos y la programación de espacios educativos.

REFERENCIAS

- Acosta, M. G., Armendáriz, G., Bernal, A., Carmona, G. I., Cisneros, A. M., Córdova, A. F., De Lira, M. C., Delgado, A., García, C. A., González, J. J., Jaramillo, E., Lara, J. F., Macías, H. F., Ochoa, A., Orozco, A., Pérez, M., Solís, A., Vega, L. G., Aguilera, L..., y Soto, Ó. (2012). *Modelo educativo para el Siglo XXI formación y desarrollo de competencias profesionales*. México: Dirección General de Educación Superior Tecnológica.
- Barboza, J. L., y Calderón, M. (2020). Aprendizaje participativo desde la acción constructiva socio-cultural para el desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes. En *Formación educativa en el contexto social y cultural, III* (pp. 121-146). Venezuela: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt (UNERMB), Colectivo de Investigación Desarrollo de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo. <https://uajs.edu.co/sites/default/files/investigacion/fimov/capitulos/FORMACI%C3%93N%20EDUCATIVA%20VOL%20III.pdf>
- Bertalanffy, L. (1976). *Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. México: Fondo de la Cultura Económica.
- Bezanilla, M. J., y Arranz, S. (2016). Sistema de evaluación por competencias en educación superior utilizando Moodle. *Opción. Revista de Antropología, Ciencias de la Comunicación, Filosofía, Lingüística y Semiótica, Problemas del Desarrollo, la Ciencia y la Tecnología*, 32(80), 290-310.
- Bruner, J. (1989). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid: Alianza.
- Budi, L. A., Nusantara, T., Susiswo, S., Chandra, T. D., e Indrawatiningsih, N. (2021). Exploring the argumentation skills of prospective teachers based on commognitive approach using Moodle LMS. *TEM Journal*, 10(3), 1370-1376. <https://doi.org/https://doi.org/10.18421/TEM103>
- Centro de Investigación para el Desarrollo (Cidac) (2014). *Encuesta de Competencias Profesionales 2014: ¿Qué buscan –y no encuentran– las empresas en los profesionistas jóvenes?* México: Cidac. http://www.cidac.org/esp/uploads/1/encuesta_competencias_profesionales_270214.pdf
- Comenio, J. (2000). *Didáctica magna*. México: Porrúa.
- Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (Cacei) (2021). *Marco de Referencia 2018 del Cacei en el Contexto Internacional*. México: Cacei. <http://cacei.org.mx/nvfs/nvfs02/nvfs0210.php>

- Coral, K., y Pérez, J. (2004). *Manual de gramática del castellano. Variedad estándar y usos regionales*. Perú: Proeduca – GTZ.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. Londres: Pearson.
- Crook, Ch. (1998). *Ordenadores y aprendizaje colaborativo*. Madrid: Ediciones Morata.
- Elliot, J. (1991). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Madrid: Ediciones Morata.
- Espinoza, E. E. (2019). La variable y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Revista Conrado*, 15(69), 171-180.
- Fallas-Soto, R. D. (2021). Una experiencia virtual de aprendizaje sobre la educación estocástica inicial con estudiantes costarricenses de secundaria. *Innovaciones Educativas*, 23(34), 244-260. <https://doi.org/https://doi.org/10.22458/ie.v23i34.3452>
- Flores, L., y Meléndez, C. (2021). Análisis comparativo del b-Learning y el e-Learning en competencias TIC para la docencia en educación superior. *Revista Innova Educación*, 3(4), 172-190. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.04.013>
- Freire, P. (2004). *Pedagogía de la autonomía: Saberes necesarios para la práctica educativa*. Río de Janeiro: Paz e Terra.
- García, S. M., y Gairín, S. J. (2011). Los mapas de competencias: una herramienta para mejorar la calidad de la formación universitaria. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 9(1), 84-102.
- Garrison, R., y Vaughan, N. (2008). *Blended learning in higher education: Framework, principles and guidelines*. Nueva Jersey: John Wiley & Sons.
- Harb, J., y Krish, P. (2020). Cognitive presence in a blended learning environment at Jordanian Universities. *Arab World English Journal*, 11(1.4). <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.24093/awej/vol11no1.4>
- Heritage, M. (2007). *Learning Progressions: Supporting Instruction and Formative Assessment*. Michigan: The Council of Chief State School Officers. <https://www.michiganassessmentconsortium.org/wp-content/uploads/Learning-Progressions.pdf>
- Hernández, M. G., y Hernández, M. E. (2021). *Fundamentación e instrumentación didáctica*. México: Universidad Veracruzana.
- Hu, Y., Donald, C., y Giacaman, N. (2022). A revised application of cognitive presence automatic classifiers for MOOCs: A new set of indicator revealed? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(48), 2-21.

- International Engineering Alliance (2021). *Graduate Attributes & Professional Competencies*. <https://www.ieagrements.org/assets/Uploads/IEA-Graduate-Attributes-and-Professional-Competencies-2021.1-Sept-2021.pdf>
- Jacob, T., y Centofanti, S. (2023). Effectiveness of H5P in improving students learning outcomes in an online tertiary education setting. *Journal of Computing in Higher Education*. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12528-023-09361-6.pdf?pdf=button>
- Jaramillo, L. C., Pulgarín, P. C., y Sánchez, S. J. (2020). Interacciones de los estudiantes a través de la modalidad virtual Ude@ para el aprendizaje de la matemática. *Revista Caribeña de Investigación Educativa, Libro de Actas del 1er Congreso Caribeño de Investigación Educativa* (Eje 5), 622-630.
- Juárez, T. A., y Malpica, I. S. (2021). Modelos Pedagógicos e Interacción Pedagógica. En M. G. Hernández y M. E. Hernández (eds.), *Fundamentación e Instrumentación Didáctica* (pp. 21-33). México: Universidad de Quintana Roo.
- Juca, M. F., Carrión, G. J., y Juca, A. A. (2020). b-Learning y Moodle como estrategia en la educación universitaria. *Revista Conrado*, 16(76), 215-220.
- Li, L. (2022). Teaching presence predicts cognitive presence in blended learning during Covid 19: The chain mediating role of social presence and sense of community. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.950687>
- Logunov, D. Y., Dolzhikova, I. V., Shcheblyakov, D. V., Tikhvatulin, A. I., Zubkova, O. V., Dzharullaeva, A. S., Kovyrshina, A. V., Lubenets, N. L., Grousova, D. M., Erokhova, A. S., Botikov, A. G., Izhaeva, F. M., Popova, O., Ozharovskaya, T. A., Esmagambetov, I. B., Favorskaya, I. A., Zrelkin, D. I., Voronina, D. V., Shcherbinin, D. N., ... y Gintsburg, A. L. (2021). Safety and efficacy of an rAd26 and rAd5 vector-based heterologous prime-boost Covid-19 vaccine: An interim analysis of a randomised controlled phase 3 trial in Russia. *The Lancet*, 397(10275), 671-681. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00234-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00234-8)
- Long, S., Lan, M., Anbareen, J., Hamid, S., y Pardis, R. (2021). Online Learning Satisfaction During Covid-19 Pandemic Among Chinese University Students: The Serial Mediation Model. *Frontiers in Psycho-*

- logy, 12(743936), 1-12. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.743936>
- Lorenzo-Lledó, A., Lledó, A., Gilabert-Cerdá, A., y Lorenzo, G. (2021). The Pedagogical Model of Hybrid Teaching: Difficulties of university students in the context of Covid-19. *Investigation in Health, Psychology and Education*, 11(4), 1320-1332. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ejihpe11040096>
- Marañón, G. 1961. *Vocación y ética*. Madrid: Espasa Calpe.
- Moliner, M. (2013). *Gramática básica del español*. Barcelona: Editorial Gredos.
- Moodle (2023). *Marco de competencias y planes de aprendizaje*. https://docs.moodle.org/all/es/Planes_de_aprendizaje
- Moodle (2014). *Significado de las estadísticas del Examen de Moodle*. https://docs.moodle.org/all/es/Significado_de_las_estad%C3%ADsticas_del_examen_de_Moodle
- Olmos-Migueláñez, S., Martínez-Abad, F., Torrecilla-Sánchez, E. M., y Mena-Marcos, J. J. (2014). Análisis psicométrico de una escala de percepción sobre la utilidad de Moodle en la Universidad. *RELIEVE Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 20(2), 1-19. <https://doi.org/10.7203/relieve.20.2.4221>
- Ortega y Gasset, J. (2014). *Meditaciones del Quijote*. Madrid: Alianza Editorial.
- Pacheco-Cortés, A. M., e Infante-Moro, A. (2020). La resignificación de las TIC en un ambiente virtual de aprendizaje. *Revista Campos Virtuales*, 9(1), 85-99.
- Padilla, B. J., y Rincón, C. A. (2017). Psychosocial Features of Teachers's Role in b-Learning Modality at Universidad Militar Nueva Granada. *AGO.USB*, 17(2), 556-571.
- Pansza, M., Perez, E. C., y Morán, P. (1993). *Fundamentación de la Didáctica*. Vizcaya: Gernika.
- Penalva, M. C., Rey, C., y Linares, S. (2011). Identidad y aprendizaje de estudiantes de psicopedagogía: Análisis en un contexto b-learning en didáctica de la matemática. *Revista Española de Pedagogía*, (248), 101-118.
- Perifanoe, M. (2010). *Collaborative Blended Learning Methodology (CBLM)*. Comunidad Europea: Education and Culture DG Lifelong Learning Programe Leonardo da Vinci. https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/project-result-content/79bd427f-4937-454c-aed5-ceff76301334/Methodology_ENG_v2.0_23_10.pdf

- Perrenoud, P. (1999). *Diez nuevas competencias para enseñar*. México: Biblioteca de Aula.
- Pimienta, P. J. (2012). *Las Competencias en la Docencia Universitaria. Preguntas frecuentes*. Londres: Pearson Educación.
- Polya, G. (2011). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- Pulido, R. I. (2022). La literacidad digital en tiempos de incertidumbre. *Revista Da FAEBA*, 31(66), 103-115. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.21879/faeba2358-0194.2022.v31.n66.p103-115>
- Razali, F., Sulaiman, T., Ayub, A. F. M., y Majid, N. A. (2022). Effects of Learning Accessibility as a Mediator between Learning Styles and Blended Learning in Higher Education Institutions during the Covid-19 Pandemic. *Asian Journal of University Education*, 18(2), 569-582. <https://doi.org/https://doi.org/10.24191/ajue.v18i2.18189>
- Real Academia Española (RAE) (2013). *Diccionario de la Lengua Española*. <http://lema.rae.es/drae/>
- Riofrío-Calderón, G., y Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Mediation and Online Learning: Systematic Literature Mapping (2015-2020). *Sustainability*, 14, (2951), 1-21. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su14052951>
- Rodríguez, A. (2015). *Impacto de un diseño instruccional b-Learning en el rendimiento académico y la satisfacción de estudiantes universitarios*. (Tesis de doctorado.) Nova Southeastern University, Florida.
- Rodríguez-Rodríguez, J., y Reguant-Alvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *Revista d'Inovacio i Recerca en Educació*, 13(2), 1-13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>
- Sáiz-Manzanares, M. C., Casanova, J., Lencastre, J. A., Almeida, L, y Martín-Antón, L. J. (2021). Satisfacción de los estudiantes con la docencia online en tiempos de Covid-19. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 30(70), 35-45 <https://doi.org/https://doi.org/10.3916/C70-2022-03>
- Silva, Y. M., Cuéllar, M., Núñez, M. A., Rodríguez, A., y Silva, L. (2014). *Informe de Competencias Profesionales en Preuniversitarios y Universitarios de Iberoamérica*. México: Universidad Iberoamericana. <https://ri.iberomx/handle/ibero/2750>
- Stodolsky, S. S. (1991). *La importancia del contenido en la enseñanza. Actividades en las clases de matemáticas y ciencias sociales*. Barcelona: Paidós Ibérica.

- Tobón, T. S., Pimienta, P. J., y García, F. J. (2010). *Secuencias didácticas: Aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Pearson Educación.
- Vasconcelos, A. J. (1982). *Discurso a los Maestros*, 139-148. <https://educapdf.rev9.vasconcelos-009.pdf>
- Vygotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- Zarzar, C. C. (2016). *Instrumentación didáctica por competencias*. México: Editorial Patria.