



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA DE POSGRADO

**PROGRAMA ACADÉMICO DE DOCTORADO EN
EDUCACIÓN**

**Estrategia metodológica basada en aula invertida para el
desarrollo de competencias en matemática en estudiantes
universitarios de Ingeniería mecánica-eléctrica**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Doctor en Educación

AUTOR:

Peralta Lui, Marco Antonio Martín (ORCID: 0000-0002-7663-681X)

ASESOR:

Dr. Soplapuco Montalvo, Juan Pedro (ORCID: 0000-0003-4631-8877)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Innovaciones pedagógicas

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi amada esposa Marleni, mis hijas Laura Noelia y Clara Cristina, mi señora madre Rosa Lui de Peralta, y a las memorias de mi abuela materna Clara Alméstar Ugarte y mi señor padre Federico Peralta Rosas.

Agradecimiento

Al Dr. Juan Pedro Soplapuco Montalvo, asesor de mi tesis, por brindar sus conocimientos, consejos e incansable apoyo para la elaboración de la misma. Y por su permanente dedicación a la investigación en educación donde seguirá formando más generaciones de maestrantes y doctorandos con su trabajo y ejemplo.

A la Dra. Bertila Hernández Fernández, quien con su trabajo, ejemplo, anécdotas y amistad, durante sus sesiones de clase, me legó una ruta seguir como Doctor.

A todos los Directivos y Docentes de la Escuela de Posgrado de la Universidad César Vallejo Filial Chiclayo, por todos los conocimientos y experiencias curriculares recibidos de ellos que nunca olvidaré.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	37
3.1. Tipo y diseño de investigación	37
3.2. Variables y operacionalización	37
3.3. Población, nuestra y muestreo	38
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.5. Procedimiento	39
3.6. Método de análisis de datos	40
3.7. Aspectos éticos	41
IV. RESULTADOS	42
V. DISCUSIÓN	51
VI. CONCLUSIONES	57
VII. RECOMENDACIONES	58
VIII. PROPUESTA	59
REFERENCIAS	62
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 5: Resultado general, equipo y software usado por los estudiantes en resolver el test de diagnóstico	42
Tabla 6: Análisis estadístico de posición de las notas obtenidas en test de diagnóstico	43
Tabla 7: Análisis estadístico de dispersión de las notas obtenidas en test de diagnóstico	44
Tabla 8: Análisis estadístico de posición de las respuestas a los ítems del test de diagnóstico	46
Tabla 9: Análisis estadístico de dispersión de las respuestas a los ítems del test de diagnóstico	47
Tabla 11: Análisis estadístico del promedio de respuestas correctas por indicadores	49

Índice de figuras

Figura 11: Diseño de investigación	37
------------------------------------------	----

Resumen

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo proponer una estrategia metodológica basada en aula invertida para mejorar el desarrollo de competencias en matemática, en solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG. La población de estudio, estuvo constituida por 37 estudiantes de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UNPRG, matriculados en la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” durante el semestre 2020-I. Se aplicó un cuestionario, validado y de confiabilidad comprobada, para diagnosticar el nivel de logro de los resultados de aprendizaje de la unidad de ecuaciones no lineales por parte de los estudiantes indicados. Como resultado se obtuvo que 70% de los estudiantes resultaron desaprobados, mostrando esto que la mayoría de estudiantes no han logrado un aceptable grado de desarrollo de sus competencias en matemática en la indicada unidad y asignatura. Como resultado principal se elaboró una estrategia metodológica basada en aula invertida para mejorar el desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG.

Palabras clave: estrategia metodológica, aula invertida, competencias, resultados de aprendizaje.

Abstract

This research work aimed to propose a methodological strategy based on inverted classroom to improve the development of competences in mathematics, in solution of nonlinear equations of the subject "Numerical Methods for Engineering", in the students of mechanical-electrical engineering of UNPRG. The study population consisted of 37 students of Mechanical and Electrical Engineering of UNPRG, enrolled in the subject "Numerical Methods for Engineering" during the semester 2020-I. A questionnaire, validated and proven reliability, was applied to diagnose the level of achievement of the learning outcomes of the unit of nonlinear equations by the indicated students. As a result, 70% of students were disapproved, showing that most students have not achieved an acceptable degree of development of their math skills in the indicated unit and subject. As a main result, an inverted classroom-based methodological strategy was developed to improve the development of math skills, in the solution unit of nonlinear equations of the subject "Numerical Methods for Engineering", in UNPRG's university students of mechanical and electrical engineering.

Keywords: methodological strategy, inverted classroom, competencies, learning outcomes.

I.-INTRODUCCIÓN

La llegada del siglo XXI; el proceso de globalización, las exigencias digitales de la sociedad del conocimiento y la aparición de nuevas tecnologías de información y comunicación (TICs) entre otros, han originado grandes cambios en la educación en todos sus niveles en todo país. A nivel de la educación superior se observó una creciente preocupación de las instituciones por actualizar los contenidos de sus programas académicos para formar profesionales con capacidad de adaptación a los cambios y ciudadanos comprometidos con la sociedad y sus necesidades. Otro cambio importante que ha culminado recientemente en nuestro país es la definición del perfil de los profesionales a través de competencias. Esto implicó cambios adicionales en la formación superior, convirtiéndose en formación en competencias y motivó la adopción y/o creación de nuevas metodologías de enseñanza y aprendizaje.

El modelo educativo de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque tiene, desde hace poco tiempo, siete (7) competencias genéricas; y la escuela profesional de ingeniería mecánica y eléctrica tiene seis (6) competencias específicas (VRACAD-UNPRG, 2019). El modelo educativo y los planes de estudio de las carreras profesionales implicaban una formación por competencias, pero se ha venido desarrollando la mayor parte de las asignaturas por objetivos y mediante métodos de enseñanza tradicionales en su gran mayoría, lo que originó dudas si realmente los estudiantes alcanzaban a desarrollar las competencias debidas.

El gran cambio se originó por la promulgación de la nueva ley universitaria, la cual planteaba una formación universitaria por competencias y de calidad, esto último se tradujo en el proceso de licenciamiento por el que han pasado la mayoría de las universidades estatales y privadas, unas terminaron licenciadas y otras no como la UNPRG. Esto ha originado una extremada preocupación por parte de las autoridades y estamentos de su comunidad universitaria por salvar las exigencias de los estándares mínimos para el licenciamiento de la UNPRG en una segunda oportunidad otorgada por la SUNEDU.

La mayoría de docentes de la UNPRG no estaban capacitados para la formación en competencias; pero empezaron a capacitarse todos sin excepción. Inmersas en la capacitación en estrategias de enseñanza y aprendizaje se encontraban las metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo, estudio de casos, aprendizaje por proyectos, contrato de aprendizaje, gamificación, aula invertida, etcétera. El aula invertida fue de particular interés por sus características propias y por los resultados obtenidos donde se utilizó, sola o con otras metodologías de aprendizaje.

Así como estaba la situación actual ha entrado en escena un nuevo actor externo, que de secundario pasó a ser principal: la COVID-19. Esta es una enfermedad infecciosa causada por el coronavirus que se ha descubierto más recientemente. Tanto este nuevo virus como la enfermedad que provoca eran desconocidos antes de que estallara el brote en Wuhan (China) en diciembre de 2019. Actualmente la COVID-19 es una pandemia que afecta a muchos países de todo el mundo. El Perú también se encuentra dentro de los afectados por esta pandemia cuyo principal efecto ha sido la virtualización de todos los trabajos factibles de serlo, entre éstos las clases presenciales; originando el desarrollo de asignaturas por clases virtuales y todo lo que ello conlleva, siendo lo principal la posesión de un grado aceptable de algunas, sino todas, competencias digitales por parte de trabajadores, docentes, estudiantes y público en general. Una situación no prevista por nadie y que a opinión de expertos, en salud, educación y trabajo, tardará un buen tiempo en desaparecer y volver a la normalidad.

En el desarrollo de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo se observó que la estrategia metodológica empleada por el docente no fue la adecuada para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura lo que no permitió a los estudiantes desempeñarse correctamente y lograr alcanzar los resultados de aprendizaje previstos, generando un inadecuado desarrollo de las competencias matemáticas de la asignatura.

El **problema** formulado fue: ¿Cómo diseñar una estrategia metodológica basada en aula invertida para mejorar el desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura

Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo?

Esta investigación se justifica por su contribución al desarrollo profesional y formación continua de los docentes universitarios al poder contar con una estrategia metodológica innovadora tal que su práctica les permite desarrollar competencias en matemática a los estudiantes de ingeniería mecánica-eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

En el **aspecto metodológico**, este trabajo se justifica porque permite el acceso de los docentes universitarios a una innovadora estrategia metodológica para que forme parte de su base de estrategias de enseñanza y aprendizaje con las que desarrollan competencias en matemática sus alumnos de ingeniería. También hace conocer nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje y como pueden combinarse entre sí y con la estrategia propuesta, para el desarrollo de competencias en las asignaturas de las facultades de ingeniería.

En el **aspecto teórico**, este trabajo permitió ilustrar como las diversas teorías mencionadas fundamentan las estrategias empleadas y formuladas como la propuesta por este trabajo. Asimismo, permitió la exposición de las teorías desde un nuevo punto de vista, otorgando una mejor visión y comprensión de las mismas, a los docentes y miembros de la comunidad científica.

En el **aspecto práctico**, se justifica porque su aplicación permite mejorar el desarrollo de competencias en matemática en los estudiantes de ingeniería mecánica-eléctrica en particular y de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo en general. Los docentes incrementaron su conocimiento sobre las estrategias de enseñanza aprendizaje utilizadas a nivel superior.

En el **aspecto social**, este trabajo de investigación constituye un cumplimiento de la responsabilidad social de nuestra universidad con la sociedad local, regional y nacional, debido a la formación de futuros profesionales de ingeniería comprometidos con el desarrollo de nuestra región en particular y nuestro país en general. Estos serán un ejemplo a seguir como ciudadanos debido a las

competencias desarrolladas y la inherente formación en valores que adquirieron durante su formación profesional.

El **objetivo general** fue: proponer una estrategia metodológica basada en aula invertida para la mejora del desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

Los **objetivos específicos** fueron: **a)** Identificar el nivel de los resultados de aprendizaje que han logrado los estudiantes de la facultad de ingeniería mecánica-eléctrica en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” en la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo mediante un cuestionario. **b)** Describir los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan la propuesta para la mejora del desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo. **c)** Diseñar la estrategia metodológica basada en aula invertida para la mejora del desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo. Y, **d)** Validar la estrategia metodológica basada en aula invertida para la mejora del desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo, mediante la técnica juicio de expertos.

La **hipótesis de trabajo** formulada fue: si se propone una estrategia metodológica basada en aula invertida entonces puede mejorar el desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

II. MARCO TEÓRICO

Algunos antecedentes de estudio referentes a temas de estrategias metodológicas basadas en aula invertida se pueden mencionar los siguientes:

Toriz (2019) en su estudio titulado: Aprendizaje basado en aula invertida con enseñanza justo a tiempo, Unity3D, gamificación y espacios de enseñanza; obtuvieron resultados demostrando una mejoría notable en las calificaciones medias en las evaluaciones en comparación con las de aquellos que tomaron el curso con la metodología tradicional.

González y Huerta (2019) en su trabajo titulado: Experiencia del aula invertida para promover estudiantes prosumidores del nivel superior, describen una experiencia académica del aula invertida implementada como estrategia en la asignatura de Promoción, impartida a estudiantes del segundo semestre de Ingeniería en Computación, de la Universidad de Guadalajara. El propósito principal fue promover el consumo y producción de recursos educativos. Se planeó la aplicación de una estrategia didáctica dividida en tres momentos: aula invertida con recursos propuestos por el profesor de acuerdo con el estilo de aprendizaje del estudiante; la creación de recursos didácticos por parte del alumnado; y finalmente, la evaluación a partir de un estudio descriptivo a una muestra de 24 sujetos. Durante el estudio se aplicó inicialmente un cuestionario tipo Likert organizado en torno a la percepción metodológica referida al aprendizaje, a la interacción docente-estudiante, estudiante-estudiante, ritmos de aprendizaje, colaboración, resolución de problemas, motivación y actitud prosumidora. Los resultados destacan que el 88% están de acuerdo en la metodología y personalización de ritmos de aprendizaje; un 92% afirma que la estrategia permitió mejorar su aprendizaje y habilidades de comunicación; por lo anterior se deduce una mayor interacción entre ellos y el profesor, lo que desarrolló su pensamiento crítico y habilidades para resolver problemas; se pudieron integrar estrategias para la creación y difusión de contenidos; se aumentó la motivación del alumno para colaborar y comprobar el principio constructivista de aprender haciendo. La aplicación de modelos didácticos activos requiere la conformación de ambientes de aprendizajes bajo principios del estilo del aprendiz e integrar sus intereses para el desarrollo de sus competencias.

Rojas-Celis y Cely-Rojas (2020) en su artículo Propuesta de enseñanza en Cálculo Vectorial: un acercamiento a la clase invertida, motivados por el bajo rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería en cursos de cálculo vectorial realizaron una propuesta de enseñanza tipo Flipped Classroom, o clase invertida, con el objetivo de evaluar el cambio de un modelo tradicional de enseñanza al modelo de aula invertida desde un punto de vista cuantitativo y cualitativo, con dos cursos de Cálculo Vectorial durante el segundo semestre de 2018. Se diseñó un cronograma de clases como guía para el desarrollo de los temas. En los resultados se evidenció una mejora en los procesos autónomos de aprendizaje, mayor nivel de comprensión de los contenidos y disminución en el porcentaje de pérdida de la asignatura.

Ríos y García (2019) en su trabajo titulado: El aula invertida, una alternativa para una universidad innovadora, concluyeron que el Internet y los mapas conceptuales son recursos importantes para implementar el aula invertida y que esta constituye una opción innovadora en la educación superior.

Cortes y Estelles (2018) en su artículo titulado: Consideraciones para el aprendizaje autónomo en el entorno asíncrono: caso de implementación gradual de aula invertida en ingeniería; como resultado proponen considerar en el diseño del aula invertida, el estilo de aprendizaje, la disponibilidad de recursos tecnológicos y las competencias digitales de los estudiantes.

Sánchez-Rivas, Sánchez-Rodríguez y Ruiz-Palmero (2019) en su artículo titulado: Percepción del alumnado universitario respecto al modelo pedagógico de clase invertida, indican que los alumnos perciben ventajas didácticas en el modelo pedagógico de aula invertida.

Abad-Segura y González-Zamar (2019) en su artículo titulado: Análisis de las competencias en la educación superior a través de flipped classroom, obtuvieron como resultado la búsqueda de capacidades como la autonomía, el análisis interpretativo y la autocrítica.

Johnston (2016) en su artículo titulado: Implementando un enfoque de aula invertida en un curso universitario de matemática de métodos numéricos, reemplazaron los contenidos de las clases por videos hechos por el instructor y

fue implementado en los años 2014 y 2015. Las actitudes al enfoque y el uso de videos por el grupo 2015 fueron comparados con los del grupo 2014 y sugieren cambios adicionales que podrían implementarse para el próximo grupo.

Lagunes, Tafur y Giraldo (2017) en su artículo titulado: Propuesta de Flipped Classroom para el desarrollo de las competencias genéricas en estudiantes de ingeniería, concluyeron principalmente que el Flipped Classroom es excelente para desarrollar las competencias genéricas; instrumentales, personales y sistemáticas.

Prieto, Prieto y del Pino (2016) en su trabajo titulado: Una experiencia de flipped classroom, obtuvieron como conclusiones, el cumplimiento del objetivo de mejora (el porcentaje de aprobados ha pasado del 57 al 83%, y la nota media de 5,3 a 6,7). También se comprobó que la nueva metodología utilizada es ampliamente aceptada por los estudiantes (satisfacción muy alta para el 79% de los alumnos).

Bermúdez, Puertas, Sánchez-Tembleque y Cea (2019) en su trabajo titulado: Aplicación del modelo de clase al revés a la enseñanza de ingeniería hidráulica, obtuvieron resultados mostrando un incremento en la motivación del alumnado y un enriquecimiento de la interacción entre docentes y alumnos.

Béres y Kis (2018) en su trabajo titulado: Método de aula invertida combinado con el trabajo grupal basado en proyectos, presentaron el método de aula invertida desarrollado combinado con el trabajo en grupo basado en proyectos en seminarios. Entre sus principales conclusiones encontraron: se mejoró la responsabilidad de los estudiantes con el proceso de aprendizaje, participando activamente en su proceso de creación de conocimiento; el método fue una herramienta eficaz para desarrollar habilidades de pensamiento crítico, la mayoría de los estudiantes terminaron satisfechos con sus calificaciones y, el rendimiento de los estudiantes en el nuevo método no es significativamente mejor que los resultados de los estudiantes con el método tradicional.

Chen, Chew y Chen (2018) en su trabajo titulado: Curso caleidoscópico: el concepto, el diseño y la implementación del aula invertida, propusieron dos componentes esenciales, las conferencias de vídeo interactivas pregrabadas y la

incorporación de actividades de aprendizaje altamente interactivas. Luego propusieron seis tipos de aulas: aula física, aula cibernética asincrónica, aula cibernética sincrónica, aula móvil, aula social y aula ubicua. Asimismo, se elaboró una metodología de cuatro etapas de implementación para ayudar a los profesores a realizar aulas invertidas. Estas cuatro etapas son: 1) diseñar contenido de aprendizaje, 2) liderar la actividad de aprendizaje, 3) guiar a los estudiantes con dificultades de aprendizaje específicas, y 4) administrar un buen ambiente de aprendizaje en múltiples espacios de aprendizaje. Cada etapa utilizó plenamente los dos componentes esenciales y seis tipos de aulas antes mencionados. También se propusieron soluciones factibles a posibles problemas y desafíos.

Hung, Sun y Liu (2018) en su trabajo titulado: Efectos de las aulas invertidas integradas con MOOCs y el aprendizaje basado en juegos sobre la motivación de aprendizaje y los resultados de estudiantes de diferentes orígenes, obtuvieron resultados de los análisis cuantitativos mostrando que las estrategias pueden mejorar la motivación y los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Específicamente, en comparación con los estudiantes con alta confianza en sí mismos en el aprendizaje de las matemáticas, los estudiantes con niveles bajos y medios de confianza en sí mismos mostraron una mejora significativamente mayor en la motivación general del aprendizaje.

Long, Cummins y Waugh (2018) en su trabajo titulado: Investigando los factores que influyen en las decisiones de los instructores de educación superior para adoptar un modelo de instrucción aula invertida, obtuvieron resultados revelando que la expectativa de rendimiento y la autoeficacia tecnológica eran predictores significativos. Los autores sugieren que con el fin de mejorar las decisiones de adopción de los instructores de educación superior del aula invertida y otros modelos de instrucción de aprendizaje activo, es primordial para las instituciones eliminar las barreras internas a dichas decisiones por parte de los instructores, como mejorar su expectativa de rendimiento y la autoeficacia tecnológica.

Jensen, Holt, Sowards, Ogden y West (2018) en su investigación titulada: Investigando estrategias para el aprendizaje de contenido previo a la clase en un

aula invertida; probaron tres métodos de las estrategias indicadas (tutoriales interactivos en línea, videoconferencias y lecturas de libro de texto) mientras mantuvieron constantes el contenido y las actividades de aplicación en clase. Como resultado encontraron que las videoconferencias ofrecen una pequeña ventaja para el aprendizaje general de los estudiantes sobre los tutoriales interactivos o las lecturas de libro de texto.

Naccarato y Karakok (2015) en su trabajo titulado: Expectativas e implementaciones del modelo de aula invertida en cursos de matemáticas de pregrado, llevaron a cabo un estudio para explorar varias implementaciones del modelo de aula invertida. Los resultados indicaron que los participantes tenían motivaciones similares; sin embargo, las implementaciones fueron diferentes. Además, compartieron las opiniones de los participantes sobre el aprendizaje de los estudiantes de los pre-requisitos, conocimientos procedimentales y conceptuales; y cómo este modelo estimula estos desarrollos. Asimismo, los autores proporcionan sugerencias para futuras implementaciones e investigaciones sobre este modelo.

Turra, Carrasco, González, Sandoval y Yáñez (2019) en su artículo titulado: Experiencias en el aula invertida y su impacto en las actitudes de los estudiantes de ingeniería hacia las matemáticas de nivel universitario, analizaron el impacto de la estrategia de aula invertida en las actitudes de los estudiantes de Ingeniería hacia las matemáticas de nivel universitario. Los resultados obtenidos sugieren que la implementación de cursos utilizando un método aula invertida tiene un efecto positivo en las actitudes de los estudiantes hacia las Matemáticas, especialmente en aquellos que provienen de familias con menores ingresos económicos.

Amstelveen (2018) en su investigación titulada: Volteando un aula de matemáticas universitarias: un proyecto de investigación de acción, se comparó un aula invertida de matemáticas a nivel universitario y otra no invertida. Las estadísticas descriptivas revelaron que los estudiantes preferían un aula invertida en vez de una no invertida, y que las conferencias en video les ayudaron a aprender el material del curso. Los estudiantes del aula invertida percibieron que las conferencias en video les ayudaron a aprender más matemáticas en

comparación con los estudiantes del aula no invertida que no usaban conferencias en video.

Safapour, Kermanshachi y Taneja (2019) en su trabajo titulado: Una revisión de los métodos de enseñanza no tradicionales: aula invertida, gamificación, caso de estudio, autoaprendizaje y redes sociales, cuyo objetivo era indagar las siguientes preguntas en todas las disciplinas de ingeniería, basados en las habilidades de los alumnos y los objetivos del curso: a) ¿Cuáles son los beneficios de los métodos de enseñanza no prioritarios? y b) ¿Cómo clasificaría los beneficios de los métodos de enseñanza no tradicionales? El análisis concluyó con directrices prácticas, incluyendo una lista de los beneficios de los cinco métodos de enseñanza no tradicionales estudiados (aula invertida, gamificación, caso de estudio, autoaprendizaje y redes sociales) pertenecientes a cuatro categorías: técnica/profesional, habilidades personales/capacidad, actitud personal, y tiempo y espacio. Con base en los resultados, los autores establecieron pautas significativas para los instructores con el objetivo de optimizar los logros de sus alumnos mediante la adopción de los estilos de enseñanza más eficaces, basados en sus objetivos del curso y las habilidades de los alumnos.

Krouss y Lesseig (2019) en su trabajo titulado: Efectos de un modelo de aula invertida en un curso introductorio de matemáticas de la universidad, concluyeron que esta intervención fue bien recibida por los estudiantes por el impacto positivo en su curso de estudio; y además que la instrucción invertida promovía el aprendizaje activo en el aula y se podía utilizar en combinación con otras intervenciones. Recomendaron a quienes se encuentran en medio de cursos de modificación a seleccionar medidas de evaluación que detecten cambios en los resultados considerados más importantes y atender a quién se está beneficiando más de la intervención.

Fung (2020) en su trabajo titulado: Como fomenta el aula invertida la educación STEM: un caso práctico del modelo de FPD (Flipping-Practical-Discussion, que combina el aula invertida, el trabajo práctico y la discusión), tiene como objetivo estudiar el mecanismo de cómo podrían beneficiar la educación STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics, Ciencia, Tecnología,

Ingeniería y Matemáticas) el aprendizaje invertido, el trabajo práctico y sus interacciones cuando se utilizan juntos. El resultado mostró que el video pre-clase de invertir el aula podría actuar como un medio para proporcionar los conocimientos y habilidades pre-requeridos que facilitan el trabajo práctico y los debates. Aunque había una falta de apoyo en la sección previa a la clase, las preguntas suscitadas durante la visualización del video podrían servir como materias primas para las actividades posteriores de la clase, manteniendo así a los estudiantes más enfocados en la sesión en clase y potencialmente aumentando el efecto del trabajo práctico y los debates.

Patterson, McBride y Gieger (2018) en su trabajo titulado: Aprendizaje activo invertido en tu aula de matemáticas sin videos, tenían como objetivo explorar la eficacia de una estrategia de aprendizaje activo invertido en un curso de matemáticas de artes liberales sin video o preparación interactiva. Tanto en las clases de control como en las de aprendizaje activo, los alumnos debían responder a una lectura antes de la clase y tomar un cuestionario después de la clase. En la clase de aprendizaje activo, los estudiantes trabajaron grupalmente en problemas en lugar de escuchar una conferencia. Este pequeño cambio en el diseño del curso en clase mostró que los estudiantes estaban más animados a trabajar con sus compañeros y preguntar al instructor. Como fuentes se examinaron elementos de grado comunes, y encuestas de actitudes previas y posteriores al curso.

Zhamanov, Yoo, Sakhiyeva y Zhaparov (2018) en su trabajo titulado: Implementación y evaluación de aula invertida como elemento IoT en el Proceso de Aprendizaje de educación en redes informáticas, informaron del impacto de la implementación del aula invertida con datos obtenidos de dos secciones paralelas (una clase invertida y otra tradicional). Los resultados mostraron que el enfoque de clase invertida es mejor que el enfoque tradicional del aula con una diferencia de aproximadamente 20% de aumento en el promedio de asistencia, trabajo de laboratorio, cuestionarios, exámenes de mitad de período y examen final.

Wang, Zhao, Guo y Li (2019) en su trabajo titulado: Modelo de integración de aula invertida y aprendizaje basado en problemas y su implementación en un curso de programación universitaria, informaron de un experimento de

implementación de un aula invertida combinada con un enfoque de aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de un curso de programación universitaria. Dieron el método de cómo hacer los videos de conferencias pregrabados y cómo diseñaron una actividad en clase basada en problemas. Los resultados del experimento muestran que el nuevo enfoque de enseñanza, en comparación con el enfoque de enseñanza tradicional, fue más eficaz. Así, los estudiantes de la clase experimental obtuvieron puntuaciones más altas en el examen final y el nuevo enfoque de enseñanza tuvo un impacto positivo en el aprendizaje, el compromiso, el rendimiento, la colaboración y la retención de los estudiantes.

Xiu, Moore, Thompson y French (2018) en su trabajo titulado: Percepciones de los estudiantes de la clase capturada en video para facilitar el aprendizaje en un aula invertida, sus resultados mostraron actitudes moderadamente positivas hacia los videos pre-clase, pero también algunas actitudes fuertemente negativas. Los resultados de este estudio pueden ayudar a los instructores a entender tanto los beneficios del aprendizaje invertido como las fuentes probables de resistencia desde la perspectiva del estudiante; ayudándoles a prevenir las preocupaciones de los estudiantes y proporcionar una orientación efectiva al introducir el modelo de aprendizaje invertido.

Kanjug, Srisawasdi, Chaijaroen, y Kanjug (2018) en su trabajo titulado: Uso del diseño instructivo constructivista para el aula invertida para mejorar el rendimiento del aprendizaje cognitivo, desarrollaron el sistema constructivista de gestión del aprendizaje (CLMS) y recopilaron datos de los estudiantes para investigar cómo construyeron el conocimiento, en particular, durante la transferencia del mismo. El estudio encontró que en la correlación entre la retención de aprendizaje de los estudiantes y la transferencia de aprendizaje, había una correlación positiva moderada. Según los hallazgos, los estudiantes emplearon tres procesos para transferir su aprendizaje: acceder a los conocimientos o esquemas previos desde la estructura cognitiva existente; construir un vínculo entre nuevos contextos y conocimientos previos; y utilizar esa conexión para resolver problemas en los nuevos contextos en cuestión.

Collins (2018) en su artículo titulado: Invirtiendo el aula de precálculo, informa sobre un estudio utilizando un diseño de aula invertida, combinado con práctica

entrelazada, en un curso de precálculo de 5 créditos en una universidad regional de 4 años. El autor encontró que los estudiantes en las secciones invertidas tuvieron un mejor desempeño en la final, con una diferencia estadísticamente significativa. Además se descubrió que el porcentaje de estudiantes que completaban los cursos de cálculo posteriores con una C o mejor no era significativamente diferente entre los estudiantes que venían de las secciones invertidas y las no invertidas del precálculo.

Li, Zhang y Hu (2018) en su artículo titulado: El diseño y la aplicación de aula invertida basado en tecnología informática, tuvo como objetivo desarrollar un nuevo modelo de enseñanza en el aula. Apoyado por Moodle y sumándose a la filosofía del autoaprendizaje, el modelo organizó las tareas de aprendizaje de acuerdo a las diferentes características y necesidades de los estudiantes. A través de interacciones, pudieron desarrollar las habilidades de autoaprendizaje de los estudiantes y mejoraron su eficiencia de aprendizaje; a través del seguimiento en línea, pudieron entender la dinámica de aprendizaje de los estudiantes en el tiempo y guiarlos en vista previa de los puntos de conocimiento antes de la clase para permitirles pensar con claridad. Basados en resultados estadísticos concluyeron que el método de enseñanza con aula invertida basado en Moodle fue muy efectiva.

Ru, YaChao y XianFang (2018) en su artículo titulado: Mejorar la calidad de la enseñanza de las matemáticas universitarias invirtiendo el aula, concluyeron que es necesario mejorar el modelo de enseñanza, aplicando el aula invertida a la enseñanza de las matemáticas universitarias, y maximizar el efecto de esta enseñanza. Afirmaron también que la calidad de la enseñanza aumenta el entusiasmo de los estudiantes por el aprendizaje, activando el ambiente del aula y mejorando la capacidad de aprendizaje y de trabajo en equipo de los estudiantes.

Hung (2018) en su artículo titulado: Gamificar el aula invertida usando materiales de aprendizaje basados en juegos, propuso un enfoque de aula invertida gamificado para ayudar a los profesores a diseñar e incorporar actividades en el aula que sean atractivas para los estudiantes. Los resultados de la investigación sugirieron que el enfoque propuesto fue beneficioso para los estudiantes de inglés al reducir su ansiedad por hablar inglés en clase y mejoraba

su motivación para participar en las actividades en el aula. Por lo tanto, se esperó que los maestros más entusiastas se convirtiesen en los primeros en adoptar el enfoque gamificado en el aula.

Umam, Nusantara, Parta, Hidayanto y Mulyono (2019) en su trabajo titulado: Una aplicación de aula invertida en el programa de educación de maestros de matemáticas, mostraron que el aula invertida promueve el aprendizaje independiente, con el tipo de aula animando a los estudiantes a trabajar junto con otros compañeros y mejorar la conciencia del aprendizaje. Sin embargo, se detectaron algunos desafíos en la aplicación invertida del aula, como problemas técnicos, la edición de habilidades de grabación, y consumo de mucho tiempo. No obstante, alentó el aprendizaje colaborativo y la creación de un entorno de enseñanza entre pares. El autoestudio previo a la clase fue un reto y requiere esfuerzo por parte de los estudiantes. Los estudiantes diligentes estuvieron muy motivados y los estudiantes que experimentaban dificultades que requerían asistencia entre pares para entender alentaron la creación de enseñanza entre pares entre los estudiantes.

Iborra, Ramírez, Badia, Bringué y Tejero (2017) en su trabajo titulado: Implementación de la metodología flipped classroom a la asignatura "Computación Aplicada" de segundo grado de ingeniería en la universidad de Barcelona, demuestran que esta técnica promueve el autoaprendizaje, la autonomía, la gestión del tiempo, así como un aumento en la eficacia de las horas de clase.

Turan y Goktas (2016) en su artículo titulado: El aula volteada: eficiencia instructiva e impacto en el logro y el nivel de carga cognitiva, mostraron que los estudiantes enseñados con el modelo de aula volteada reportaron logros de mayor aprendizaje y cargas cognitivas más bajas que las que se enseñan con el modelo tradicional. Las puntuaciones de eficiencia instructiva de los estudiantes del grupo experimental también fueron más altas que las de los estudiantes del grupo de control. Por lo tanto, cuando se diseña eficazmente, el método de aula volteada puede considerarse un enfoque útil en entornos de educación superior.

Låg y Sæle (2019) en su investigación titulada: ¿El aula invertida mejora el aprendizaje y la satisfacción de los estudiantes? Una revisión sistemática y meta-análisis, indican un pequeño efecto a favor del aula invertida en el aprendizaje. Los efectos sobre las tasas de aprobación y la satisfacción de los estudiantes eran pequeños y probablemente influyeron en el sesgo de la publicación. Hay cierto apoyo para la noción de que el impacto positivo en el aprendizaje puede aumentar ligeramente si la preparación de los estudiantes es parte de la implementación.

Samuel (2019) en su artículo titulado: Pedagogía invertida y evaluaciones estudiantiles de la enseñanza, investigó las evaluaciones de la enseñanza de los estudiantes a través de tres técnicas pedagógicas: la conferencia tradicional (donde no se registraron las conferencias), las conferencias grabadas y un modelo de aula invertida. Utilizó un diseño entre sujetos durante tres semestres. Las evaluaciones de enseñanza de los alumnos mostraron que los estudiantes calificaron al instructor significativamente más alto en un ambiente de clase invertida. Los estudiantes también informaron que les gustaba el curso más usando la técnica pedagógica invertida. Dado que el formato invertido mejoró tanto las evaluaciones de enseñanza como las percepciones de los alumnos de la clase, esto podría ser útil para los instructores para decidir cómo configurar el formato de su clase.

Heijstra y Sigurðardóttir (2017) en su trabajo titulado: El aula invertida: ¿Es importante ver las grabaciones?, revelan que existe una correlación positiva entre la visualización del material registrado y la calificación final de los alumnos en el curso. Por lo tanto, suponen que incluso si la actividad en clase es muy importante para que el aula volteada funcione, las grabaciones tienen un valor adicional, que se refleja en las calificaciones finales más altas del curso para los estudiantes que las ven. La flexibilidad de ver las grabaciones más de una vez y en el momento más relevante y conveniente parece aumentar la comprensión de los estudiantes, y se considera un activo importante de la enseñanza volteada en el aula.

El **componente teórico** de esta investigación está conformado por tres componentes: la estrategia metodológica basada en aula invertida, el desarrollo

de competencias en matemática, y las teorías acerca de estrategia metodológica basada en aula invertida y desarrollo de competencias en matemática.

Respecto al primer elemento, la **estrategia metodológica basada en aula invertida**, podemos decir que la Real Academia Española (RAE), en su última actualización afirma que una **estrategia** es el conjunto de reglas que, en un proceso regulable, aseguran una decisión óptima en cada momento. Asimismo, la RAE considera que **metodología** es el conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal; y que **método** es el modo de decir o hacer con orden, o el modo de obrar o proceder, hábito o costumbre que cada uno tiene y observa. Entonces, entenderemos por **estrategia metodológica** el conjunto de reglas que, en el proceso enseñanza-aprendizaje, aseguran una selección óptima del método (o métodos) didáctico(s) para que el docente y los estudiantes logren que los últimos adquieran determinados aprendizajes. Por **estrategia metodológica basada en aula invertida** entenderemos la estrategia metodológica que utiliza como método el aula invertida, y como técnicas las usuales y además los métodos que puedan ser empleados como técnicas. Centraremos nuestra atención en el modelo de aula invertida por ser el eje central de la estrategia en cuestión.

El término **aula invertida** fue empleado por vez primera por Lage, Platt y Treglia, profesores de economía de la Universidad de Miami quienes luego de experimentarlo en sus clases de economía afirmaron que “invertir el aula significa que los eventos que tradicionalmente han tenido lugar dentro del aula ahora tienen lugar fuera del aula y viceversa” (Lage, Platt, y Treglia, 2000, p. 32). El aula invertida consistió en grabar las conferencias que se dictaban para que fueran observados por los estudiantes antes de asistir a clase. Estas grabaciones las podían ver en sus hogares, y luego en clase podían preguntar lo que no habían entendido con los videos. En clase, luego de despejar las dudas, los profesores realizaban actividades prácticas con sus alumnos. Los resultados obtenidos por Lage, Platt y Treglia, fueron positivos para los estudiantes porque les permitía interactuar en clase con sus compañeros y sus profesores, algo imposible con el sistema tradicional (Andrade y Chacón, 2018).

El aula invertida invierte los momentos y roles de la enseñanza tradicional. La clase impartida es reemplazada por videos tutoriales vistos por el estudiante en un horario fuera de clase; y la tarea domiciliaria es llevada a cabo en clase mediante trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y realización de proyectos (Martínez, Esquivel, y Martínez-Castillo, Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: origen, sustento e implicaciones, 2014).

El aula invertida tiene como elemento pivote las competencias que se han de desarrollar en el estudiante, éstas deben ser identificadas en primer lugar (ver figura 1). A continuación, el profesor debe clasificar los contenidos que requieren ser aprendidos por instrucción directa (sesión teórica) y aquellos que son más experimentales (sesión práctica). Para llegar a desarrollar las competencias identificadas se debe utilizar una metodología centrada en el alumno; planificando actividades que desplieguen las actividades mentales superiores dentro del aula, donde el profesor actúa como auxiliar o apoyo (Martínez, Esquivel, y Martínez-Castillo, Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: origen, sustento e implicaciones, 2014).

Además, es imprescindible en el inicio del semestre, informar al alumnado sobre los objetivos, la programación de unidades y capacitarlos en el uso del modelo; esto permite el avance del grupo a ritmos individualizados e, idealmente, evaluar a cada estudiante de acuerdo a su avance. Esta estructura brinda al alumno de varias oportunidades para demostrar, con la práctica, el contenido aprendido (Martínez, Esquivel, y Martínez-Castillo, Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: origen, sustento e implicaciones, 2014).

The Flipped Learning Network (FLN), creada por Bergmann y Sams, dio una definición formal de aula invertida. Según el FLN es un enfoque pedagógico donde la instrucción directa pasa de ser aprendizaje grupal a ser aprendizaje individual, transformando el espacio grupal restante en un aula dinámica e interactiva donde el profesor guía a sus estudiantes en la aplicación de los conceptos involucrándose creativamente con el contenido de la asignatura.

La FLN (2014) propuso cuatro pilares para caracterizar el aula invertida: 1) el **entorno flexible** (Flexible environment) del aula invertida es entendida por las

reconfiguraciones que hacen los docentes con el espacio físico a fin de adecuarlo a su plan de clase, al trabajo autónomo o colaborativo, creando escenarios donde los estudiantes elijen donde y cuando aprenden; 2) la **cultura de aprendizaje** (Learning culture) del aula invertida se refiere a que este modelo sustituye la metodología centrada en el docente por una metodología centrada en el alumno, donde los alumnos construyen en forma el conocimiento, calificándolo y participando de su propio aprendizaje, personalmente significativo; 3) el **contenido intencional** (Intentional content) quiere decir que los docentes seleccionan los contenidos que tienen que enseñar (virtualmente) y los que tienen que experimentar por si mismos los estudiantes (presencialmente). Los docentes utilizan el contenido intencional para aprovechar óptimamente el tiempo efectivo de clase empleando metodologías activas centradas en el alumno; 4) el **educador profesional** (Professional educator) del aula invertida que durante la clase siguen los pasos, realimentan inmediatamente y evalúan el trabajo de sus alumnos. Son reflexivos, críticos, tolerantes y preocupados permanentemente por su actualización.

En cuanto a su **fundamentación teórica**, el aula invertida tiene sus fundamentos y apoyos en la teoría de Vigotsky del constructivismo social, la teoría del aprendizaje por descubrimiento de Bruner, la teoría del aprendizaje observacional de Albert Bandura, la taxonomía de Bloom, el aprendizaje experiencial de Kolb.

Las **características deseables del docente** que va a emplear el aula invertida son: **1) Versado en su disciplina** (para preparar adecuadamente las experiencias de aprendizaje y ayudar con las necesidades individuales de sus alumnos); **2) Habitado o al menos dispuesto al trabajo colaborativo e interdisciplinario** (pues el diseño instruccional de un curso empleando aula invertida necesite considerable tiempo de preparación que pueden verse disminuidas con trabajo colaborativo e interdisciplinario, posibilitando la creación de contenido original); **3) Posee competencias básicas en TICs** (como uso de computadoras, proyectores multimedia, uso de internet y de sistemas de comunicación); **4) Reconoce sus carencias, promueve la investigación y el trabajo colaborativo** (ser versado en su disciplina no quiere decir que conoce

todo de ella, acepta sus limitaciones y promueve la investigación para absolver las dudas que aparezcan, fomentando el aprendizaje autónomo creando ambientes de aprendizaje colaborativos); **5) Dispuesto al cambio, adaptándose a las necesidades detectadas y recursos disponibles** (Muestra disposición al cambio, depositando la responsabilidad de su aprendizaje en sus alumnos, permitiendo ingresar dispositivos digitales al aula); **6) Maneja las estrategias de aprendizaje activas** (aprendizaje basado en problemas, estudio de casos, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje y servicio, juego de roles, debates, etc.); **7) Practica la evaluación formativa** (para brindar el apoyo que requiera cada estudiante, así como rediseñar el curso).

Las **características deseables del alumno** que va a aprender con el aula invertida son: **1) autónomo**, pues debe tener iniciativa para trabajar en su casa los contenidos y tareas enviados por el docente; **2) activo**, ya que elabora su propio conocimiento mediante la búsqueda, análisis y síntesis de información, integrándolo con habilidades en comunicación, investigación, pensamiento reflexivo y crítico, etc., transformándola en conocimiento significativo; **3) competente en el trabajo en equipo y colaborativo**, pues participa y trabaja en el grupo realizando las actividades y prácticas programadas por el docente, como colaborador o como experto; **4) competente en TICs**, pues los contenidos, comunicaciones docente-alumno, alumno-alumno, se dan por estos medios generalmente, asimismo algunas TICs son herramientas poderosas que ayudan al desempeño de los alumnos, individual y colectivamente, según la técnica didáctica que use en aula el docente para el trabajo colaborativo o investigativo.

Las **ventajas** del aula invertida a tener en cuenta son: **1)** da origen a una mayor interacción entre alumnos y docentes, aumentando la comunicación entre los mismos. Además, posibilita la atención individual de cada alumno, personalizando el proceso de aprendizaje; **2)** los alumnos son ahora responsables de su aprendizaje; **3)** Lagunes et al. (2017) nos dicen que una ventaja es que el docente ya no transmite conocimientos, sino guía y ayuda a sus estudiantes en su proceso de aprendizaje, motivando una mayor y mejor preparación del docente; **4)** ningún alumno se atrasa por no haber podido asistir a clases por cuestiones extracurriculares o por enfermedad; **5)** la clase en formato multimedia puede ser

visto y analizado cuantas veces necesite el alumno, rebobinando, avanzando o deteniéndose en aquel aspecto que precise más de su atención; respetándose el ritmo de aprendizaje de cada alumno; **6)** Lagunes et al. (2017) también afirman que el aula invertida exige una mejor planificación del diseño instruccional de cursos, unidades o sesiones, esto es fundamental para una correcta aplicación del aula invertida.

Las **desventajas** del aula invertida son: **1)** Es muy laborioso convertir todos los contenidos en formato multimedia, tiene que seleccionarse muy bien en qué unidades didácticas es más factible; **2)** El aula debe disponer de buena conexión inalámbrica a Internet, y también todos nuestros alumnos deben poseer conexión domiciliaria para visualizar el material multimedia; **3)** Se basa en la preparación y la confianza. Al aplicar esta metodología se debe confiar en que los alumnos realicen la actividad previa a la clase; **4)** Genera más trabajo para el docente porque tiene que supervisar y apoyar a todos los estudiantes, pues trabajan a ritmos distintos; **5)** Puede establecer una división de la clase con respecto a la tecnología que cada estudiante tiene a disposición (laptops, tablets, smartphones y otros), lo que podría generar una marginación entre los estudiantes; **6)** Los profesores deben capacitarse y actualizarse en el empleo de las TICs, casi permanentemente.

Referente a la **metodología** a emplear en el aula invertida, Martínez et al. (2014) nos dicen que **Lage y sus colaboradores** afirman que, una vez seleccionados y ordenados los temas se debe hacer lo siguiente: **1)** en una primera sesión presencial, animar a los estudiantes para que revisen el material multimedia preparado; **2)** proporcionar material impreso y cuestionarios donde se tomen notas de la visualización de las presentaciones; **3)** al inicio de las sesiones presenciales, despejar dudas, si hubiesen, en 10 minutos a lo máximo; **4)** enseguida, abordar situaciones experimentales de uso práctico del tema en cuestión, variando los niveles de complejidad; **5)** posteriormente, revisar en pequeños grupos los cuestionarios asignados (que han sido trabajados individualmente en el tiempo fuera de clase) y una vez discutidas las respuestas, se prepara una pequeña exposición al grupo; **6)** Se propone aplicar cuestionarios (y material similar) periódica y aleatoriamente, lo cual permite incitar el

compromiso de preparación previa y recolectar evidencias de trabajo; 7) **eventualmente**, se requiere evaluar con ejercicios donde los estudiantes apliquen los conceptos revisados, para lo cual se propone el intercambio de ideas en grupos reducidos, presentando sus conclusiones al grupo. Para terminar la sesión, el profesor debe indagar sobre nuevas dudas o inquietudes.

Lage, Platt y Treglia (2000) proponen como soporte del curso, la creación y uso de un sitio Web donde se pueda acceder al material de trabajo (presentaciones, videos, cuestionarios, evaluaciones de práctica, etc.), al plan del curso, y a espacios de interacción para despejar dudas o ampliar información. Así se dispondrá de un horario fijo de chat en vivo con el profesor, constituyendo un espacio de intercambio sincrónico aunado a las sesiones presenciales, así como de recursos descargables de manera asíncrona. Sin embargo, insisten en adecuar los recursos tecnológicos al espacio educativo, pudiendo usar material disponible en la red o incluso fuera de línea. Es útil representar gráficamente esta propuesta (ver figura 2).

Bergmann y Sams (2012) y Martínez et al. (2014) afirman que referente a la metodología empleada se debe hacer lo siguiente: **1)** en la primera sesión, dar a conocer a los estudiantes en qué consiste el modelo, la estructura de clase, los contenidos de cada unidad (objetivos, material y actividades); **2)** Las siguientes dos sesiones, entrenar a los alumnos sobre la forma adecuada de visualizar los recursos (presentaciones audiovisuales breves de entre 7 a 10 minutos, simulaciones, consulta de libros, revistas, etc.). En dichas sesiones se pueden abarcar desde consejos para evitar distracciones hasta sugerencias para la toma de notas (resumen, síntesis, cuestionamientos, etc.); **3)** En las sesiones presenciales, cada estudiante debe realizar una pregunta relacionada con la video-conferencia y que no pueda responderse con el recurso visualizado. Tal actividad provee información sobre el material no comprendido, la formulación de conceptos erróneos, el análisis del tema y el cumplimiento de la revisión del material; además, permite la interacción equitativa de cada miembro del grupo. Posterior a los cuestionamientos (10 minutos), se asignan actividades para aplicar en grupos reducidos; **4)** Rediseñar el aula físicamente para permitir el trabajo rotativo en pequeños grupos, proporcionando herramientas tecnológicas al interior

(pizarrones interactivos, pantallas, en la medida de lo posible) que apoyen las investigaciones de los estudiantes; **5)** Evaluar de manera formativa como evidencia del proceso de aprendizaje (cuestionamientos presenciales). Efectuar evaluación sumativa periódicamente mediante prueba escrita o demostración de una actividad asignada, de preferencia empleando evaluaciones computarizadas ya que aportan resultados inmediatos, retroalimentación, seguimiento y pueden intercambiar el orden de los ítems para cada evaluado en distintos momentos. De estos resultados, se avanza, rediseña o bien se le permite a cada estudiante regresar al tema y mejorar sus resultados en una segunda aplicación proporcionando un 50% de valor a la parte formativa y otro 50% a la sumativa, en la cual cada docente decide el porcentaje de logro para ser considerado aprobatorio (75, 80, 90%).

Referente a los **ambientes, equipos y otras herramientas** del aula invertida podemos decir que el aula invertida necesita:

Ambientes: aulas amplias con carpetas unipersonales que puedan ser reconfiguradas según la técnica que usa el docente. Con pizarras digitales y servicio de internet habilitadas para que el docente y sus alumnos puedan hacer uso de sus TICs.

Equipos: PCs, laptops, tablets, smartphones, servicio de internet, etc.; libros, separatas, prácticas, etc., así como también sus digitalizaciones; audios, videos, direcciones de internet con material del curso, etc.

Otras herramientas: software de gestión, software especializado, etc.

Respecto al segundo elemento, el **desarrollo de competencias en matemática**, debemos considerar que nos referimos al resultado de aprendizaje de la unidad denominada solución de ecuaciones no lineales, de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, para los estudiantes universitarios del quinto ciclo de estudios de la carrera profesional de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG.

Caraballo, Melendez, e Iglesias (2018) nos dicen que para Perrenoud una competencia es la facultad de gestionar un conjunto de recursos cognoscitivos

para hacer frente a una variedad de escenarios con pertinencia y eficacia. La eficacia es la capacidad para resolver problemas en un contexto determinado. También afirman que Díaz y Alfonso en el 2016 opinaron que competencia es el conjunto de capacidades que integran los conocimientos, habilidades y actitudes al contexto socio-profesional que permitan a los futuros profesionales interpretar dicho contexto, argumentarlo y proponer soluciones desde una actitud innovadora y creativa en la solución de problemas.

Las competencias pueden ser genéricas o específicas. Las competencias genéricas comprenden aquellas que son, o deben ser, comunes a todas las profesiones; y las competencias específicas son las que tienen que desarrollarse en una profesión o en un área temática específica. El Modelo educativo de la UNPRG plantea un enfoque por competencias. Así, determinadas las competencias genéricas, se deben precisar los resultados de aprendizaje, lo que permitirá precisar los contenidos requeridos y organizarlos por cursos (ver figura 3) (VRACAD-UNPRG, 2019).

Las competencias genéricas consideradas en el modelo educativo de la UNPRG son siete; cinco de ellas requieren de cursos curriculares y cocurriculares, y deben ser programados en los planes de estudios; las otras dos competencias: pensamiento crítico y propositivo, y compromiso con la calidad; serán desarrolladas durante la formación del estudiante, aplicando estrategias metodológicas que permitan al estudiante universitario fortalecer dichas competencias (VRACAD-UNPRG, 2019).

Las competencias específicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UNPRG consideradas en su plan de estudios como perfil del egresado y son: **1)** gestionar, planificar, supervisar y ejecutar los planes de mantenimiento y operación de las empresas eléctricas para la correcta operación de los sistemas de transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica; **2)** diseñar y construir redes de baja, media y alta tensión, aplicando normatividad en el sector, fomentando el desarrollo productivo y laboral; **3)** brindar servicios de consultoría en energías renovables, aplicando los últimos avances tecnológicos; **4)** elaborar estudios de eficiencia energética, evaluando la eficiencia

de las instalaciones de energía en sus diferentes formas y aplicaciones, mejorando su distribución y uso, determinando la viabilidad de implantación de instalaciones solares, promocionando el uso eficiente de la energía y realizando propuestas de mejora, con la calidad exigida, cumpliendo la reglamentación vigente y en condiciones de seguridad; **5)** organizar, administrar, planear y controlar las actividades de mantenimiento en una planta industrial; y **6)** diseñar y construir sistemas mecánicos que involucren control y mantenimiento de los mismos (Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica - UNPRG, 2020).

Las asignaturas en la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UNPRG se han estado desarrollando en su mayoría por objetivos (objetivo general de la asignatura y objetivos específicos por unidades didácticas), lo que ha cambiado radicalmente desde el 2019, en que todas las asignaturas se desarrollan mediante el enfoque curricular por competencias (resultado de aprendizaje de la asignatura y resultados de aprendizaje por unidades didácticas). Asimismo, el sílabo, en el presente año, debe ser elaborado teniendo también en cuenta el enfoque de investigación formativa y el enfoque de evaluación formativa (Vicerrectorado Académico UNPRG, 2020).

Referente a la asignatura Métodos Numéricos para Ingeniería (MM301) de la referida Escuela Profesional, pertenece al V ciclo del plan de estudios, es de 3,5 créditos y tiene programadas 5 horas (hora académica de 50 minutos) a la semana, 2 horas de teoría y 3 horas de práctica; comprende las siguientes unidades didácticas: Introducción a la Teoría de Errores, Solución de Ecuaciones No Lineales, Interpolación, Diferenciación e Integración Numéricas, Solución de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Solución de Sistemas de Ecuaciones Lineales, Cálculo de Valores y Vectores Propios (Peralta Lui, Sílabo de Métodos Numéricos (FIME-UNPRG), 2018; Peralta Lui, Sílabo de Métodos Numéricos para Ingeniería (FIME-UNPRG), 2020).

Anteriormente, en el 2018, el objetivo general de la asignatura era: “Proporcionar al estudiante técnicas matemáticas para el cálculo aproximado de un(os) valor(es) numérico(s). Asimismo capacitarlo en la selección del método más adecuado para este cálculo” (Peralta Lui, Sílabo de Métodos Numéricos,

2018). Los objetivos específicos de la segunda unidad, denominada Solución de Ecuaciones no Lineales, eran: “1) localizar gráfica y/o analíticamente las raíces reales de una ecuación algebraica o trascendente; 2) calcular las raíces reales de una ecuación no lineal con el grado de aproximación deseado por el Método de Bisección; 3) calcular las raíces reales de una ecuación no lineal con el grado de aproximación deseado por el Método de Falsa Posición 4) calcular las raíces reales de una ecuación no lineal con el grado de aproximación deseado por el Método de Newton-Raphson; 5) calcular las raíces reales de una ecuación no lineal con el grado de aproximación deseado por el Método de La Secante; 6) localizar todas las raíces de una ecuación polinómica; 7) localizar todas las raíces reales de una ecuación polinómica; 8) calcular las raíces de una ecuación polinómica con el grado de aproximación deseado por el Método de Müller” (Peralta Lui, Sílabo de Métodos Numéricos, 2018).

Actualmente, en el 2020, el resultado de aprendizaje de la asignatura es: “determinar aproximadamente uno o más valores numéricos, soluciones de la representación matemática de fenómenos físicos, mediante un método matemático seleccionado como óptimo para esa tarea, con responsabilidad y ayuda de TICs” (Peralta Lui, Sílabo de Métodos Numéricos para Ingeniería, 2020). El resultado de aprendizaje de la segunda unidad, denominada Solución de Ecuaciones no Lineales, es: “Calcular aproximadamente las raíces reales de una ecuación no lineal, empleando TICs en forma eficiente y responsable” (Peralta Lui, Sílabo de Métodos Numéricos para Ingeniería, 2020).

El resultado de aprendizaje de la segunda unidad contiene las siguientes declaraciones: 1) Identificar una ecuación no lineal; 2) Determinar una ecuación no lineal que sea el modelo matemático de un fenómeno o problema de la realidad; 3) Localizar gráfica y/o analíticamente las raíces reales de una ecuación no lineal, empleando TICs en forma eficiente y responsable; 4) Interpretar gráficamente los métodos de bisección, falsa posición, newton-raphson, la secante y Müller; 5) Calcular aproximadamente con n decimales exactos las raíces reales de una ecuación no lineal por el método de bisección, falsa posición, newton-raphson, la secante y Müller, empleando TICs en forma eficiente y responsable; 6) Determinar el método más adecuado para calcular las raíces de

una ecuación no lineal no polinómica; 7) Determinar el número de raíces reales positivas y negativas de una ecuación polinómica usando la regla de Descartes; 8) Determinar el número de raíces reales de una ecuación polinómica en un intervalo cerrado usando la regla de Budán; 9) Calcular aproximadamente con n decimales exactos las raíces de una ecuación polinómica por el método de Müller, empleando TICs en forma eficiente y responsable; 10) Evidenciar orden y puntualidad en las actividades y tareas programadas; 11) Cumplir con sus deberes individuales y grupales con eficiencia, responsabilidad y actitud dialógica (Peralta Lui, Sílabo de Métodos Numéricos para Ingeniería, 2020; Chapra, 2018; Lindfield y Penny, 2019; Gupta, 2019)

Siguiendo los modelos educativo y pedagógico no presencial de la UNPRG se pueden precisar los contenidos requeridos. Se debe precisar que como es un enfoque por competencias, en el aspecto metodológico se recomiendan usar las metodologías activas, entre las cuales tenemos:

- 1) el aprendizaje basado en problemas (Universidad Central de Chile, 2017; Universidad de la Frontera, 2018; Turull, Max (Coord.), 2020; Fortea Bagán, 2019; Mario de Miguel Díaz (Dir.), 2006; García, Arias-Gundín, Rodríguez, Fidalgo y Robledo, 2017).
- 2) el aprendizaje basado en casos (análisis de casos, método de casos) (Universidad Central de Chile, 2017; Universidad de la Frontera, 2018; Turull, Max (Coord.), 2020; Fortea Bagán, 2019; Mario de Miguel Díaz (Dir.), 2006; García, Arias-Gundín, Rodríguez, Fidalgo y Robledo, 2017)
- 3) el aprendizaje basado en proyectos (Universidad Central de Chile, 2017; Universidad de la Frontera, 2018; Turull, Max (Coord.), 2020; Fortea Bagán, 2019; Mario de Miguel Díaz (Dir.), 2006)
- 4) el aprendizaje basado en equipos (Universidad Central de Chile, 2017)
- 5) aprendizaje y servicio (Universidad Central de Chile, 2017; Universidad de la Frontera, 2018)
- 6) aula invertida (Silva Quiroz y Maturana Castillo, 2017; Turull, Max (Coord.), 2020; Subdirección de Currículum y Evaluación, Dirección de Desarrollo Académico, Vicerrectoría Académica de Pregrado, Universidad Tecnológica de Chile INACAP, 2018)

- 7) portafolio o carpeta de aprendizaje (Turull, Max (Coord.), 2020)
- 8) aprendizaje reflexivo y autónomo (Turull, Max (Coord.), 2020)
- 9) lección magistral (Forteza Bagán, 2019; Mario de Miguel Díaz (Dir.), 2006; Subdirección de Currículum y Evaluación, Dirección de Desarrollo Académico, Vicerrectoría Académica de Pregrado, Universidad Tecnológica de Chile INACAP, 2018)
- 10) resolución de ejercicios y problemas (Forteza Bagán, 2019; Mario de Miguel Díaz (Dir.), 2006)
- 11) aprendizaje cooperativo (Forteza Bagán, 2019; Mario de Miguel Díaz (Dir.), 2006)
- 12) contrato de aprendizaje (Forteza Bagán, 2019; Mario de Miguel Díaz (Dir.), 2006)
- 13) juego de roles (Subdirección de Currículum y Evaluación, Dirección de Desarrollo Académico, Vicerrectoría Académica de Pregrado, Universidad Tecnológica de Chile INACAP, 2018)

El tercer elemento es el conjunto de teorías acerca de estrategia metodológica basada en aula invertida y desarrollo de competencias en matemática: la teoría del constructivismo cognitivo de Jean Piaget, la teoría del constructivismo social de Lev Semiónovich Vygotsky, la teoría del aprendizaje por descubrimiento de Jerome Bruner, la teoría del aprendizaje significativo de David Paul Ausubel, la teoría del aprendizaje observacional de Albert Bandura, la teoría del aprendizaje experiencial de David Kolb, la taxonomía de Benjamin Bloom, la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner.

Jean Piaget, fue uno de los pensadores más importantes del siglo XX y realizó aportes en: filosofía, educación, psicología y biología. Piaget escribió ampliamente sobre el desarrollo cognoscitivo, y llegó a postular que este se da por etapas, caracterizadas por la forma como el individuo lleva a cabo las operaciones mentales. Dichas etapas son: etapa sensorio-motora (de los 0 a los 2 años), etapa pre-operacional (de los 2 a los 7 años), etapa de las operaciones concretas (de los 7 a los 11 años) y la etapa de las operaciones formales (entre los 12 y los 15

años), cuando la persona es capaz ya de pensar de forma abstracta (Salgado García, 2006).

Estas cuatro etapas de desarrollo son postuladas por Piaget a medida que los estados psicológicos por los que pasan los niños a medida que crecen. Relacionado con estas cuatro etapas está el mecanismo por el cual los niños se mueven de una etapa a la siguiente y se relaciona con cómo se internaliza el conocimiento y cómo la gente aprende. Los seres humanos, según Piaget, a través de la adaptación que implican los siguientes procesos: asimilación, alojamiento y equilibrio/desequilibrio. Es a través de ellos que aprendemos, superamos algunas ideas y adoptamos otras nuevas (Harasim, 2017).

La asimilación implica aplicar una estructura mental preexistente a la interpretación de datos sensoriales. La desequilibración ocurre cuando una acción no se puede asimilar en estructuras preexistentes o cuando no podemos alcanzar los objetivos que buscamos (cuando lo que aprendimos no logra nuestro objetivo). El alojamiento se produce cuando la persona se da cuenta de que la actividad no logra el resultado esperado, y que los esquemas u operaciones existentes deben ser modificados. Debemos acomodar nuevas formas de dar sentido a un objeto o evento. Así, por ejemplo, un instructor busca estimular el cambio conceptual desafiando los conceptos existentes de un estudiante con el fin de crear un desequilibrio cognitivo. El estudiante intentará restaurar el equilibrio o resolver el problema. A través de un proceso de desequilibración y reequilibración, el estudiante construye nuevas estructuras cognitivas (Harasim, 2017).

Vygotsky (1926) habla sobre la importancia que tiene la cultura para el desarrollo cognoscitivo del individuo; no se puede comprender el desarrollo cognoscitivo sin tener en cuenta los aspectos sociales del aprendizaje. Vygotsky señala en su teoría que el desarrollo cognoscitivo de los infantes se da mediante la interacción con los demás al momento de resolver problemas, de esta manera el infante desarrolla capacidades intelectuales para su funcionamiento propio.

De esta manera la teoría de Vygotsky representa una explicación del desarrollo cognitivo del menor, según la información que éste reciba de las

personas con que interactúe, y que varía según su medio sociocultural.

Según Harasim (2017), el concepto vygotskyano que mayor aplicación tiene en el campo educativo es la zona de desarrollo próximo (ZDP). Esta es la distancia entre el nivel (real) de desarrollo real (zona de desarrollo real o ZDR), caracterizado por la capacidad del estudiante de resolver independientemente un problema; y el nivel de desarrollo potencial (zona de desarrollo potencial o ZDPt) (ver figura 4). Según la ZDP, el aprendizaje tiene lugar cuando los estudiantes resuelven problemas más allá de su nivel de desarrollo real, pero dentro de su nivel de desarrollo potencial, bajo la guía del docente o en colaboración con compañeros más capaces, siendo esto aprendizaje guiado o apoyado. Esto sugiere que el compañero o profesor más avanzado (o padre) apoye al alumno proporcionando las herramientas (idioma, conceptos) necesarias para avanzar y, finalmente, lograr resolver el problema o alcanzar el objetivo previsto del alumno.

Según esto, lo que actualmente puede hacerse con la ayuda o guía de una persona con más experiencia, en el futuro se hará en forma independiente pues no habrá necesidad de dicho apoyo. Esta independencia o autonomía del individuo (estudiante) es inversamente proporcional a la asistencia que recibe por parte de la persona experta (maestro o estudiante). Esto explica la relación que existe entre el estudiante y el desarrollo cognitivo que tiene (o podría tener) con la ayuda de un maestro u otro estudiante más experto en la materia de que se trata. Con estas asistencias el estudiante será capaz de aprender aquellas habilidades, conocimientos o competencias que se encuentren más allá de su zona de desarrollo real.

Aunque Vygotsky nunca utilizó el término andamiaje como metáfora, se ha asociado estrechamente con la ZDP, en el que el compañero o adulto apoya al alumno en la construcción del conocimiento. Los andamios en el aprendizaje se pueden comparar con el uso de andamios en la construcción de edificios. En el aula, un andamio es un conjunto de actividades diseñadas por el docente para ayudar al alumno a moverse a través de tareas cada vez más difíciles para dominar una nueva habilidad. El profesor diseña las actividades en el aula en función de los conocimientos previos del estudiante; es decir, lo que aprendieron

anteriormente en clase o tal vez a través de otras experiencias de vida. Las actividades en el aula están diseñadas para ayudar a progresar a los alumnos, de lo que saben a lo que necesitan saber, para completar el curso o la unidad de clase, para llevarlos a través de la zona de desarrollo próxima para alcanzar su potencial (Harasim, 2017).

Es importante acotar que el trabajo de Vigotsky toma en cuenta la importancia de conocer el potencial de cada alumno (su ZDP), para desarrollar al máximo su aprendizaje. En otras palabras, para Vigotsky, cada alumno es diferente y no podemos aplicar un método uniforme para todos. Esto coincide con lo que hoy ya sabemos que cada estudiante tiene su propio estilo de aprendizaje distinto (Salgado García, 2006).

Según Jerome Bruner el aprendizaje por descubrimiento es aquel en el que los estudiantes descubren y construyen por sí mismos sus propios conocimientos, es decir, aprenden haciendo, y así los docentes pueden ofrecer a los estudiantes más oportunidades de aprender por sí mismos, en contraste con la enseñanza tradicional, donde el docente pretende que la información sea simplemente recibida por los estudiantes (Eleizalde, Parra, Palomino, Reyna, y Trujillo, 2010).

Mediante el aprendizaje por descubrimiento el contenido tiene que ser descubierto por el alumno en forma activa, esta experiencia le permitirá aplicar lo aprendido a nuevas situaciones. Existen varias formas de descubrimiento, desde un descubrimiento autónomo, en el cual el alumno realiza su propio aprendizaje; hasta uno guiado por el docente indicándole al alumno los pasos básicos para llegar de los hechos a los conceptos. Este último es el que se emplea principalmente en el aula, con el docente como guía (Salgado García, 2006).

El concepto más importante de la teoría de Bruner sobre la enseñanza, es la noción de aprendizaje por descubrimiento. Este consiste en facilitar las condiciones para que el estudiante descubra por sí mismo los conceptos. Por ejemplo, en lugar de que el profesor exponga un tema de forma magistral, es posible plantear problemas o situaciones en las que el alumno se vea en la posición de tener que descubrir las respuestas, a través de la indagación. Para fundamentar el aprendizaje por descubrimiento guiado, Bruner, junto con Wood y

Ross, formularon, en 1976, su principio del andamiaje, cuyo supuesto fundamental es que las intervenciones tutoriales del profesor deben estar en relación inversa con el nivel de competencia en la tarea del alumno. Esto significa que el verdadero artífice del proceso de aprendizaje es el alumno y lo que el profesor ofrece únicamente es ayuda, sin la cual sería muy difícil que se produjera la aproximación entre los significados construidos por el educando y los significados que representan los contenidos docentes. Esta teoría parte de la metáfora del andamio pues la ayuda del profesor, al igual que el andamio en una estructura, se caracteriza por ser necesario, ajustable y transitorio.

El aprendizaje significativo de David Paul Ausubel considera el aprendizaje significativo como el conocimiento originado mentalmente por un proceso mediante el cual la información reciente se relaciona de forma no arbitraria y esencial con la estructura cognitiva que tiene el aprendiz. El aprendizaje potencialmente significativo se relaciona con conocimientos que están en posesión del individuo, aunque solo con los pertinentes e importantes. Al conocimiento previo solo se incorpora lo relevante del conocimiento nuevo. El conocimiento previo es clave para hacer significativo el aprendizaje. Adquiriendo nuevos conocimientos, el previo cambia enriqueciéndose, por ello está listo para información adicional, ampliando tanto el marco conceptual como la estructura cognitiva. El aprendizaje que no puede establecer relación directa con la estructura cognitiva origina el aprendizaje de memoria o mecánico, considerado otro extremo para el aprendizaje (Perdomo Rodríguez, 2017).

Ausubel determinó tres clases de aprendizaje: el aprendizaje representacional: que fija una relación entre el emblema y el asunto relacionado, el aprendizaje conceptual que otorga la relación al referente conceptual, desde unos atributos de criterio, y el aprendizaje proposicional donde están presentes las ideas, conceptos y proposiciones que son parte de la construcción cognitiva del aprendiz. Estos tipos de aprendizaje aseguran que el rol del docente es acompañar, moderar y guiar para un desarrollo apropiado de los diferentes procesos que ocurren en el ambiente educativo, así como para las simbolizaciones e ideas que forman los estudiantes desde su conocimiento previo y origen de nuevo conocimiento (Perdomo Rodríguez, 2017).

Mendoza y Maldonado (2019) nos dicen que Bandura, Ross y Ross en 1963 afirmaron que el aprendizaje observacional ocurre cuando se observa la conducta de otra persona, llamada modelo. Bandura experimentó esta hipótesis con niños pequeños. Les proyectó un film donde adultos agredían a un muñeco, tiempo después casi todos los niños imitaron el comportamiento agresivo de igual forma. Agregan que Bandura considera que el aprendizaje observacional se divide en cuatro etapas: 1) observar al modelo asimilando sus cualidades principales, 2) tener presente el comportamiento, 3) repetir el hecho, 4) sentirse incentivado a realizar el comportamiento más adelante.

Andrade y Chacón (2018) definen la **taxonomía de Bloom** como un estándar teórico de tipo cognitivo que trata de especificar, compendiar y ponderar las maniobras mentales que encontramos en cualquier desarrollo de aprendizaje. Está constituida por seis categorías manifestadas con sustantivos en los estratos de una pirámide, representando la totalidad de actos cognitivos que se necesitan para alcanzar un aprendizaje significativo. Las categorías ofrecidas por Bloom fueron: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación (ver figura 5).

El significado de cada uno de los sustantivos según el accionar del estudiante es el siguiente: **1) conocimiento:** el estudiante memoriza y recuerda la información, sin que ello implique su comprensión; **2) comprensión:** el estudiante entiende la información; **3) aplicación:** el estudiante resuelve problemas manejando las ideas y los conceptos aprendidos; **4) análisis:** el estudiante distingue y separa la información aprendida en sus partes o elementos, buscando relaciones entre ellos; **5) síntesis:** el estudiante puede crear algo nuevo mediante la suma y el compendio de las partes y su análisis; **6) evaluación:** el estudiante emite juicios estimando, apreciando y calculando el valor de algo (ANECA, 2013).

Cada categoría de la jerarquía de Bloom tiene asociado un listado de verbos que resultan muy útiles para redactar objetivos y resultados de aprendizaje, así como también orientar las actividades y asignaciones; permitiendo evaluar cada categoría de la taxonomía de Bloom (ver figura 6).

En 2001, Anderson y Krathwohl (discípulos de Bloom) modificaron esta propuesta, planteando otra que denominaron **taxonomía revisada de Bloom**, donde se reemplazan sustantivos por verbos otorgando un significado más adecuado a los correspondientes actos en cada nivel, intercambiando los dos últimos estratos en el desarrollo de aprendizaje (ver figura 7).

¿Qué relación existe entre el aula invertida y la taxonomía de Bloom? El docente, en un aula tradicional, utiliza la mayor cantidad de tiempo en clases presenciales desarrollando en sus estudiantes dos habilidades de pensamiento de orden inferior, comprender y memorizar; después, sus estudiantes, sin la presencia del docente y en casa, tratan de desarrollar las otras habilidades de pensamiento de orden superior. Pero, con el aula invertida es al contrario, los estudiantes, con la tutela del docente y la ayuda de sus compañeros, pueden **aplicar, analizar, evaluar y crear** contenido en torno a un tema determinado,

Sin embargo, en el aula invertida todo el esquema gira en torno al hecho de que los estudiantes (con la ayuda del profesor y sus compañeros) puedan en clase **aplicar, analizar, evaluar y crear** contenido en torno a un tema determinado (ver figura 7) (Andrade y Chacón, 2018).

Observando la relación entre la taxonomía de Bloom y la clase invertida (ver figura 8), vemos que, según ésta, la transferencia de información mediante la memorización y la comprensión, quedan para que se ubiquen en el espacio-tiempo fuera del aula, permitiendo que el docente y sus alumnos puedan tener tiempo para lo más importante del desarrollo de aprendizaje, su utilización práctica; donde podrán desarrollar sus habilidades de orden superior, aplicar, analizar, evaluar y crear, según como se planifique la sesión.

En cuanto al aprendizaje experiencial, David Kolb y otros consideraron que por experiencia debemos entender todo un conjunto de actividades que permiten aprender. Afirmaron que el aprendizaje está sometido a lo que se ha experimentado durante la vida y tiene de cuatro fases: la experiencia concreta, la observación juiciosa, la representación abstracta y el ensayo activo. Así, el aprendizaje por excelencia se logra siempre que se logren las cuatro fases (ver figura 9) (Marcillo Cantos, Veloz Choez, Solís Sierra, y Haro Pacha, 2019;

Rodríguez Cepeda, 2018).

Rodríguez Cepeda (2018) afirma que prácticamente los individuos optan por hacer acciones enmarcadas en una o varias de las cuatro fases, implicando el procesamiento de dinámicas de aprendizaje personales que incluyen la preferencia por acciones en el aula que se amolden a ellas y el rechazo por las que no. Con esto en mente, Kolb y su equipo consideran como dimensiones del aprendizaje la percepción y el procesamiento de la información, implicando que el aprendizaje se alcanzará según la forma como perciban y procesen las cosas. Así, en la tabla 2 (ver anexos) se ilustran dos clases de percepción y dos niveles de procesamiento de la información.

Este punto de vista les valió plantear el aprendizaje en cuatro cuadrantes (ver figura 10), que interpreta las formas distintas como los individuos aprenden, produciendo la caracterización de los tipos de aprendizaje. Con este planteamiento, Kolb muestra que los individuos no aprenden todos de la misma manera, unos necesitan vivencias específicas, otros necesitan orígenes inconcretos como oír o leer acerca de un tema, algunos les fascina compartir ideas, otros organizan las actividades a desarrollar y otros necesitan prueba y error (Marcillo Cantos, Veloz Choez, Solís Sierra, y Haro Pacha, 2019; Rodríguez Cepeda, 2018).

Esta clasificación de tipos de aprendizaje permitió a Kolb plantear unas cualidades propias de cada uno y una lista de fortalezas y debilidades para cada uno. Esto implica que es posible plantear estrategias de enseñanza que corresponden a los tipos de aprendizaje de los estudiantes, incluyendo actividades de acuerdo a las cualidades propias de cada tipo, con la finalidad de optimizar su rendimiento académico. Es importante cada individuo conozca su tipo de aprendizaje, pues le concederá planificar algunas estrategias de acuerdo a sus cualidades, para mejorar la autonomía de su aprendizaje. En resumen, el desarrollo de aprendizaje es un ciclo de experiencias, incluye: experimentación, meditación de la experimentación, conjeturar a partir de la reflexión y actuación sobre la teoría planteada (Marcillo Cantos, Veloz Choez, Solís Sierra, y Haro Pacha, 2019; Rodríguez Cepeda, 2018).

En cuanto a la teoría de múltiples inteligencias, para Gardner la inteligencia es como una energía que permite transformar información y puede activarse en un contexto cultural para viabilizar la solución de problemas o generar productos que son significativos en esa cultura. Asimismo, considera la inteligencia como una capacidad cognitiva que comprende ingenios, destrezas y capacidades mentales que se organizan y diferencian según el contexto y los intereses particulares (Paredes, Verney y Tolosa, 2018).

Paredes et al. (2018) afirman que Gardner plantea su teoría cuestionando el concepto de inteligencia como la habilidad que depende exclusivamente de factores únicos y su trabajo se ha sumado significativamente a los avances para comprender el funcionamiento del cerebro en la adquisición de nuevos conocimientos y como está relacionado con la atención, la memoria y la memoria. Por esto, las inteligencias múltiples es una teoría que analiza la inteligencia, ofreciendo una variedad de herramientas y recursos, desde las particularidades de cada persona, mediante distintos dispositivos cerebrales que actúan en función de actores externos e internos de la persona.

Así, esta teoría se considera una opción para la planificación del aula tradicional teniendo presente que contempla las distintas formas cómo los individuos aprenden y comprenden un tema en particular. Similarmente, Gardner reconociendo más de dos inteligencias, realiza un aporte de gran significancia a la ciencia cognitiva, construyéndose una filosofía basada en el individuo que aprende y así, uno mismo será más afirmativo para comprender las diferencias individuales y su aceptación en un ambiente de enseñanza y aprendizaje (Şener & Çokçalışkan, 2018) .

Las ocho inteligencias propuestas por Gardner son: **1)** lingüística; **2)** lógico matemática; **3)** musical; **4)** visual espacial; **5)** corporal kinestésica; **6)** intrapersonal; **7)** interpersonal; y **8)** naturalista.

El aporte de Gardner, derivado de su trabajo sobre inteligencias múltiples, tiene aplicaciones importantes en educación, en todos sus estratos. Así, existencia de una variedad de tipos de aprendizaje en los individuos confirma la idea de que es imposible enseñar a todos los estudiantes de la misma manera, con un método homogéneo. Igualmente, la importancia de tener presente otras

destrezas en los estudiantes, aparte de las inteligencias tradicionales, como la verbal y la lógica-matemática. Las otras inteligencias también tienen un rol importante en la sociedad y deben ser estimuladas también. Además, la posibilidad de que los planes de estudio de las escuelas y universidades sean flexibles, en el sentido de apoyar el desarrollo de las diferentes inteligencias. De igual manera, la importancia de los factores internos y externos para el desarrollo pleno del ser humano. Asimismo, el fin de educar para comprender y no para repetir conceptos (Salgado García, 2006).

III.-METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación se realizó como un estudio de tipo básico porque intentó introducir y ahondar en conocimientos sobre una estrategia metodológica basada en aula invertida para estudiantes universitarios de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica-Eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

Por el carácter de investigación fue Descriptiva – Propositiva, porque su objetivo principal fue describir teóricamente y proponer una estrategia metodológica basada en aula invertida para estudiantes universitarios.

El diseño fue no experimental dado que con el desarrollo de la investigación se buscó ir más allá del conocimiento de la realidad; la investigación fue propositiva, en primer lugar se realizó un diagnóstico de la realidad y posteriormente se diseñó la propuesta correspondiente para lograr los objetivos de la investigación.

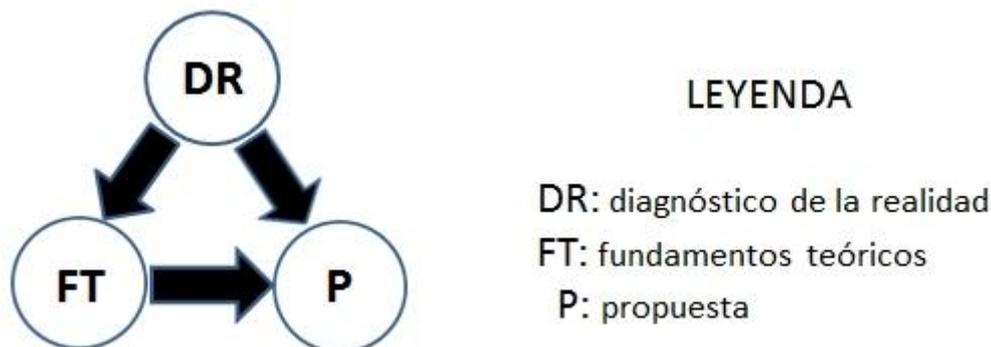


Figura 11. Diseño de investigación

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Estrategia metodológica basada en aula invertida

Variable dependiente: Desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

La operacionalización de ambas variables se incluye en los anexos.

3.3. Población, muestra y muestreo

La población, objeto de estudio de esta investigación, estuvo constituida por los 37 estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo, matriculados en la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” durante el semestre 2020-I. Como es una cantidad manejable de individuos (estudiantes universitarios) y son todos accesibles al investigador (docente) se trabajará con todos ellos.

Los criterios de inclusión que cumplieron los individuos para ser considerados dentro de la población de estudio fueron: ser estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica-Eléctrica de la UNPRG y estar matriculado en la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” durante el semestre 2020-I.

Los criterios de exclusión que tenían como característica los individuos que no fueron considerados dentro de la población de estudio fueron: no ser estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica-Eléctrica de la UNPRG o no estar matriculado en la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” durante el semestre 2020-I.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Para desarrollar este trabajo de investigación se aplicaron las siguientes técnicas mediante sus instrumentos respectivos:

3.4.1. Técnicas

a) La encuesta: esta técnica permitió identificar y medir el grado de desarrollo de las competencias en matemática que lograron alcanzar los estudiantes matriculados en la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, específicamente en la unidad de solución de ecuaciones no lineales, durante el semestre 2020-I.

b) El análisis de documentos: esta técnica permitió a los expertos emitir su juicio sobre el instrumento de diagnóstico y la propuesta de estrategia metodológica basada en aula invertida.

3.4.2. Instrumentos

a) Cuestionario: instrumento que contiene un conjunto de ítems referidos a lo que se espera que un estudiante de ingeniería mecánica-eléctrica conozca, comprenda y/o sea capaz de hacer al finalizar la unidad solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”. El cuestionario fue aplicado a los estudiantes indicados y se utilizó la escala de intervalo (0-20) para el procesamiento de los resultados.

b) Fichas de validación: instrumentos mediante los cuales los expertos emitieron su juicio sobre el instrumento de diagnóstico y la propuesta de estrategia metodológica basada en aula invertida.

3.4.3. Validez de instrumentos

La validez del instrumento de diagnóstico presente trabajo de investigación fue realizada a través del juicio de tres expertos, validándose tanto el instrumento de diagnóstico como la propuesta de estrategia metodológica basada en aula invertida.

3.4.4. Confiabilidad de instrumentos

Se determinó la confiabilidad del instrumento de diagnóstico mediante la aplicación del mismo a una muestra piloto de 19 estudiantes. Con los resultados obtenidos se calculó el coeficiente de confiabilidad del instrumento de diagnóstico mediante el método de división del test en dos mitades, las fórmulas de Spearman-Brown y Rulon, y el software MATLAB (R2018b); resultando un coeficiente de confiabilidad de 0.94 según Spearman-Brown y de 0.88 según Rulon, indicando ambos un alto grado de confiabilidad.

3.5. Procedimiento

Se realizó la propuesta de esta investigación mediante el siguiente procedimiento:

a) Se aplicó el test de diagnóstico, un cuestionario de 9 ítems, a los 37 estudiantes de la población en estudio. Se procesaron los resultados

estadísticamente y se analizaron para identificar las limitaciones o deficiencias que tienen los estudiantes de ingeniería mecánica-eléctrica en relación al resultado de aprendizaje de la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”.

c) Conociendo las limitaciones que tienen los estudiantes y conforme a la realidad de su entorno se buscaron los fundamentos teóricos que expliquen, amplíen, profundicen o den respuesta a los diferentes problemas hallados y se elaboró un plan que permitió diseñar la propuesta de estrategia metodológica basada en aula invertida que conlleve a la mejora del desarrollo de las competencias matemáticas en los estudiantes de ingeniería mecánica.

d) Teniendo en cuenta los pasos del plan se procedió a diseñar la estrategia metodológica basada en aula invertida, teniendo en cuenta las partes principales de un programa de tal manera que contenga los elementos necesarios para la mejora del desarrollo de las competencias matemáticas en los estudiantes de ingeniería mecánica.

d) Con el programa de estrategia metodológica basada en aula invertida, terminado y completo, se procedió a validarlo aplicando la técnica juicio de expertos, que consiste en recurrir a personas con vasta experiencia en el tema del programa los mismos que lo examinaron de manera minuciosa y emitieron una opinión favorable al respecto.

3.6. Método de análisis de datos

La presentación de los datos se hizo a través de frecuencias y porcentajes de datos simples y gráficas. Los datos fueron procesados mediante el sistema de cómputo numérico MATLAB (R2018b) procesando los datos resultantes, obteniendo información importante sobre el problema en cuestión. Los datos y la información resultante se presentaron mediante tablas y gráficos estadísticos adecuados que permitieron comprender las características y comportamiento de las variables. Las tablas y gráficos fueron obtenidos mediante el software indicado.

3.7. Aspectos éticos

En cuanto a los aspectos éticos de esta investigación, ésta se llevó a cabo teniendo en cuenta las normas establecidas por el Comité de ética de la Universidad César Vallejo, respetando la normatividad y disposiciones legales al respecto vigentes en nuestro país.

Se reservaron con estricta seguridad los resultados que se obtuvieron, los que sólo se utilizaron con el fin de apoyar este trabajo de investigación. No se publicaron nombres de docentes, estudiantes y cualquier otra persona involucradas en la investigación; así como no fueron premiados, estimulados ni recibieron incentivo alguno por brindar información, tampoco se aplicaron sanciones ni menos se tomaron otras decisiones con la información obtenida.

Se solicitó el permiso a la(s) autoridad(es) e institución(es) correspondiente(s) para realizar la presente investigación y luego de obtener la autorización se realizó de acuerdo a los lineamientos de investigación. Asimismo, con la finalidad de mejorar la originalidad de la investigación se utilizó la herramienta turnitin de acuerdo a la Resolución del vicerrectorado de investigación 008-2017-VI/UCV, de esa manera se mantuvo un índice de originalidad deseable académicamente y exigido legalmente.

IV. RESULTADOS

Los resultados de esta investigación se han obtenido de la aplicación del test de diagnóstico a los 37 estudiantes de ingeniería mecánica-eléctrica matriculados en la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” durante el semestre 2020-I en la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo. La aplicación del test se realizó en forma virtual en octubre del 2020, para tal efecto se envió el test a los correos de los estudiantes quienes devolvieron su desarrollo, luego de transcurrir, como máximo, las 2 horas y 30 minutos de duración del mismo.

El cuestionario está conformado por 9 ítems (0-8). El ítem 0 no entra en la calificación pues es un ítem auxiliar elaborado para obtener conocimiento sobre el equipo y software utilizado por el estudiante para desarrollar los demás ítems. Los 8 ítems restantes se elaboraron teniendo en cuenta los 11 indicadores de desempeño del resultado de aprendizaje de la unidad de solución de ecuaciones no lineales con la finalidad de medir el grado de logro alcanzado por los estudiantes en dicha unidad. Para su elaboración y calificación se consideró la escala vigesimal (0-20) y como nota mínima aprobatoria del cuestionario la nota once (11), considerando la nota del cuestionario como la nota de una asignatura; según los arts. 57 y 58 del Reglamento Académico de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (UNPRG, 2019).

Los cuestionarios desarrollados y su calificación se tabularon por estudiante, ítems y nota del test. Los datos de esta tabla fueron procesados estadísticamente hallando las medidas de tendencia central y de dispersión de interés con ayuda del sistema de cómputo numérico MATLAB, versión R2018b (Martínez y Cho, 2015, pp. 53-75). Las tablas con los análisis estadísticos que se obtuvieron como resultado se muestran y explican a continuación.

Tabla 5

Resultado general, equipo y software usado por los estudiantes en resolver el test de diagnóstico

ESTUDIANTES	TOTAL		CALCULADORA		LAPTOP / PC		MATLAB	
	f	%	f	%	f	%	f	%
TESTEADOS	37	100	37	100	37	100	15	40.54
APROBADOS	11	29.73	11	100	11	100	11	100
DESAPROBADOS	26	70.27	26	100	26	100	4	15.38

Nota. Fuente: test de diagnóstico aplicado a los estudiantes de “Métodos Numéricos para Ingeniería” de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG.

La Tabla 5 muestra el equipo y software que emplearon los estudiantes (testeados, aprobados y desaprobados; en cantidad y porcentaje) en resolver el test. Esta tabla muestra que **37** estudiantes (**100%**) rindieron el test, de los cuales aprobaron el test **11** estudiantes (**29.73%** de 37) y desaprobaron el test **26** estudiantes (**70.27%** de 37). La Tabla 5 también muestra que **37** estudiantes (**100%**) emplearon calculadora y laptop o PC para desarrollar su test; y sólo **15** (**40.54%** de 37) emplearon MATLAB para ello. De los **11** estudiantes que aprobaron el test, todos ellos (**11-100%**) emplearon calculadora, laptop o PC y MATLAB. De los **26** estudiantes que desaprobaron el test, todos (**26-100%**) emplearon calculadora y laptop o PC para desarrollar su test, mientras sólo **4** de ellos (**15.38%** de **26**) emplearon MATLAB (ver figura 12 en anexos).

La Tabla 6 muestra el análisis estadístico de posición de las notas obtenidas por los estudiantes en el test de diagnóstico. Esta contiene el promedio, la mediana, la moda y el primer y tercer cuartiles Q1 y Q3 de las indicadas notas. Esta muestra que **37** (**100%** de 37) estudiantes rindieron el test, obteniendo notas entre **0** y **15**. La nota promedio fue desaprobatória e igual a **8.35**, la mediana fue desaprobatória e igual a **10** y la moda también fue desaprobatória e igual a **7** (9 ocurrencias); y otras modas fueron **12** y **10** (ambas con 8 ocurrencias). El **50%** de las notas centrales se encuentran entre **6.5** y **12**.

Tabla 6

Análisis estadístico de posición de las notas obtenidas en test de diagnóstico

ESTUDIANTES	ni	f	%	promedio	mediana	moda	Q1	Q3
TESTEADOS	0-15	37	100	8.35	10	7	6.5	12
APROBADOS	15	3	8.11	12.82	12	12	12	14.25
	12	8	21.62					
TOTAL		11	29.73					
DESAPROBADOS	10	8	21.62	6.46	7	7	5	10
	7	9	24.32					
	5	5	13.52					
	0	4	10.81					
TOTAL		26	70.27					

Nota. Fuente: test de diagnóstico aplicado a los estudiantes de "Métodos Numéricos para Ingeniería" de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG.

En forma similar, **11** (**29.73%** de 37) estudiantes aprobaron el test con notas **12** (**8-21.62%** de 37) y **15** (**3-8.11%** de 37); la nota aprobatoria promedio fue **12.82**, la mediana aprobatoria fue **12** y la moda aprobatoria igual a **12** (8 ocurrencias); el **50%** de las notas aprobatorias centrales se encuentran entre **12** y **14.25**.

Igualmente, **26 (70.27%** de 37) estudiantes desaprobaron el test con notas **0 (4-10.81%** de 37), **5 (5-13.52%** de 37), **7 (9-24.32%** de 37) y **10 (8-21.62%** de 37); la nota desaprobatoria promedio fue **6.46**, la mediana desaprobatoria fue **7** y la moda desaprobatoria igual a **7** (9 ocurrencias) y otra moda fue **10** (8 ocurrencias); el **50%** de las notas desaprobatorias centrales se encuentran entre **5** y **10**.

Tabla 7
Análisis estadístico de dispersión de las notas obtenidas en test de diagnóstico

ESTUDIANTES	ni	f	%	rango	rango InterQ	varianza	desviación estándar	coefic. variación
TESTEADOS	0-15	37	100	15	5.5	17.01	4.12	0.49
APROBADOS	15	3	8.11	3	2.25	1.96	1.40	0.11
	12	8	21.62					
TOTAL		11	29.73					
DESAPROBADOS	10	8	21.62	10	5	11.22	3.35	0.52
	7	9	24.32					
	5	5	13.52					
	0	4	10.81					
TOTAL		26	70.27					

Nota. Fuente: test de diagnóstico aplicado a los estudiantes de “Métodos Numéricos para Ingeniería” de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG.

La Tabla 7 muestra el análisis estadístico de dispersión de las notas obtenidas por los estudiantes en el test de diagnóstico. Esta contiene el rango, el rango intercuartil, la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación de las indicadas notas. Esta muestra que **37** estudiantes rindieron el test, obteniendo notas entre **0** y **15**. El rango de las notas fue igual a **15**, el rango intercuartil fue igual a **5.5**, la varianza fue **17.01**, la desviación estándar **4.12** y el coeficiente de variación **0.49**. Esto nos indica que la diferencia entre las notas máxima (**15**) y mínima (**0**) fue **15**, el **50%** de las notas centrales se encontraron en un intervalo de longitud **5.5** (entre **6.5** y **12**), las notas se concentraron lejos de la nota promedio **8.35** y, por lo menos, el **75%** de las notas se encontraron en el intervalo $[8.35-2(4.12), 8.35+2(4.12)] = [0.11, 16.59]$.

En forma similar, **11** estudiantes aprobaron el test con notas **12** y **15**. El rango de las notas aprobatorias fue igual a **3**, el rango intercuartil aprobatorio fue igual a **2.25**, la varianza aprobatoria fue **1.96**, la desviación estándar aprobatoria **1.40** y el coeficiente de variación aprobatorio **0.11**. Esto nos indica que la diferencia entre las notas aprobatorias máxima (**15**) y mínima (**12**) fue **3**, el **50%** de las notas centrales aprobatorias se encontraron en un intervalo de longitud **2.25** (entre **12** y

14.25), las notas aprobatorias se concentran cerca de la nota promedio **12.82** y, por lo menos, el **75%** de las notas aprobatorias se encontraron en el intervalo **[12.82-2(1.40), 12.82+2(1.40)]=[10.02, 16.59]**.

Igualmente, **26** estudiantes desaprobaron el test con notas **0, 5, 7 y 10**. El rango de las notas desaprobatorias fue **10**, el rango intercuartil desaprobatorio fue **5**, la varianza desaprobatoria fue **11.22**, la desviación estándar desaprobatoria **3.35** y el coeficiente de variación desaprobatorio **0.11**. Esto nos indica que la diferencia entre las notas aprobatorias máxima (**10**) y mínima (**0**) fue **10**, el **50%** de las notas centrales desaprobatorias se encontraron en un intervalo de longitud **5** (entre **5** y **10**), las notas desaprobatorias se concentran lejos de la nota promedio **6.46** y, por lo menos, el **75%** de las notas desaprobatorias se encontraron en el intervalo **[6.46-2(3.35), 6.46+2(3.35)]=[-0.24, 13.16]** (ver figura 13 en anexos).

En cuanto al coeficiente de variación, como **0.11 < 0.49 < 0.52** éste nos indica que los **aprobados** tuvieron una menor dispersión que los **testeados** y los **desaprobados**. Esta desigualdad se mantiene para las demás medidas de dispersión de los **aprobados** y los **testeados**, pero se invierte con los **testeados** y los **desaprobados**.

La Tabla 8 muestra el análisis estadístico de posición de las respuestas a los ítems del test de diagnóstico. Para facilitar el manejo estadístico y la posterior interpretación de los resultados obtenidos las respuestas se dividieron en correctas e incorrectas, y estas a su vez en positivas (más de 18-50% de 37) y preocupantes (menos de 18-50% de 37). La tabla contiene el promedio, la mediana, la moda y el primer y tercer cuartiles Q1 y Q3 de las indicadas notas. Esta muestra que en las respuestas correctas, fueron positivas **P1, P2, P4 y P6** y preocupantes **P7, P5, P8 y P3**. **P1** fue la mayor respondida correctamente (**33**) y **P3** la menor (**0**). En las respuestas incorrectas, fueron positivas **P6, P2, P4 y P1** y preocupantes **P3, P5, P8 y P7**. **P1** fue la menor respondida incorrectamente (**0**) y **P3** la mayor (**37**).

Tabla 8*Análisis estadístico de posición de las respuestas a los ítems del test de diagnóstico*

RESPUESTAS	ITEM	f	%	promedio	mediana	moda	Q1	Q3
CORRECTAS	P1	33	89.19					
	P2	26	70.27	27.5	26	26	25.5	29.5
	P4	26	70.27					
	P6	25	67.57					
	P7	11	29.73					
	P5	3	8.11	4.25	3	3	1.5	7
	P8	3	8.11					
	P3	0	0					
TOTAL				15.88	18	3	3	26
INCORRECTAS	P3	37	100					
	P5	34	91.89	32.75	34	34	30	35.5
	P8	34	91.89					
	P7	26	70.27					
	P6	12	32.43					
	P2	11	29.73	9.5	11	11	7.5	11.5
	P4	11	29.73					
	P1	4	10.81					
TOTAL				21.13	19	11	11	34

Nota. Fuente: test de diagnóstico aplicado a los estudiantes de “Métodos Numéricos para Ingeniería” de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG.

Las correctas tuvieron un promedio de **15.88**, una mediana de **18**, dos modas iguales a **3** y **26** (con 2 ocurrencias) y, primer y tercer cuartiles iguales a **3** y **26**. Las positivas tuvieron un promedio de **27.5**, una mediana de **26**, moda igual a **26** (con 2 ocurrencias) y, primer y tercer cuartiles iguales a **25.5** y **29.5**. Las preocupantes tuvieron un promedio de **4.25**, una mediana de **3**, moda igual a **3** (con 2 ocurrencias) y, primer y tercer cuartiles iguales a **1.5** y **7**.

Las incorrectas tuvieron un promedio de **21.13**, una mediana de **19**, dos modas iguales a **11** y **34** (con 2 ocurrencias) y, primer y tercer cuartiles iguales a **11** y **34**. Las preocupantes tuvieron un promedio de **32.75**, una mediana de **34**, moda igual a **34** (con 2 ocurrencias) y, primer y tercer cuartiles iguales a **30** y **35.5**. Las positivas tuvieron un promedio de **9.5**, una mediana de **11**, moda igual a **11** (con 2 ocurrencias) y, primer y tercer cuartiles iguales a **7.5** y **11.5**.

La Tabla 9 muestra el análisis estadístico de dispersión de las respuestas a los ítems del test de diagnóstico. Para facilitar el manejo estadístico y la posterior interpretación de los resultados obtenidos las respuestas se dividieron igual que en la tabla 8. La tabla 9 contiene el rango, el rango intercuartil, la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación de las indicadas notas.

Tabla 9*Análisis estadístico de dispersión de las respuestas a los ítems del test de diagnóstico*

RESPUESTAS	ITEM	f	%	rango	rango InterQ	varianza	desviación estándar	coefic. variación
CORRECTAS	P1	33	89.19	8	4	13.67	3.70	0.13
	P2	26	70.27					
	P4	26	70.27					
	P6	25	67.57					
	P7	11	29.73	11	5.5	22.25	4.72	1.11
	P5	3	8.11					
	P8	3	8.11					
	P3	0	0					
TOTAL				33	23	169.84	13.03	0.82
INCORRECTAS	P3	37	100	11	5.5	22.25	4.72	0.14
	P5	34	91.89					
	P8	34	91.89					
	P7	26	70.27					
	P6	12	32.43	8	4	13.67	3.70	0.39
	P2	11	29.73					
	P4	11	29.73					
	P1	4	10.81					
TOTAL				33	23	169.84	13.03	0.62

Nota. Fuente: test de diagnóstico aplicado a los estudiantes de “Métodos Numéricos para Ingeniería” de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG.

Las correctas tuvieron un rango de **33**, el rango intercuartil fue igual a **23**, la varianza **169.84**, la desviación estándar **13.03** y el coeficiente de variación **0.82**. Las positivas tuvieron un rango de **8**, el rango intercuartil fue igual a **4**, la varianza **13.67**, la desviación estándar **3.70** y el coeficiente de variación **0.13**. Las preocupantes tuvieron un rango de **11**, el rango intercuartil fue igual a **5.5**, la varianza **22.25**, la desviación estándar **4.72** y el coeficiente de variación **1.11**.

Las incorrectas tuvieron un rango de **33**, el rango intercuartil fue igual a **23**, la varianza **169.84**, la desviación estándar **13.03** y el coeficiente de variación **0.62**. Las preocupantes tuvieron un rango de **11**, el rango intercuartil fue igual a **5.5**, la varianza **22.25**, la desviación estándar **4.72** y el coeficiente de variación **1.11**. Las positivas tuvieron un rango de **8**, el rango intercuartil fue igual a **4**, la varianza **13.67**, la desviación estándar **3.70** y el coeficiente de variación **0.13** (ver figura 14 en anexos).

El análisis de estas medidas de dispersión muestra que las respuestas incorrectas tuvieron menor dispersión que las respuestas correctas (**0.62 < 0.82**). Dentro de las respuestas correctas, las respuestas positivas tuvieron menor

dispersión que las respuestas preocupantes ($0.13 < 1.11$). En las respuestas incorrectas, las respuestas preocupantes tuvieron menor dispersión que las respuestas positivas ($0.14 < 0.39$).

La Tabla 10 (ver anexos) muestra el promedio y porcentaje de respuestas correctas por indicadores según ítems de test de diagnóstico. Las frecuencias, promedios y porcentajes de respuestas correctas fueron positivas (**verdes**) si fueron mayores que 18 (50% de 37), y preocupantes (**naranjas**) si fueron menores que 18 (50% de 37). Se observó que de los 11 indicadores del test, los indicadores **1, 7 y 8** fueron positivos y los indicadores **2, 3, 4, 5, 6, 9, 10 y 11** fueron preocupantes.

Se observó que el indicador 1 sólo es evaluado en el ítem 1 y el indicador 9 sólo es evaluado en el ítem 11. Asimismo, los indicadores 10 y 11 son evaluados en todos los ítems. El análisis estadístico de los promedios de respuestas que se obtuvieron en esta tabla se realizó en la tabla 11.

La tabla 11 muestra el análisis estadístico del promedio de respuestas correctas por indicadores. Esta muestra el promedio, mediana, moda, primer cuartil, tercer cuartil, rango, rango intercuartil, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación que se obtuvieron para las respuestas correctas positivas y preocupantes. Para las respuestas correctas positivas se obtuvo como promedio **28**, mediana **25.5**, moda **25.5**, intervalo con el 50% de respuestas correctas positivas igual a [**25.5, 31.13**], rango **7.5**, rango intercuartil **5.63**, varianza **18.75**, desviación estándar **4.33** y coeficiente de variación **0.15**. Para las respuestas correctas preocupantes se obtuvo como promedio **12.55**, mediana **13.48**, moda **13.2**, intervalo con el 50% de respuestas correctas positivas igual a [**12.1, 15.19**], rango **12.88**, rango intercuartil **3.09**, varianza **17.41**, desviación estándar **4.17** y coeficiente de variación **0.33**.

En resumen, de los resultados del test se concluye lo siguiente:

1) Los resultados del test de diagnóstico muestran que en promedio los 37 estudiantes (100%) obtuvieron una nota desaprobatória igual a 8.35.

- 2) El ítem 0 del test no entró en la calificación del test, pues fue un ítem auxiliar para indagar sobre el equipo y software utilizado por el estudiante para desarrollar los demás ítems (1-8).
- 3) Los ítems 1, 2, 4 y 6 son los que respondieron correctamente la mayoría de estudiantes con una frecuencia promedio de 27.5 respuestas correctas.
- 4) Los indicadores 1, 7 y 8 son los que tuvieron una mayor frecuencia promedio de respuestas correctas en todos los ítems e igual a 28.
- 5) Los ítems 3, 5, 7 y 8 son los que no respondieron correctamente la mayoría de estudiantes con una frecuencia promedio de 32.75 respuestas incorrectas.
- 6) Los indicadores 2-6, 9-11 son los que tuvieron una menor frecuencia promedio de respuestas correctas en todos los ítems e igual a 12.55.
- 7) El ítem 1 tiene 33 respuestas correctas y es el más respondido correctamente de todos ellos. Le siguen los ítems 7 y 8 con 26 respuestas correctas.
- 8) El ítem 3 no tiene ninguna respuesta correcta y es el único menos respondido de todos. Le siguen los ítems 5 y 8 con 3 respuestas correctas.

Tabla 11

Análisis estadístico del promedio de respuestas correctas por indicadores

IND	fp	%p	prom	med	mod	Q1	Q3	ran	raniq	var	desv	cv
1	33	89.19										
7	25.50	68.92	28	25.50	25.50	25.50	31.13	7.50	5.63	18.75	4.33	0.15
8	25.50	68.92										
2	14.50	39.19										
3	13.20	35.68										
4	13.20	35.68										
5	13.75	37.16	12.55	13.48	13.20	12.10	15.19	12.88	3.09	17.41	4.17	0.33
6	3	8.11										
9	11	29.73										
10	15.88	42.92										
11	15.88	42.92										

Nota. Fuente: test de diagnóstico aplicado a los estudiantes de “Métodos Numéricos para Ingeniería” de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG.

Se ha comprobado que las competencias en matemática (resultados de aprendizaje) no han sido logradas en un buen nivel por parte de los estudiantes de ingeniería mecánica-eléctrica, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales, de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”. Por ello se ha diseñado una estrategia metodológica basada en aula invertida para desarrollo de competencias en matemática.

La propuesta de esta estrategia metodológica viene en el Anexo Nro. 1 y fue validada por la técnica de juicio de expertos, habiendo recibido el calificativo de Muy Adecuado (MA) en todos sus ítems por parte de los tres expertos.

V. DISCUSIÓN

Los resultados del test de diagnóstico muestran que en promedio los 37 estudiantes (100%) obtuvieron una nota desaprobatória igual a 8.35. Esto demuestra el nivel no deseable de rendimiento y desempeño que han logrado los estudiantes de la facultad de ingeniería mecánica-eléctrica en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” en la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo. **En conclusión, el resultado de aprendizaje de la unidad no se ha logrado alcanzar, generando un inadecuado desarrollo de las competencias matemáticas de la asignatura; confirmando la necesidad de mejorar el desarrollo de las competencias matemáticas en dichos estudiantes y la indicada unidad y asignatura de ingeniería mecánica-eléctrica.**

El ítem 0 del test no entró en la calificación del test, pues fue un ítem auxiliar para indagar sobre el equipo y software utilizado por el estudiante para desarrollar los demás ítems (1-8). Al respecto se averiguó que todos los estudiantes tenían PC o Laptop, así como también calculadora científica. Esto va en concordancia con las competencias digitales que necesitan algunos métodos de aprendizaje activos (Silva Quiroz y Maturana Castillo, 2017), e implícitamente la situación de emergencia actual hace necesario que también las posean los trabajadores, docentes, estudiantes y público en general. Sin embargo, Sólo 15 estudiantes utilizaron software (Matlab), de los cuales 11 son los que aprobaron el test y 4 no aprobaron, comprobando la fuerte relación existente entre el empleo de software especializado y el rendimiento académico en esta asignatura (Peralta Lui, Sílabo de Métodos Numéricos, 2018; Peralta Lui, Sílabo de Métodos Numéricos para Ingeniería, 2020). **Se concluye que se debe utilizar el software MATLAB en el desarrollo de la asignatura. En caso la UNPRG no cuente con la licencia respectiva, se sugiere el software Octave, el cual es el equivalente a MATLAB en software libre.**

Los ítems 1, 2, 4 y 6 son los que respondieron correctamente la mayoría de estudiantes con una frecuencia promedio de 27.5 respuestas correctas. Esto nos permite afirmar que la mayoría de estudiantes lograron satisfacer lo que los indicadores 1-5, 7, 8, 10 y 11 medían. Esto nos indica que los temas

correspondientes a los indicadores 1-5, 7 y 8 podrían no originar preocupación en su desarrollo debido al gran número de respuestas correctas que han tenido en el test. **Se concluye que los temas correspondientes a los indicadores 1-5, 7 y 8 podrían seguir desarrollándose como se ha venido haciendo o emplear otra metodología que haga desarrollar un poco más las competencias y mejorar el rendimiento de los estudiantes. Queda a criterio del docente de la asignatura.**

Los indicadores 1, 7 y 8 son los que tuvieron una mayor frecuencia promedio de respuestas correctas en todos los ítems e igual a 28. El alto porcentaje de respuestas correctas que tuvieron estos indicadores nos indica que la mayoría de los estudiantes no tuvieron demasiado problema en asimilar los contenidos y adquirir destrezas en los temas de la unidad de solución de ecuaciones no lineales concernientes a los indicadores 1, 7 y 8; los cuales son: **1)** indica si una fórmula o identidad matemática dada es una ecuación no lineal; **7)** determina el número de raíces reales positivas y negativas de una ecuación polinómica dada usando la regla de Descartes; y **8)** determina el número de raíces reales de una ecuación polinómica dada en un intervalo cerrado dado usando la regla de Budán. **En conclusión, en la programación de la unidad, estos temas se pueden asignar a los estudiantes para que ellos los desarrollen y asimilen, mostrando las evidencias apropiadas. Esto se podría hacer mediante un contrato de aprendizaje, ya sea individual o grupal. Esto originaría una mayor disponibilidad horaria para el desarrollo de otros temas que así lo requieran.**

Los ítems 3, 5, 7 y 8 son los que no respondieron correctamente la mayoría de estudiantes con una frecuencia promedio de 32.75 respuestas incorrectas. Esto nos permite afirmar que la mayoría de estudiantes no lograron satisfacer lo que los indicadores 2-6, 9-11 medían (ver tabla 12 en anexos).

Los indicadores 2-6, 9-11 son los que tuvieron una menor frecuencia promedio de respuestas correctas en todos los ítems e igual a 12.55. El bajo porcentaje promedio de respuestas correctas que tuvieron estos indicadores nos indicaría que la mayoría de los estudiantes tuvieron bastante problema en asimilar los contenidos y adquirir destrezas en los temas de la unidad de solución de

ecuaciones no lineales concernientes a los indicadores 2-6, 9-11 (ver tabla 12 en anexos). Pero los indicadores 1-5, 7, 8, 10 y 11 tienen una frecuencia alta de respuestas correctas, por tanto el promedio se ha visto influenciado por los ítems 3 y 8 que tienen 0 y 3 respuestas correctas. Eliminando este sesgo, solo quedan los indicadores 6 y 9. **En consecuencia, los estudiantes tendrían problema en asimilar los contenidos y adquirir destrezas en los temas de la unidad de solución de ecuaciones no lineales concernientes a los indicadores 6 y 9. Estos son: 6) determina el método más adecuado para calcular las raíces de una ecuación no lineal no polinómica dada; 9) calcula aproximadamente con n decimales exactos las raíces de una ecuación polinómica dada por el método de Müller, empleando TICs en forma eficiente y responsable.**

Esta última información también es muy valiosa para la programación de la unidad, pues estos temas según la metodología de aula invertida deben programarse para el aula donde, guiados y ayudados por el docente, mediante trabajo individual y/o colaborativo, y mediante un método activo; y con la ayuda de sus pares, con bastante seguridad lograrán alcanzar el desarrollo del resultado de aprendizaje deseado.

Un análisis aparte se hace a los ítems 1 y 3. El ítem 1 tiene 33 respuestas correctas y es el más respondido correctamente de todos ellos. Si no fuera por cuatro estudiantes que recibieron el examen y no hicieron nada, hubiesen sido 37, todos ellos. Este ítem sólo evalúa el indicador 1, el cual es: **1) indica si una fórmula o identidad matemática dada es una ecuación no lineal.** Solamente necesita aprender que cuando una función real es lineal y esta igualada a cero da origen a una ecuación lineal. Análogamente con los ítems 7 y 8 se puede proceder de la misma forma pues tienen 26 respuestas correctas. **En conclusión, la alta tasa de respuestas correctas origina que los temas que comprenden: definición de función no lineal, la regla de Descartes y la regla de Budán no ameriten la dedicación de tiempo de clase, pues los resultados del test indican que es un tema fácil de asimilar, además que este tiempo de clase se puede dedicar a otros temas que si lo necesitan. Se sugiere la aplicación de un contrato de aprendizaje para todos los estudiantes. Queda a criterio del docente su aplicación individual o grupal.**

El ítem 3 no tiene ninguna respuesta correcta. Ningún estudiante ni siquiera intentó resolverla. Este ítem evalúa los indicadores 3-5, 10 y 11. Separando los dos últimos indicadores y considerando los netamente matemáticos 3, 4 y 5, observamos en la tabla 12 (anexo 5) que los ítems 2 y 4 también evalúan los indicadores 3, 4 y 5, pero estos han sido respondidos correctamente, ambos, por 26 estudiantes. Analizando los ítems (anexo 3) observamos que el ítem 3 pide escribir un algoritmo y los ítems 2 y 4 piden la solución de una ecuación no lineal dada, estos últimos necesitaban tener unos programas en MATLAB implementando los algoritmos de los métodos numéricos necesitados por los problemas de los ítems, como han sido resueltos, esto implica que los estudiantes tenían los programas hechos y no tuvieron que programarlos, sino hubiesen podido hacer el algoritmo solicitado en el ítem 3. **Podemos concluir y afirmar entonces que los estudiantes saben utilizar MATLAB y sus programas hechos, pero no saben programación o tienen poca experiencia en ello.** Se comunicará este hallazgo a la autoridad competente (Director de Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica-Eléctrica) para que tome las medidas correctivas que el caso amerite.

La baja tasa de respuestas correctas de los ítems 3 y 8 del test (0 y 3, respectivamente) indican un bajo nivel de la capacidad de los estudiantes en elaborar modelos matemáticos. Al respecto se sugiere comunicar este hallazgo a la autoridad universitaria competente para que tome las medidas correctivas del caso, pues la asignatura es la última de todas las asignaturas de matemáticas y los estudiantes que llegan a ella deberían tener un grado más alto. Asimismo, incrementar las actividades (tiempo de clase) para estos temas para asegurar una mejor interiorización de estos temas por parte de los estudiantes.

En la práctica docente de la UNPRG predominaban los métodos de enseñanza tradicionales y centrados en el docente, los cuales están siendo desplazados, no rápidamente, por métodos de aprendizaje activo y centrados en el estudiante, entre los que tenemos: análisis de casos, aprendizaje basado en problemas (ABP), aula invertida, aprendizaje basado en equipos, aprendizaje y servicio (A+S), juego de roles, y otras más (Silva Quiroz y Maturana Castillo, 2017). Del

aula invertida sabemos que puede mejorar la motivación y los resultados de aprendizaje de los estudiantes (Hung, Sun y Liu, 2019); y es excelente para desarrollar las competencias genéricas; instrumentales, personales y sistemáticas (Lagunes, Tafur y Giraldo, 2017). Estas son razones más que suficientes para seleccionar el aula invertida como método activo base para el desarrollo de sesiones de clase, en las asignaturas de la UNPRG.

Sabemos que el aprendizaje es un proceso de construcción que es a la vez, individual y social, fundamentado por el constructivismo cognitivo y el constructivismo social, respectivamente (Harasim, 2017), y que el estudiante debe regular y ser responsable de ello. Mario de Miguel Díaz (2006) nos dice que Biggs en el 2005, sostuvo que son necesarias cuatro condiciones para producir un buen aprendizaje: una base de conocimientos estructurada, un contexto motivacional apropiado, actividad por parte del estudiante y la interacción con otros. Por tanto, **para lograr que los estudiantes tengan un aprendizaje de calidad es hacer que se enfrenten a situaciones donde tengan que aplicar los nuevos conocimientos para la solución de problemas realistas, tomando decisiones y aprendiendo en forma autónoma, reflexiva y crítica.** Estos procesos deben darse en todas las experiencias de aprendizaje independientemente del método utilizado. **En consecuencia, la labor didáctica del docente debe orientarse a seleccionar para cada experiencia didáctica el método y los procedimientos más apropiados que logren motivar la actividad del estudiante. El reto para los docentes es diseñar experiencias de aprendizaje donde el estudiante pueda construir nuevos aprendizajes significativos, planteando y aplicando soluciones a situaciones problemáticas en un debido contexto.**

En cuanto a la metodología empleada para diagnosticar el desarrollo de competencias se decidió hacerla mediante un cuestionario que evaluara el logro de desarrollo de competencias en matemática, en una forma integral, es decir evaluar toda la unidad; manteniendo la evaluación en una forma sencilla y manejable (8 ítems o problemas). Esto porque se debió considerar las evaluaciones hechas durante el desarrollo de la unidad, pero se optó por no hacerlo debido a que está en una fase de transición y no sería muy objetiva. En cambio, el test se diseñó en función de los objetivos o resultados de aprendizaje

deseados en la unidad, y evaluando también paralelamente los contenidos. Razón de ello es que al aplicar la prueba de confiabilidad de Spearman-Brown, éste arroja un resultado de 0.94, el cual es muy alto y esto se debería a que se estarían duplicando ítems, es decir varios ítems evalúan los mismos objetivos o resultados de aprendizaje; lo cual es cierto pero se hizo para poder evaluar mejor los objetivos y contenidos de la unidad. Esto fue beneficioso, pues se gracias a esto se detectó lo referente a la ausencia de práctica de programación. La evaluación de la estrategia metodológica basada en aula invertida será por semestre e irá evolucionando con el tiempo, pues con la experiencia adquirida en el desarrollo y evaluación de la asignatura por competencias, el test se presume que evolucionará reemplazando calidad por cantidad de ítems e inclusive podría ser reemplazado por un problema o proyecto.

VI. CONCLUSIONES

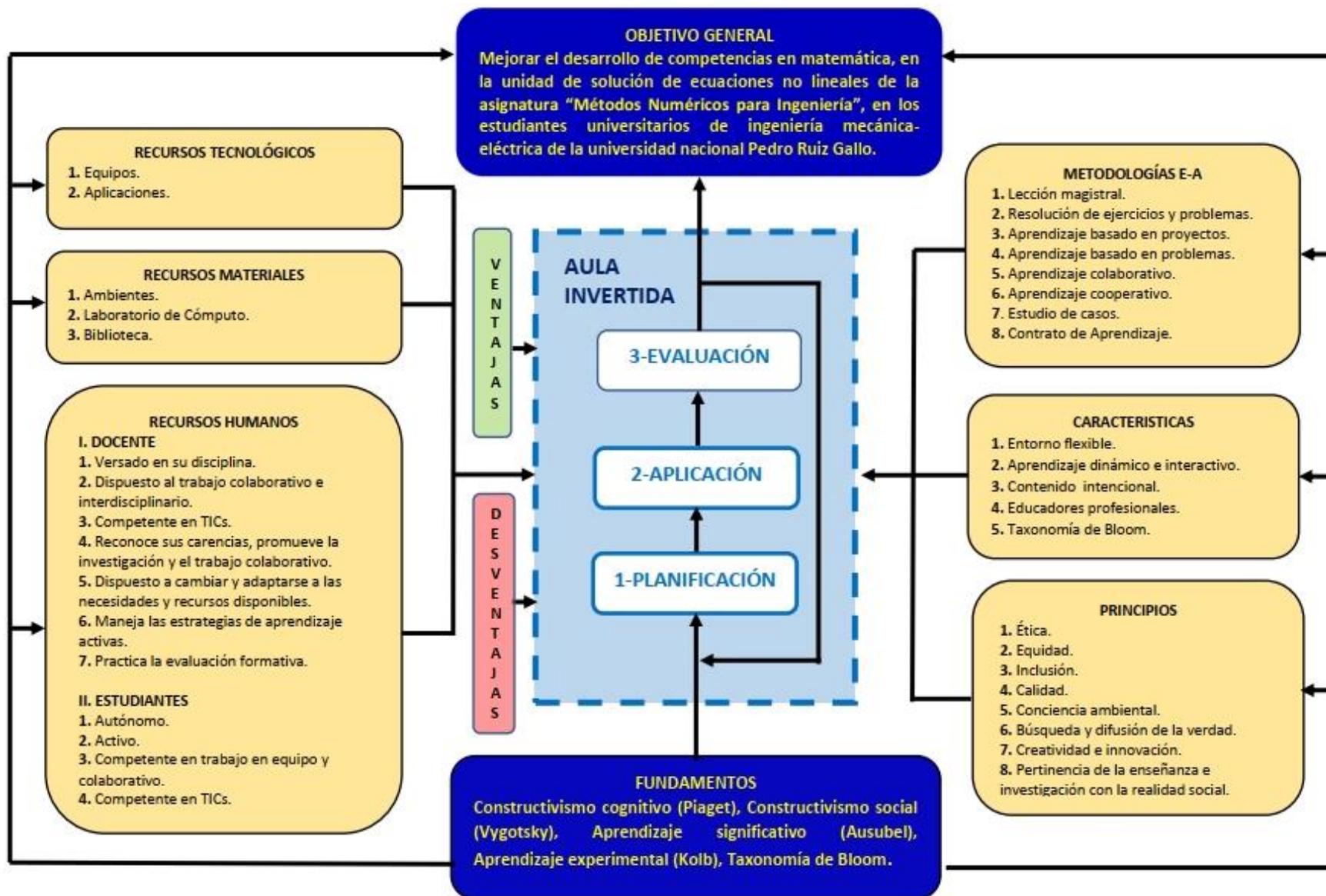
- 1) Se logró proponer una estrategia metodológica basada en aula invertida para la mejora del desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.
- 2) Mediante el diseño, elaboración, validación y aplicación virtual no asíncrona de un test se logró identificar el nivel de los resultados de aprendizaje que han logrado los estudiantes de la facultad de ingeniería mecánica-eléctrica en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” en la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo mediante un cuestionario.
- 3) Esta investigación contiene la descripción de los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan la estrategia metodológica para la mejora del desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.
- 4) Se diseñó la estrategia metodológica basada en aula invertida para la mejora del desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.
- 5) Se validó la estrategia metodológica basada en aula invertida diseñada para la mejora del desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo, mediante la técnica juicio de expertos.

VII. RECOMENDACIONES

- 1) Al Vicerrector Académico de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo considerar la programación de capacitación de los docentes de su universidad en los métodos activos tratados en este trabajo y, en especial, el aula invertida.
- 2) Al Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica-Eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo considerar esta estrategia metodológica para incorporar su implementación en las asignaturas de su Facultad.
- 3) Al Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica-Eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo tomar en cuenta los resultados del test de diagnóstico y sugerir la aplicación de otros tests análogos en otras asignaturas para el análisis del logro de competencias por parte de sus estudiantes.
- 4) Al Director del Departamento Académico de Matemáticas de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo considerar la divulgación de esta estrategia metodológica entre sus dirigidos para que sea tomado en cuenta dentro de la programación de sus actividades docentes.

VIII. PROPUESTA

Estrategia metodológica basada en aula invertida para la mejora del desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.



Esta estrategia sirve para el desarrollo de competencias en matemática en la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” para estudiantes de ingeniería mecánica-eléctrica en la unidad de solución de ecuaciones no lineales. Consta de tres fases: planificación, aplicación y evaluación. Previo a su empleo, el docente debe analizar las ventajas y desventajas que ofrece la estrategia; si es convencido por las ventajas, entonces ejecuta las tres fases. **Planificación:** debe diseñar adecuadamente la programación de la unidad, teniendo en cuenta en la planificación de las sesiones los resultados de aprendizaje a lograr por parte de los estudiantes. **Aplicación:** se desarrolla la unidad según lo planificado por sesiones. Esta es la parte más importante de esta estrategia. Se explicará luego del siguiente punto. **Evaluación:** se debe mantener una evaluación formativa constante. Las participaciones, las tareas individuales y grupales, etc., sirven para mantener un registro y evidencias sobre el progreso del aprendizaje de los alumnos y realizar calificaciones con relación al logro de los estándares de aprendizaje y el desarrollo de competencias de los estudiantes.

Las sesiones de clase se programan teniendo en cuenta los objetivos de la sesión y en tres tiempos: **antes de clase, durante la clase y después de clase.** **Antes de clase:** el docente selecciona o crea los videos o texto que deben ver o leer los estudiantes en casa, se envía esto en línea junto con un cuestionario de control, que servirá de retroalimentación previa a la clase. Prepara las actividades para la sesión presencial. El estudiante ve o lee el material en línea y contesta el cuestionario en línea. **Durante la clase:** el docente aclara las dudas e identifica las dificultades de aprendizaje y comprensión, adaptando su exposición según los cuestionarios de control previos. Luego, guía y supervisa el trabajo de los estudiantes, revisando los conceptos y ayudando individualmente a los estudiantes. Los estudiantes completan las actividades propuestas por el docente, realizando el trabajo individual y grupal, teniendo así un aprendizaje activo y colaborativo. **Después de clase:** el docente brinda explicaciones y recursos adicionales. Anima a sus estudiantes para continuar con sus estudios y trabajos. Revisa y califica los trabajos de los estudiantes. Los estudiantes continúan con su trabajo utilizando las herramientas de trabajo colaborativo y aplicando los conocimientos y recomendaciones brindados por el docente.

REFERENCIAS

- Abad-Segura, E., y González-Zamar, M. D. (2019). Análisis de las competencias en la educación superior a través de flipped classroom. *Revista Iberoamericana de Educación*, 80(2), 29-45. doi:10.35362/rie8023407
- Amstelveen, R. (20 de November de 2018). Flipping a college mathematics classroom: An action research project. *Education and Information Technologies*, 24, 1337–1350. doi:10.1007/s10639-018-9834-z
- Andrade, E., y Chacón, E. (2018). Implicaciones teóricas y procedimentales de la clase invertida. *Pulso*(41), 251-267, ISSN: 1577-0338, ISSN-e 2445-2866. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6742360>
- ANECA. (2013). *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los Resultados de Aprendizaje*. Madrid: ANECA. Recuperado de: http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED_MAIN/LAUNIVERSIDAD/VICERRECTORADOS/CALIDAD_E_INTERNACIONALIZACION/INNOVACION_DOCENTE/IUED/MATERIALES%20DIDACTICOS/WEB_MADI_MANUAL_DOCENTIA_UNED_APROBADO_ANECA_09_04_20_0.PDF
- Béres, I., & Kis, M. (2018). Flipped Classroom Method Combined with Project Based Group Work. (M. Auer, D. Guralnick, & I. Simonics, Edits.) *Teaching and Learning in a Digital World, Advances in Intelligent Systems and Computing*(715), 553-562. doi:10.1007/978-3-319-73210-7_65
- Bergman, J., & Sams, A. (2012). *Flip your Classroom. Reach Every Student in Every Class Every Day*. Washington, DC: Reach Every Student in Every Class Every Day.
- Bermudez Pita, M., Puertas Agudo, J., Sánchez-Tembleque Díaz-Pache, F., y Cea Gómez, L. (2019). Aplicación del modelo de clase al revés a la enseñanza de ingeniería hidráulica. En E. De la Torre Hernández, *Contextos universitarios transformadores: construyendo espacios de aprendizaje*. III Jornadas de Innovación Docente, 117-130. A Coruña: Universidade da Coruña. doi:10.17979/spudc.9788497497121.117

- Caraballo, C., Melendez, R., e Iglesias, L. (2018). Reflexiones acerca del concepto competencias y aprendizaje por competencias en las instituciones de educación superior y su incidencia en el aprendizaje de las matemáticas. *Opuntia Brava*, 11(1), 297-307, ISSN: 2222-081x. Recuperado de <http://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/723>
- Chapra, S. C. (2018). *Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists*. New York: McGraw-Hill Education.
- Chen, I.-L., Chew, S., & Chen, N.-S. (2018). Kaleidoscopic Course: The Concept, Design, and Implementation of the Flipped Classroom. En T. Chang, R. Huang, Kinshuk, T. Chang, R. Huang, & Kinshuk (Edits.), *Authentic Learning Through Advances in Technologies. Lecture Notes in Educational Technology*, (pp. 171-187). Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd. doi:10.1007/978-981-10-5930-8_10
- Collins, B. V. (20 de October de 2018). Flipping the precalculus classroom. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-19. doi:10.1080/0020739X.2018.1535098
- Cortes Aguilar, T. A., y Estelles Miguel, S. (2018). Consideraciones para el aprendizaje autónomo en el entorno asíncrono: caso de implementación gradual de aula invertida en ingeniería. *INNODOCT*. Valencia. doi:10.4995/INN2018.2018.8778
- Eleizalde, M., Parra, N., Palomino, C., Reyna, A., y Trujillo, I. (2010). Aprendizaje por descubrimiento y su eficacia en la enseñanza de la Biotecnología. *Revista de Investigación*, 34(71), 271-290. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/233969092>
- Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica - UNPRG. (24 de Julio de 2020). *Plan de Estudios Ingeniería Mecánica y Eléctrica*. Lambayeque: FIME-UNPRG. Recuperado de http://www.unprg.edu.pe/univ/portal/documentos_s/planes/P06%20INGENIER%C3%8DA%20MECANICA%20Y%20ELECTRICA.pdf

- Forteza Bagán, M. A. (2019). *Metodologías didácticas para la enseñanza/aprendizaje de competencias*. Castellón de la Plana: Unitat de Suport Educatiu de la Universitat Jaume I. doi:10.6035/MDU1
- Fung, C.-H. (2020). How does flipping classroom foster the STEM education: a case study of the FPD model. *Technology, Knowledge and Learning*, 25, 479–507. doi:10.1007/s10758-020-09443-9
- García, T., Arias-Gundín, O., Rodríguez, C., Fidalgo, R., y Robledo, P. (2017). Metodologías activas y desarrollo de competencias en estudiantes universitarios con diferentes estilos de pensamiento. *Revista d'Innovació Docent Universitària*, 66-80. Recuperado de: <http://revistes.ub.edu/index.php/RIDU>
- González Hernández, M. O., y Huerta Gaytán, P. (2019). Experiencia del aula invertida para promover estudiantes prosumidores del nivel superior. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), 245-263. doi:10.5944/ried.22.2.23065
- Gupta, R. K. (2019). *Numerical Methods. Fundamentals and Applications*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Harasim, L. (2017). *Learning Theory and Online Technologies*. New York: Routledge.
- Heijstra, T. M., & Sigurðardóttir, M. S. (2017). The flipped classroom: Does viewing the recordings matter? *Active Learning in Higher Education*, 1-13. doi:10.1177/1469787417723217
- Hung, C.-Y., Sun, J.-Y., & Liu, J.-Y. (2019). Effects of flipped classrooms integrated with MOOCs and game-based learning on the learning motivation and outcomes of students from different backgrounds. *Interactive Learning Environments*, 27(8), 1028-1046. doi:10.1080/10494820.2018.1481103
- Hung, H.-T. (July de 2018). Gamifying the flipped classroom using game-based learning materials. *ELT Journal*, 72(3), 296–308. doi:10.1093/elt/ccx055

- Iborra Urios , Montserrat & Ramírez Rangel, Eliana & Badia Córcoles, Jordi Hug, Bringué Tomás, Roger & Tejero Salvador, Javier (2017). Implementing the flipped classroom methodology to the subject "Applied Computing" of two engineering degrees at the university of Barcelona. *Journal of Technology and Science Education*, 7(2), 119-135, ISSN: 2014-5349. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331151224002>
- Jensen, J. L., Holt, E. A., Sowards, J. B., Ogden, T. H., & West, R. E. (22 de Junio de 2018). Investigating Strategies for Pre-Class Content Learning in a Flipped Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 27, 523–535. doi:10.1007/s10956-018-9740-6
- Johnston, B. M. (2016). Implementing a flipped classroom approach in a university numerical methods mathematics course. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 485-498. doi:10.1080/0020739X.2016.1259516
- Kanjug, I., Srisawasdi, N., Chaijaroen, S., & Kanjug, P. (2018). Using constructivist instructional design for flipped classroom to enhancing cognitive learning performance. En T. Wu, Y. Huang, R. Shadlev, L. Lin, & A. Starčić (Edits.), *Innovative Technologies and Learning ICITL 2018*, Lecture Notes in Computer Science 11003, (pp. 135-145). Springer Nature Switzerland AG. doi: 10.1007/978-3-319-99737-7_13
- Krouss, P., & Lesseig, K. (11 de July de 2019). Effects of a flipped classroom model in an introductory college mathematics course. *PRIMUS*. doi:10.1080/10511970.2019.1625471
- Låg, T., & Sæle, R. G. (2019). Does the Flipped Classroom Improve Student Learning and Satisfaction? *AERA Open*, 5(3), 1-17. doi:10.1177/2332858419870489
- Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. *The Journal of Economic Education*, 30-43, doi:10.1080/00220480009596759.

- Lagunes, A., Tafur, L., y Giraldo, J. (2017). Propuesta de flipped classroom para el desarrollo de las competencias genéricas en estudiantes de ingeniería. *Ingenierias USBMed*, 8(1), 43-48. doi: 10.21500/20275846.2762
- Li, J., Zhang, X., & Hu, Z. (2018). The design and application of flip classroom teaching based on computer technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 13(10), 95-107. doi:10.3991/ijet.v13i10.9453
- Lindfield, G., & Penny, J. (2019). *Numerical Methods Using MATLAB*. London: Elsevier Inc.
- Long, I., Cummins, J., & Waugh, M. (4 de October de 2018). Investigating the factors that influence higher education instructors' decisions to adopt a flipped classroom instructional model. *British Journal of Educational Technology*, 50(4), 2028-2039. doi:10.1111/bjet.12703
- Marcillo Cantos, M. F., Veloz Choez, E. J., Solís Sierra, M., y Haro Pacha, A. E. (2019). *Aprendizaje experiencial y su aplicación en el proceso de enseñanza y aprendizaje*. Guayaquil: Ediciones Grupo Compás.
- Mario de Miguel Díaz (Dir.). (2006). *MODALIDADES DE ENSEÑANZA CENTRADAS EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS*. Oviedo: Ediciones Universidad de Oviedo.
- Martínez, W. L., y Cho, M. (2015). *Statistics in MATLAB. A Primer*. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group, LLC.
- Martínez, W., Esquivel, I., y Martínez-Castillo, J. (2014). Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: origen, sustento e implicaciones. En I. Esquivel Gámez, *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI* (pp. 143-160). Veracruz, México: Publicado por el autor.
Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/273765424_Aula_Invertida_o_Modelo_Invertido_de_Aprendizaje_origen_sustento_e_implicaciones

- Mendoza, C. A., y Maldonado, E. B. (2019). Revisión de las teorías y modelos incidentes en el desarrollo. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 22(1), 6, ISSN: 1870-8420. Recuperado de:
<http://www.revistas.unam.mx/index.php/rep/article/view/68967/60800>
- Naccarato, E., & Karakok, G. (27 de October de 2015). Expectations and implementations of the flipped classroom model in undergraduate mathematics courses. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46(7), 968–978.
doi:10.1080/0020739X.2015.1071440
- Paredes, C. A., Verney, C. T., y Tolosa, L. G. (2018). Inteligencias múltiples y estilos de aprendizaje en estudiantes de psicología de un curso en modalidad de educación virtual. *Hamut'ay*, 5(2), 49-63.
doi:10.21503/hamu.v5i2.1620
- Patterson, B., McBride, C., & Gieger, J. (2018). Flipped active learning in your mathematics classroom without videos. *PRIMUS*, 28(8), 742–753.
doi:10.1080/10511970.2017.1423141
- Peralta Lui, M. M. (2018). *Sílabo de Métodos Numéricos*. Lambayeque: Publicado por el autor.
- Peralta Lui, M. M. (2020). *Sílabo de Métodos Numéricos para Ingeniería*. Lambayeque: Publicado por el autor.
- Perdomo Rodríguez, W. (2017). Ideas y reflexiones para comprender la metodología Flipped Classroom. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 50, 142-161. Recuperado de:
<http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/817/1335>
- Pregrado, V. d. (2018). *Manual de orientaciones: estrategias Metodológicas de enseñanza y evaluación de resultados de aprendizaje*. Temuco: Universidad de la Frontera. Recuperado de:
<http://pregrado.ufro.cl/images/files/2018/documentos-desarrollo-curricular/orientaciones-metodologicas.pdf>

- Prieto Espinosa, A., Prieto Campos, B., & del Pino Campos, B. (2016). Una experiencia de flipped classroom. *Actas de las XXII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática* (pp. 237-244). Almería: Universidad de Almería. Recuperado de:
<http://bioinfo.uib.es/~joemiro/TecAvAula/APrietoJ2016.pdf>
- Ríos Rodríguez, L. R., y García Navarro, L. E. (2019). El aula invertida, una alternativa para una universidad innovadora. *Pedagogía y Sociedad*, 22(54), 194-208. Recuperado de:
<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/pedagogia-y-sociedad/article/view/797>
- Rodríguez Cepeda, R. (2018). Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: implicaciones para la educación en ciencias. *Sophia*, 14(1), 51-64. doi:10.18634/sophiaj.14v.1i.698
- Rojas-Celis, C., y Cely-Rojas, V. (2020). Propuesta de enseñanza en Cálculo Vectorial: un acercamiento a la clase invertida. *Revista Científica*, 37(1), 58-66. doi:10.14483/23448350.15064
- Ru, Z., YaChao, J., & XianFang, T. (2018). Improve the quality of college mathematics teaching by flipping the classroom. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 439(3). doi:10.14149/j.cnki.ct.20170614.062
- Safapour, E., Kermanshachi, S., & Taneja, P. (14 de November de 2019). A review of nontraditional teaching methods: flipped classroom, gamification, case study, self-learning, and social media. *Education Sciences*, 9(4). doi: 10.3390/educi9040273
- Salgado García, E. (2006). *Manual de Docencia Universitaria. Introducción al Constructivismo en la Educación Superior*. San José: Editorial ULACIT. Recuperado de:
<https://www.uv.mx/personal/yvelasco/files/2010/07/manual-docencia-universitaria.pdf>

- Samuel, M. (2019). Flipped pedagogy and student evaluations of teaching. *Active Learning in Higher Education*, 1-10. doi:10.1177/1469787419855188
- Sánchez-Rivas, E., Sánchez-Rodríguez, J., y Ruiz-Palmero, J. (2019). Percepción del alumnado universitario respecto al modelo pedagógico de clase invertida. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, 11(23), 151-168. doi:10.11144/Javeriana.m11-23.paur
- Şener, S., & Çokçalışkan, A. (27 de January de 2018). An Investigation between Multiple Intelligences and Learning Styles. *Journal of Education and Training Studies*, 6(2), 125-132. doi:10.11114/jets.v6i2.2643
- Silva Quiroz, J., y Maturana Castillo, D. (2017). Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior. *Innovación Educativa*, 17(73), 117-131, ISSN-e: 1665-267. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v17n73/1665-2673-ie-17-73-00117.pdf>
- Subdirección de Currículum y Evaluación, Dirección de Desarrollo Académico, Vicerrectoría Académica de Pregrado, Universidad Tecnológica de Chile INACAP. (2018). *MANUAL DE TÉCNICAS DIDÁCTICAS: ORIENTACIONES PARA SU SELECCIÓN*. Santiago: Ediciones INACAP. Recuperado de: <http://www.inacap.cl/web/2018/documentos/Manual-de-Estrategias.pdf>
- Toriz, E. (2019). Learning based on flipped classroom with just-in-time teaching, Unity3D, gamification and educational spaces. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 1-15. doi:10.1007/s12008-019-00560-z
- Turan, Z., & Goktas, Y. (2016). The Flipped Classroom: instructional efficiency and impact on achievement and cognitive load level. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 12(4), 51-62. doi:10.20368/1971-8829/1122
- Turra, H., Carrasco, V., González, C., Sandoval, V., & Yáñez, S. (2019). Flipped classroom experiences and their impact on engineering students' attitudes towards university-level mathematics. *Higher Education Pedagogies*, 4(1), 136-155. doi:10.1080/23752696.2019.1644963

- Turull, Max (Coord.). (2020). *Manual de docencia universitaria*. Barcelona: Ediciones Octaedro, S.L. Recuperado de:
<https://octaedro.com/libro/manual-de-docencia-universitaria/>
- Umam, K., Nusantara, T., Parta, I., Hidayanto, E., & Mulyono, H. (2019). An application of flipped classroom in mathematics teacher education programme. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 13(3), 68-80. doi:10.3991/ijim.v13i03.10207
- Universidad Central de Chile. (2017). *Manual de Apoyo Docente. Metodologías Activas para el Aprendizaje*. Universidad Central de Chile, Dirección de Calidad Educativa. Viverrectoría Académica. Santiago: Universidad Central de Chile. Recuperado de:
https://www.postgradosucentral.cl/profesores/download/manual_metodologias.pdf
- UNPRG, V. A. (2019). *Reglamento Académico UNPRG*. Obtenido de Portal UNPRG:
http://www.unprg.edu.pe/univ/portal/documentos_s/Reglamento_Acad%C3%A9mico_2019.pdf
- Vicerrectorado Académico UNPRG. (2020). *Modelo Pedagógico No Presencial de la UNPRG*. Lambayeque: VRACAD-UNPRG. Recuperado el 24 de Julio de 2020, de
http://www.unprg.edu.pe/univ/portal/documentos_s/RESOLUCION%20N%C2%B0%20019-2021-CU.pdf
- VRACAD-UNPRG. (Setiembre de 2019). *Modelo Educativo UNPRG*. Lambayeque: VRACAD-UNPRG. Recuperado el 24 de Julio de 2020, de
http://www.unprg.edu.pe/univ/portal/documentos_s/MODELO%20EDUCATIVO%20UNPRG.pdf
- Wang, G., Zhao, H., Guo, Y., & Li, M. (2019). Integration of flipped classroom and problem based learning model and its implementation in university. *The 14th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2019)*, (pp. 606-610). Toronto. doi:10.1109/ICCSE.2019.8845525

Xiu, Y., Moore, M. E., Thompson, P., & French, D. P. (2019). Student perceptions of lecture-capture video to facilitate learning in a flipped classroom. *TechTrends*, 63, 369–375. doi:10.1007/s11528-018-0293-6

Zhamanov, A., Yoo, S.-M., Sakhiyeva, Z., & Zhaparov, M. (2018). Implementation and evaluation of flipped classroom as IoT element into learning process of computer network education. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 14(2), 30-47. doi:10.4018/IJICTE.2018040103

ANEXOS

ANEXO Nro. 01: PROPUESTA

ESTRATEGIA METODOLÓGICA BASADA EN AULA INVERTIDA PARA LA MEJORA DEL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN MATEMÁTICA, EN LA UNIDAD DE SOLUCIÓN DE ECUACIONES NO LINEALES DE LA ASIGNATURA “MÉTODOS NUMÉRICOS PARA INGENIERÍA”, EN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

1. PRESENTACIÓN

La llegada del siglo XXI; el proceso de globalización, las exigencias digitales de la sociedad del conocimiento y la aparición de nuevas tecnologías de información y comunicación (TICs) entre otros, han originado grandes cambios en la educación en todos sus niveles en todo país. A nivel de la educación superior se observó una creciente preocupación de las instituciones por actualizar los contenidos de sus programas académicos para formar profesionales con capacidad de adaptación a los cambios y ciudadanos comprometidos con la sociedad y sus necesidades. Este cambio ha culminado recientemente en nuestro país con la definición del perfil de los profesionales a través de competencias. Esto implicó cambios adicionales en la formación universitaria, convirtiéndose en formación en competencias y motivó la adopción y/o creación de nuevas metodologías de enseñanza y aprendizaje por parte de los docentes.

En el desarrollo de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo se observó que la estrategia metodológica empleada por el docente no fue la adecuada para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura lo que no permitió a los estudiantes desempeñarse correctamente y lograr alcanzar los resultados de aprendizaje previstos, generando un inadecuado desarrollo de las competencias matemáticas de la asignatura.

Se diseñó un test para medir el logro del desarrollo de competencias en matemática de los 37 estudiantes de ingeniería mecánica-eléctrica matriculados en la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” en la unidad de solución de ecuaciones no lineales, durante el semestre 2020-1. El test se aplicó virtualmente y en forma asíncrona, debido a la epidemia mundial de COVID19. Sus resultados, 70% desaprobados y 30% aprobados, confirman que los estudiantes no logran desarrollar adecuadamente las competencias matemáticas de la asignatura.

Los resultados de la encuesta (70% de desaprobados) muestran el bajo nivel de rendimiento y desempeño que han logrado los estudiantes de la facultad de ingeniería mecánica-eléctrica en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” en la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo. En consecuencia, el resultado de aprendizaje de la unidad no se ha logrado alcanzar, generando un inadecuado desarrollo de las competencias matemáticas de la asignatura. Esto se podría deber a una inadecuada selección del método de enseñanza-aprendizaje por parte del docente.

En la práctica docente de la UNPRG predominaban los métodos de enseñanza tradicionales y centrados en el docente, los cuales están siendo desplazados, no rápidamente, por métodos de aprendizaje activo y centrados en el estudiante, entre los que tenemos: análisis de casos, aprendizaje basado en problemas (ABP), aula invertida, aprendizaje basado en equipos, aprendizaje y servicio (A+S), juego de roles, y otras más (Silva Quiroz & Maturana Castillo, 2017). Del aula invertida sabemos que puede mejorar la motivación y los resultados de aprendizaje de los estudiantes (Hung, Sun, & Liu, 2019); y es excelente para desarrollar las competencias genéricas; instrumentales, personales y sistemáticas (Lagunes, Tafur, & Giraldo, 2017). Estas son razones más que suficientes para seleccionar el aula invertida como método activo para el desarrollo de sesiones de clase, unidades o asignaturas en la UNPRG.

La estrategia metodológica que presentamos es una estrategia basada en aula invertida, diseñada para mejorar el desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” que se ofrece en el plan curricular de la Facultad de Ingeniería Mecánica-Eléctrica. Está estructurada en tres fases: planificación,

aplicación y evaluación. Será aplicada en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” de la facultad de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG en el próximo semestre pretendiendo lograr un mejor desarrollo de las competencias en matemática con los estudiantes del próximo semestre.

2. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA

La Real Academia Española (RAE), en su última actualización afirma que una **estrategia** es el conjunto de reglas que, en un proceso regulable, aseguran una decisión óptima en cada momento. Asimismo, la RAE considera que **metodología** es el conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal; y que **método** es el modo de decir o hacer con orden, o el modo de obrar o proceder, hábito o costumbre que cada uno tiene y observa. Entonces, entenderemos por **estrategia metodológica** el conjunto de reglas que, en el proceso enseñanza-aprendizaje, aseguran una selección óptima del método (o métodos) didáctico(s) para que el docente y los estudiantes logren que los últimos adquieran determinados aprendizajes. Por **estrategia metodológica basada en aula invertida** podemos entender que sería la estrategia metodológica que utiliza como método el aula invertida, y como técnicas las usuales y además los métodos que puedan ser empleados como técnicas.

El aula invertida invierte los momentos y roles de la enseñanza tradicional. La clase impartida es reemplazada por videos tutoriales vistos por el estudiante en un horario fuera de clase; y la tarea domiciliaria es llevada a cabo en clase mediante trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y realización de proyectos (Martínez, Esquivel, & Martínez-Castillo, 2014).

El aula invertida tiene como elemento pivote las competencias que se han de desarrollar en el estudiante, éstas deben ser identificadas en primer lugar. A continuación, el profesor debe clasificar los contenidos que requieren ser aprendidos por instrucción directa (sesión teórica) y aquellos que son más experimentales (sesión práctica). Para llegar a desarrollar las competencias identificadas se debe utilizar una metodología centrada en el alumno; planificando

actividades que desplieguen las actividades mentales superiores dentro del aula, donde el profesor actúa como auxiliar o apoyo (Martínez, Esquivel, & Martínez-Castillo, 2014).

The Flipped Learning Network (FLN), creada por Bergmann y Sams, dio una definición formal de aula invertida. Según el FLN es un enfoque pedagógico donde la instrucción directa pasa de ser aprendizaje grupal a ser aprendizaje individual, transformando el espacio grupal restante en un aula dinámica e interactiva donde el profesor guía a sus estudiantes en la aplicación de los conceptos involucrándose creativamente con el contenido de la asignatura.

Con esto en mente definimos **estrategia metodológica basada en aula invertida** como la estrategia metodológica que utiliza como método base (o principal) el aula invertida, y como técnicas los métodos activos. Estos en general, son empleados en la fase presencial, donde su ejecución favorece el desarrollo de competencias genéricas; instrumentales, personales y sistemáticas y las competencias en matemática.

3. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

3.1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar el desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir los fundamentos teóricos, metodológicos y principios que sustentan la estrategia metodológica para la mejora del desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

2. Diseñar una estrategia metodológica basada en aula invertida para mejorar el desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

3. Elaborar la estrategia metodológica basada en aula invertida para mejorar el desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

4. Validar, empleando la técnica de juicio de expertos, la estrategia metodológica basada en aula invertida para mejorar el desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

5. Proponer la estrategia metodológica basada en aula invertida para mejorar el desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

4. FUNDAMENTOS

Constructivismo cognitivo (Jean Piaget)

Piaget escribió ampliamente sobre el desarrollo cognoscitivo, y llegó a postular que este se da por etapas, caracterizadas por la forma como el individuo lleva a cabo las operaciones mentales. Dichas etapas son: sensorio-motora (0 a 2 años), pre-operacional (2 a 7 años), operaciones concretas (7 a 11 años) y operaciones formales (12 a 15 años), cuando la persona ya es capaz de pensar en forma abstracta (Salgado García, 2006).

Estas son postuladas por Piaget a medida que los estados psicológicos por los que pasan los niños a medida que crecen. Relacionado con estas cuatro etapas está el mecanismo por el cual los niños se mueven de una etapa a la siguiente y se relaciona con cómo se internaliza el conocimiento y cómo la gente aprende. Los seres humanos, según Piaget, a través de la adaptación que implican los siguientes procesos: asimilación, alojamiento y equilibrio/desequilibrio. Es a través de ellos que aprendemos, superamos algunas ideas y adoptamos otras nuevas (Harasim, 2017).

La asimilación implica aplicar una estructura mental preexistente a la interpretación de datos sensoriales. La desequilibración ocurre cuando una acción no se puede asimilar en estructuras preexistentes o cuando no podemos alcanzar los objetivos que buscamos (cuando lo que aprendimos no logra nuestro objetivo). El alojamiento se produce cuando la persona se da cuenta de que la actividad no logra el resultado esperado, y que los esquemas u operaciones existentes deben ser modificados. Debemos acomodar nuevas formas de dar sentido a un objeto o evento (Harasim, 2017).

Constructivismo social (Lev Vygotsky)

Vygotsky (1926) habla sobre la importancia que tiene la cultura para el desarrollo cognoscitivo del individuo; no se puede comprender el desarrollo cognoscitivo sin tener en cuenta los aspectos sociales del aprendizaje. Vygotsky señala en su teoría que el desarrollo cognoscitivo de los infantes se da mediante la interacción con los demás al momento de resolver problemas, de esta manera el infante desarrolla capacidades intelectuales para su funcionamiento propio.

De esta manera la teoría de Vygotsky representa una explicación del desarrollo cognitivo del menor, según la información que éste reciba de las personas con que interactúe, y que varía según su medio sociocultural.

Según Harasim (2017), el concepto vygotskyano que mayor aplicación tiene en el campo educativo es la zona de desarrollo próximo (ZDP). Esta es la distancia entre el nivel (real) de desarrollo real (zona de desarrollo real o ZDR), caracterizado por la capacidad del estudiante de resolver independientemente un problema; y el nivel de desarrollo potencial (zona de

desarrollo potencial o ZDPt); ver Figura 1. Según la ZDP, el aprendizaje tiene lugar cuando los estudiantes resuelven problemas más allá de su nivel de desarrollo real, pero dentro de su nivel de desarrollo potencial, bajo la guía del docente o en colaboración con compañeros más capaces, siendo esto aprendizaje guiado o apoyado. Esto sugiere que el compañero o profesor más avanzado (o padre) apoye al alumno proporcionando las herramientas (idioma, conceptos) necesarias para avanzar y, finalmente, lograr resolver el problema o alcanzar el objetivo previsto del alumno.



Figura 1. Zona de desarrollo próximo (Harasim, 2017).

Según esto, lo que actualmente puede hacerse con la ayuda o guía de una persona con más experiencia, en el futuro se hará en forma independiente pues no habrá necesidad de dicho apoyo. Esta independencia o autonomía del individuo (estudiante) es inversamente proporcional a la asistencia que recibe por parte de la persona experta (maestro o estudiante). Esto explica la relación que existe entre el estudiante y el desarrollo cognitivo que tiene (o podría tener) con la ayuda de un maestro u otro estudiante más experto en la materia de que se trata. Con estas asistencias el estudiante será capaz de aprender aquellas habilidades, conocimientos o competencias que se encuentren más allá de su zona de desarrollo real.

Aunque Vygotsky nunca utilizó el término andamiaje como metáfora, se ha asociado estrechamente con la ZDP, en el que el compañero o adulto apoya al alumno en la construcción del conocimiento. Los andamios en el aprendizaje se pueden comparar con el uso de andamios en la construcción de edificios. En el aula, un andamio es un conjunto de actividades diseñadas por el docente para ayudar al alumno a moverse a través de tareas cada vez más difíciles para dominar una nueva habilidad. El profesor diseña las actividades en el aula en función de los conocimientos previos del estudiante; es decir, lo que aprendieron anteriormente en clase o tal vez a través de otras experiencias de vida. Las actividades en el aula están diseñadas para ayudar a progresar a los alumnos, de lo que saben a lo que necesitan saber, para completar el curso o la unidad de clase, para llevarlos a través de la zona de desarrollo próxima para alcanzar su potencial (Harasim, 2017).

Es importante acotar que el trabajo de Vigotsky toma en cuenta la importancia de conocer el potencial de cada alumno (su ZDP), para desarrollar al máximo su aprendizaje. En otras palabras, para Vigotsky, cada alumno es diferente y no podemos aplicar un método uniforme para todos. Esto coincide con lo que hoy ya sabemos que cada estudiante tiene su propio estilo de aprendizaje distinto (Salgado García, 2006).

Aprendizaje significativo (David Ausubel)

La Teoría del aprendizaje significativo de David Paul Ausubel considera que el aprendizaje significativo es el conocimiento generado por un proceso mental a través del cual una información nueva se relaciona de manera no arbitraria y sustancial con la estructura cognitiva que ya posee la persona que aprende. Todo material de aprendizaje potencialmente significativo se relaciona con los conocimientos que ya posee el individuo, pero solamente con los que son pertinentes y relevantes. Al conocimiento previo solo se incorpora la esencia del nuevo conocimiento y no todas las palabras o signos usados para expresarlo. El conocimiento previo es fundamental para el aprendizaje significativo. Con la adquisición de nuevos conocimientos, el conocimiento previo se modifica y enriquece, por tal razón está preparado para recibir más información y ampliar el marco conceptual y la estructura cognitiva. Todo material de aprendizaje que no

se relaciona directamente con la estructura cognitiva produce aprendizaje memorístico o mecánico, y este se considera otro de los extremos para el aprendizaje (Perdomo Rodríguez, 2017).

La teoría de Ausubel proporciona tres tipos de aprendizaje: el aprendizaje representacional: que establece una correspondencia entre el símbolo y un objeto referente, el aprendizaje conceptual que atribuye la correspondencia al referente conceptual, a partir de unos atributos criterios, y el aprendizaje proposicional donde hacen presencia las ideas, conceptos y proposiciones que hacen parte del constructo cognitivo del aprendiz. Estas formas de aprendizaje afianzan la idea de que el papel del docente es ser acompañante, moderador y guía para el desarrollo adecuado de los distintos procesos dentro del ámbito educativo, así como para las representaciones y concepciones que se forman los estudiantes a partir de su conocimiento previo y producción de conocimiento nuevo (Perdomo Rodríguez, 2017).

Aprendizaje por descubrimiento (Jerome Bruner)

Según Jerome Bruner el aprendizaje por descubrimiento es aquel en el que los estudiantes descubren y construyen por sí mismos sus propios conocimientos, es decir, aprenden haciendo, y así los docentes pueden ofrecer a los estudiantes más oportunidades de aprender por sí mismos, en contraste con la enseñanza tradicional, donde el docente pretende que la información sea simplemente recibida por los estudiantes (Eleizalde, Parra, Palomino, Reyna y Trujillo, 2010).

Mediante el aprendizaje por descubrimiento el contenido tiene que ser descubierto por el alumno en forma activa, esta experiencia le permitirá aplicar lo aprendido a nuevas situaciones. Existen varias formas de descubrimiento, desde un descubrimiento autónomo, en el cual el alumno realiza su propio aprendizaje; hasta uno guiado por el docente indicándole al alumno los pasos básicos para llegar de los hechos a los conceptos. Este último es el que se emplea principalmente en el aula, con el docente como guía (Salgado García, 2006).

El concepto más importante de la teoría de Bruner sobre la enseñanza, es la noción de aprendizaje por descubrimiento. Este consiste en facilitar las

condiciones para que el estudiante descubra por sí mismo los conceptos. Por ejemplo, en lugar de que el profesor exponga un tema de forma magistral, es posible plantear problemas o situaciones en las que el alumno se vea en la posición de tener que descubrir las respuestas, a través de la indagación. Para fundamentar el aprendizaje por descubrimiento guiado, Bruner, junto con Wood y Ross, formularon, en 1976, su principio del andamiaje, cuyo supuesto fundamental es que las intervenciones tutoriales del profesor deben estar en relación inversa con el nivel de competencia en la tarea del alumno. Esto significa que el verdadero artífice del proceso de aprendizaje es el alumno y lo que el profesor ofrece únicamente es ayuda, sin la cual sería muy difícil que se produjera la aproximación entre los significados construidos por el educando y los significados que representan los contenidos docentes. Esta teoría parte de la metáfora del andamio pues la ayuda del profesor, al igual que el andamio en una estructura, se caracteriza por ser necesario, ajustable y transitorio.

Aprendizaje experimental (David Kolb)

En cuanto al aprendizaje experiencial, en la década de los 70's David Kolb y otros consideraron que por experiencia debemos entender todo un conjunto de actividades que permiten aprender. Afirmaron que el aprendizaje está condicionado a la experiencia vivida y consta de cuatro etapas: la experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y la experimentación activa. Así, el aprendizaje óptimo se logra siempre que se cumplan las cuatro etapas (ver figura 2) (Marcillo Cantos, Veloz Choez, Solís Sierra y Haro Pacha, 2019)

Rodríguez Cepeda (2018) afirma que en la práctica, las personas prefieren realizar actividades enmarcadas en alguno o algunos de los cuatro aspectos, implicando el desarrollo de estrategias de aprendizaje personales que incluyen la preferencia por actividades en el aula que se adecúen a ellas y el rechazo por aquellas que no. Con esto en mente, Kolb y sus colaboradores definen la percepción y el procesamiento de la información como dimensiones del aprendizaje, por lo que el aprendizaje se logrará según como se perciban y procesan las cosas. Así se describen dos tipos de percepción y dos formas de procesamiento de la información (ver tabla 2).

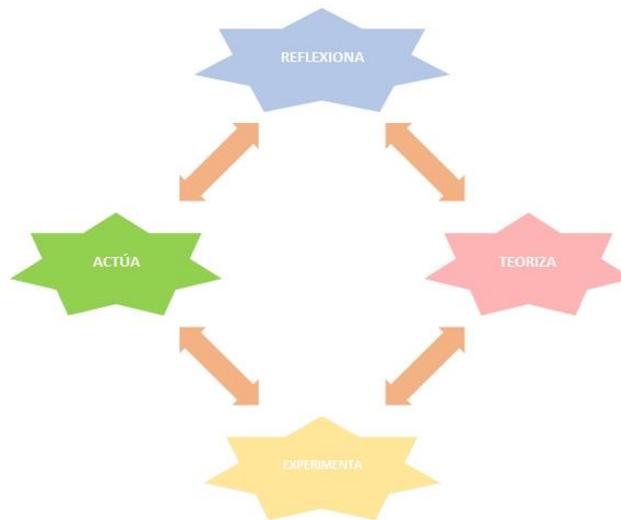


Figura 2. Aprendizaje óptimo según Kolb (Rodríguez Cepeda, 2018).

Tabla 2

Tipos de percepción y de procesamiento de información según Kolb

Dimensiones del Aprendizaje	
Percepción de información	Procesamiento de información
Por experiencias concretas	Por experiencias activas
Por conceptualización abstracta	Por observación reflexiva

Nota. La tabla 2 muestra las dimensiones y subdimensiones del aprendizaje según Kolb (Rodríguez Cepeda, 2018).

Este enfoque les permitió proponer un modelo de cuatro cuadrantes (Figura 3), que explica las diferentes formas como las personas aprenden, originando la descripción de los estilos de aprendizaje. Con esta propuesta, Kolb evidencia que no todas las personas aprenden de la misma forma, unos necesitan experiencias concretas, otros necesitan fuentes abstractas como leer o escuchar sobre un tema, algunos les gusta realizar lluvia de ideas, otros deben planificar las acciones a desarrollar y otros más requieren ensayo y error (Rodríguez Cepeda, 2018).



Figura 3. Matriz de cuatro cuadrantes de los estilos de aprendizaje de Kolb (Rodríguez Cepeda, 2018).

Esta división de estilos de aprendizaje permite a Kolb proponer algunas características propias de cada uno de ellos y un inventario de puntos fuertes y débiles para cada uno. Así, es factible proponer estrategias de enseñanza acordes a los estilos de aprendizaje de los estudiantes, incluyendo actividades concordantes con las características propias de cada estilo, a fin de mejorar su rendimiento académico. También es importante que los estudiantes conozcan sus estilos de aprendizaje, pues les permitirá planear algunas estrategias acordes a sus características, para potenciar su aprendizaje autónomo. En resumen, el proceso de aprendizaje es un ciclo experiencial, incluye: experimentación, reflexión de la experimentación, teorización obtenida a partir de la reflexión y acción sobre la teoría propuesta (Marcillo Cantos, Veloz Choez, Solís Sierra, y Haro Pacha, 2019; Rodríguez Cepeda, 2018).

Taxonomía de Bloom (Benjamin Bloom)

La taxonomía de Bloom es “un modelo teórico de carácter cognitivo que intenta describir, esquematizar y jerarquizar las operaciones mentales que subyacen en todo proceso de aprendizaje” (Andrade y Chacón, 2018, pág. 253). Bloom la presentó en 1956, y consta de seis niveles representados con sustantivos dentro de una pirámide estratificada, simbolizando el conjunto de acciones cognitivas que se requieren para conseguir un aprendizaje significativo. Los niveles propuestos por Bloom son: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación (ver Figura 4).

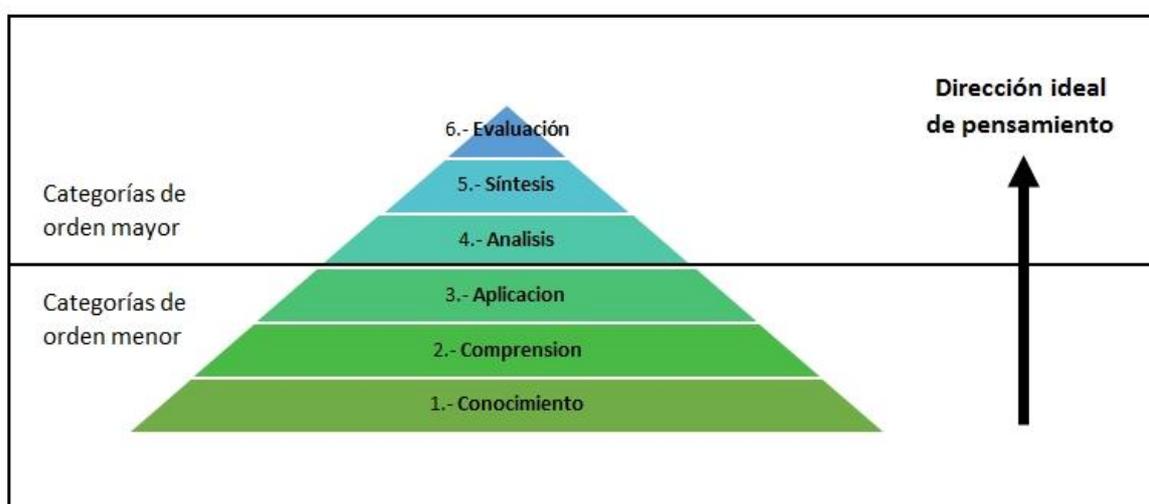


Figura 4. Taxonomía de Bloom (ANECA, 2013).

El significado de cada uno de los sustantivos según el accionar del estudiante es el siguiente: **1) conocimiento:** el estudiante memoriza y recuerda la información, sin que ello implique su comprensión; **2) comprensión:** el estudiante entiende la información; **3) aplicación:** el estudiante resuelve problemas manejando las ideas y los conceptos aprendidos; **4) análisis:** el estudiante distingue y separa la información aprendida en sus partes o elementos, buscando relaciones entre ellos; **5) síntesis:** el estudiante puede crear algo nuevo mediante la suma y el compendio de las partes y su análisis; **6) evaluación:** el estudiante emite juicios estimando, apreciando y calculando el valor de algo (ANECA, 2013).



Figura 5. Verbos correspondientes a cada categoría de la taxonomía de Bloom (ANECA, 2013)

Cada categoría de la jerarquía de Bloom tiene asociado un listado de verbos que resultan muy útiles para redactar objetivos y resultados de aprendizaje, así como también orientar las actividades y asignaciones; permitiendo evaluar cada categoría de la taxonomía de Bloom (ver figura 5).

En 2001, Anderson y Krathwohl (discípulos de Bloom) modificaron propuesta de su maestro y propusieron otra, denominada **taxonomía revisada de Bloom**, donde se cambian los sustantivos anteriores por verbos dando un significado más apropiado a las acciones correspondientes en cada categoría, y, se intercambian los dos últimos estadios del proceso de aprendizaje (ver Figura 6).

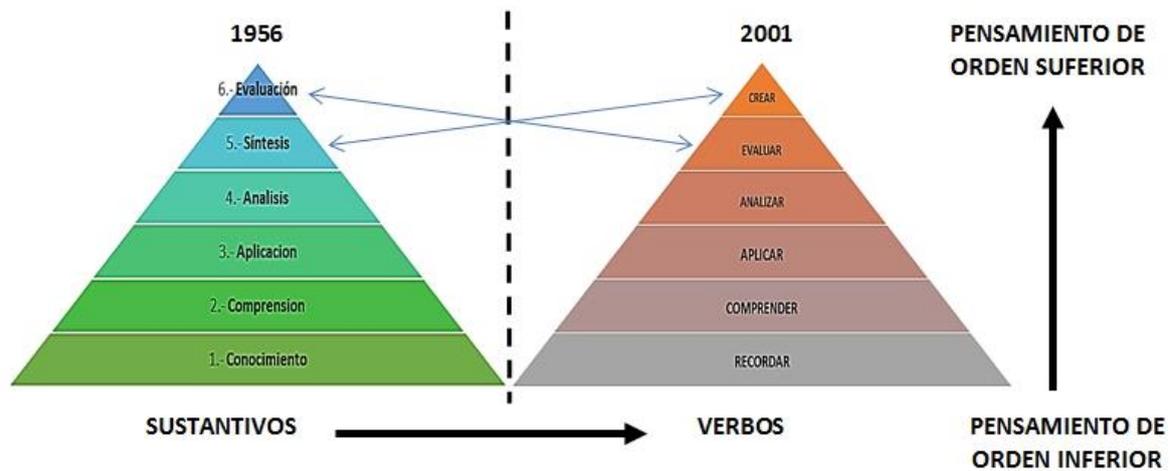


Figura 7. Comparación entre la taxonomía de Bloom (1956) y la taxonomía revisada de Bloom (2001) (Andrade y Chacón, 2018).

¿Cómo se relaciona la taxonomía de Bloom con la clase invertida? En un aula tradicional el docente emplea la mayor parte del tiempo de las sesiones presenciales para estimular en los estudiantes dos de las habilidades de pensamiento de orden inferior (**comprender** y **memorizar**); luego, los estudiantes, en sus hogares y sin el profesor, deben ser capaces de desarrollar las demás habilidades de pensamiento de orden superior. Sin embargo, en el aula invertida todo el esquema gira en torno al hecho de que los estudiantes (con la ayuda del profesor y sus compañeros) puedan en clase **aplicar, analizar, evaluar y crear** contenido en torno a un tema determinado, ver Fig. 7 (Andrade y Chacón, 2018).

La figura 8 nos muestra la relación entre la taxonomía de Bloom y la clase invertida. Según esta, las tareas propias de la transferencia de información, memorizar y comprender, quedan para que se ubiquen en el espacio-tiempo fuera del aula, permitiendo que el docente y sus alumnos puedan estar presentes en el momento más importante del proceso de aprendizaje, su aplicación práctica; donde podrán desarrollar sus habilidades de orden superior, aplicar, analizar, evaluar y crear, según como se planifique la sesión.

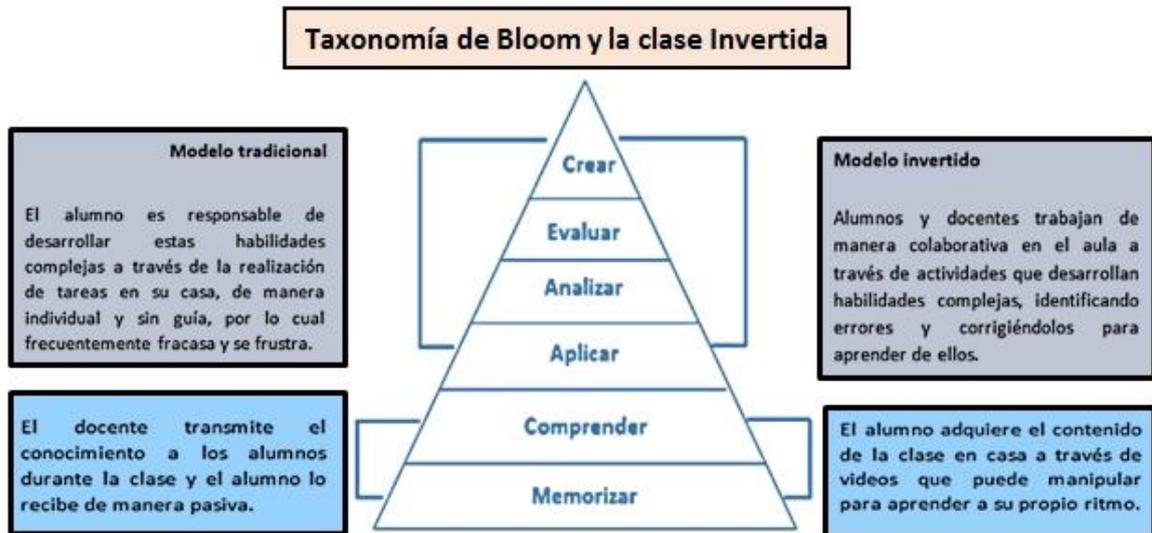


Figura 7. Relación de la taxonomía de Bloom con la clase invertida (Andrade y Chacón, 2018).

5. PRINCIPIOS PSICOPEDAGÓGICOS

- 1) Principio de la **construcción** de los propios aprendizajes: El aprendizaje es un proceso de construcción: interno, activo, individual e interactivo con el medio social y natural. Los estudiantes, para aprender, utilizan estructuras lógicas que dependen de variables como los aprendizajes adquiridos anteriormente y el contexto socio cultural, geográfico, lingüístico y económico - productivo.
- 2) Principio de la necesidad del **desarrollo de la comunicación y el acompañamiento** en los aprendizajes: La interacción entre el estudiante y sus docentes, sus pares y su entorno, se produce, sobre todo, a través del lenguaje; recogiendo los saberes de los demás y aportando ideas y conocimientos propios que le permiten ser consciente de qué y cómo está aprendiendo y, a su vez, desarrollar estrategias para seguir en un continuo aprendizaje. Este intercambio lo lleva a reorganizar las ideas y le facilita su desarrollo. Por ello, se han de propiciar interacciones ricas, motivadoras y saludables en las aulas; así como situaciones de aprendizaje adecuadas para facilitar la construcción de los saberes, proponer actividades variadas

y graduadas, orientar y conducir las prácticas, promover la reflexión y ayudar a que los estudiantes elaboren sus propias conclusiones, de modo que sean capaces de aprender a aprender y aprender a vivir juntos.

- 3) Principio de la **significatividad** de los aprendizajes: El aprendizaje significativo es posible si se relacionan los nuevos conocimientos con los que ya se poseen, pero además si se tienen en cuenta los contextos, la realidad misma, la diversidad en la cual está inmerso el estudiante. Los aprendizajes deben estar interconectados con la vida real y las prácticas sociales de cada cultura. Si el docente logra hacer que el aprendizaje sea significativo para los estudiantes, hará posible el desarrollo de la motivación para aprender y la capacidad para desarrollar nuevos aprendizajes, promoviendo la reflexión sobre la construcción de los mismos. Se deben ofrecer experiencias que permitan aprender en forma profunda y amplia, para ello es necesario dedicar tiempo a lo importante y enseñar haciendo uso de diversas metodologías; mientras más sentidos puestos en acción, mayores conexiones que se pueden establecer entre el aprendizaje anterior y el nuevo.

- 4) Principio de la **organización** de los aprendizajes: Las relaciones que se establecen entre los diferentes conocimientos se amplían a través del tiempo y de la oportunidad de aplicarlos en la vida, lo que permite establecer nuevas relaciones con otros conocimientos y desarrollar la capacidad para evidenciarlas. Los aprendizajes se dan en los procesos pedagógicos, entendidos como las interacciones en las sesiones de enseñanza y aprendizaje; en estos procesos hay que considerar que tanto el docente como los estudiantes portan en sí la influencia y los condicionamientos de su salud, de su herencia, de su propia historia, de su entorno escolar, sociocultural, ecológico, ambiental y mediático; estos aspectos intervienen en el proceso e inciden en los resultados de aprendizaje, por ello la importancia de considerarlos en la organización de los aprendizajes.

- 5) Principio de **integralidad** de los aprendizajes: Los aprendizajes deben abarcar el desarrollo integral de los estudiantes, de acuerdo con las características individuales de cada persona. Por ello, se debe propiciar la consolidación de las capacidades adquiridas por los estudiantes en su vida cotidiana y el desarrollo de nuevas capacidades a través de todas las áreas del currículo. En este contexto, es imprescindible también el respeto de los ritmos individuales, estilos de aprendizaje y necesidades educativas especiales de los estudiantes, según sea el caso.

- 6) Principio de **evaluación** de los aprendizajes: La metacognición y la evaluación en sus diferentes formas; sea por el docente, el estudiante u otro agente educativo; son necesarias para promover la reflexión sobre los propios procesos de enseñanza y aprendizaje. Los estudiantes requieren actividades pedagógicas que les permitan reconocer sus avances y dificultades; acercarse al conocimiento de sí mismos; autoevaluarse analizando sus ritmos, características personales, estilos; aceptarse y superarse permanentemente, para seguir aprendiendo de sus aciertos y errores. Aprenden a ser y aprenden a hacer.

6. CARACTERÍSTICAS

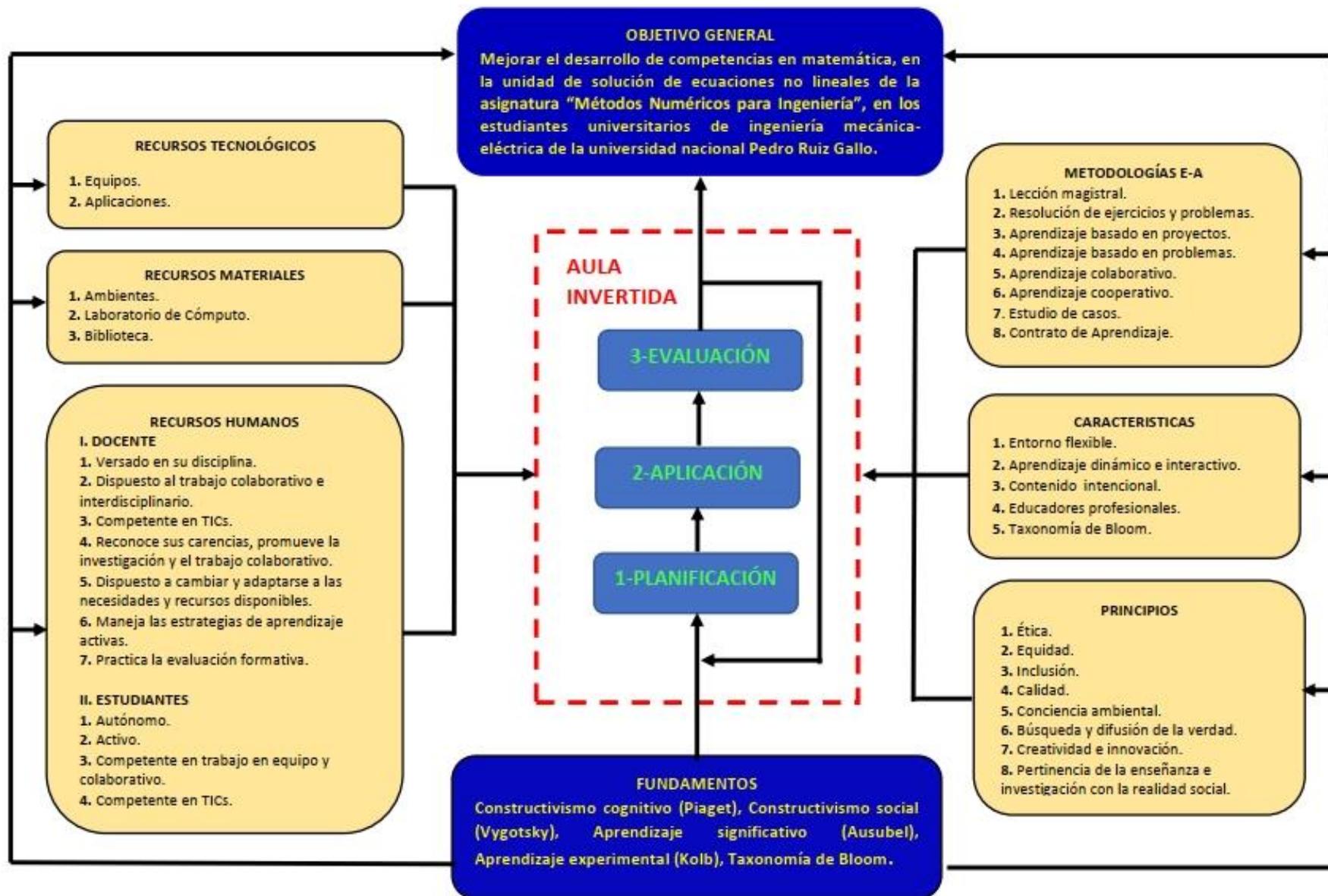
La FLN en el 2014 propuso cuatro pilares para caracterizar el aula invertida, a ellos agregamos la taxonomía de Bloom.

- 1) **Entorno flexible:** entendemos por esto a las reconfiguraciones que hacen los docentes con el espacio físico a fin de adecuarlo a su plan de clase, al trabajo autónomo o colaborativo, creando escenarios donde los estudiantes elijan donde y cuando aprenden.

- 2) **Cambio en cultura de aprendizaje:** se refiere a que este modelo sustituye la metodología centrada en el docente por una metodología centrada en el estudiante, donde los estudiantes construyen en forma el conocimiento, calificándolo y participando de su propio aprendizaje, personalmente significativo.

- 3) **Contenido intencional:** quiere decir que los docentes seleccionan los contenidos que tienen que enseñar (virtualmente) y los que tienen que experimentar por si mismos los estudiantes (presencialmente). Los docentes utilizan el contenido intencional para aprovechar óptimamente el tiempo efectivo de clase empleando metodologías activas centradas en el estudiante.
- 4) **Educadores profesionales:** que durante la clase siguen los pasos, realimentan inmediatamente y evalúan el trabajo de sus alumnos. Son reflexivos, críticos, tolerantes y preocupados permanentemente por su actualización.
- 5) **Taxonomía de Bloom:** es utilizada como eje central del proceso de enseñanza. De esta forma, el desarrollo del pensamiento está en función a los niveles superiores de la taxonomía, incluyendo la aplicación, el análisis, la síntesis y la evaluación (1956) (aplicar, analizar, evaluar y crear; en 2001). Por tanto, se emplea como una herramienta de enseñanza que ayuda a formular preguntas en las tareas y asegurar que todas las habilidades de pensamiento superior se desarrollen en las experiencias de aprendizaje con los estudiantes.

7. ESTRUCTURA DEL MODELO



La estrategia metodológica tiene los siguientes componentes:

Principios

Los principios considerados son ocho, los cinco primeros provienen de los que sustentan la educación peruana dados en la Ley Nro. 28044, y los tres últimos provienen de los principios que rigen la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo dados en su Estatuto. Son:

- 1) **Ética:** que inspira una educación promotora de los valores de paz, solidaridad, justicia, libertad, honestidad, tolerancia, responsabilidad, trabajo, verdad y pleno respeto a las normas de convivencia; que fortalece la conciencia moral individual y hace posible una sociedad basada en el ejercicio permanente de la responsabilidad ciudadana.
- 2) **Equidad:** que garantiza a todos iguales oportunidades de acceso, permanencia y trato en un sistema educativo de calidad.
- 3) **Inclusión:** que incorpora a las personas con discapacidad, grupos sociales excluidos, marginados y vulnerables, especialmente en el ámbito rural, sin distinción de etnia, religión, sexo u otra causa de discriminación, contribuyendo así a la eliminación de la pobreza, la exclusión y las desigualdades.
- 4) **Calidad:** que asegura condiciones adecuadas para una educación integral, pertinente, abierta, flexible y permanente.
- 5) **Conciencia ambiental:** que motiva el respeto, cuidado y conservación del entorno natural como garantía para el desenvolvimiento de la vida.
- 6) **Búsqueda y difusión de la verdad:** implica educar e investigar de manera no dogmática, más bien con reflexiva crítica, evaluando los resultados de esa verdad alcanzada.
- 7) **Creatividad e innovación:** como la capacidad de generar, combinar y materializar las ideas de una manera original e innovadora.
- 8) **Pertinencia de la enseñanza e investigación con la realidad social:** como la capacidad del acto educativo de ubicarse en los contextos, preparando para la inserción en el mundo laboral y aportando a la transformación y desarrollo de la sociedad.

Metodologías E/A

- 1) **Lección magistral:** método expositivo consistente en la presentación de un tema lógicamente estructurado con la finalidad de facilitar información organizada siguiendo criterios adecuados a la finalidad pretendida. Centrado fundamentalmente en la exposición verbal por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. Su finalidad es transmitir conocimientos y activar procesos cognitivos en el estudiante.
- 2) **Resolución de ejercicios y problemas:** situaciones donde el alumno debe desarrollar e interpretar soluciones adecuadas a partir de la aplicación de rutinas, fórmulas, o procedimientos para transformar la información propuesta inicialmente. Se suele usar como complemento a la lección magistral. Su finalidad es ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos.
- 3) **Aprendizaje basado en proyectos:** método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos. Su finalidad es la realización de un proyecto para la resolución de un problema, aplicando habilidades y conocimientos adquiridos.
- 4) **Aprendizaje basado en problemas:** método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos. Su finalidad es desarrollar aprendizajes activos a través de la resolución de problemas.
- 5) **Aprendizaje colaborativo:** método que promueve el aprendizaje centrado en el alumno basando el trabajo en pequeños grupos, donde los estudiantes con diferentes niveles de habilidad utilizan una variedad de

actividades de aprendizaje para mejorar su entendimiento sobre una materia. Cada miembro del grupo de trabajo es responsable no solo de su aprendizaje, sino de ayudar a sus compañeros a aprender, creando con ello una atmósfera de logro. Los estudiantes trabajan en una tarea hasta que los miembros del grupo la han completado exitosamente. Su finalidad es desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma colaborativa.

- 6) **Aprendizaje cooperativo:** Enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el cual los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros en una estrategia de corresponsabilidad para alcanzar metas e incentivos grupales. Su finalidad es desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa.
- 7) **Estudio de casos:** análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución. Su finalidad es la adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados.
- 8) **Contrato didáctico o de aprendizaje:** estudiante y profesor de forma explícita intercambian opiniones, necesidades, proyectos y deciden en colaboración como llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje y lo reflejan oralmente o por escrito. El profesor oferta unas actividades de aprendizaje, resultados y criterios de evaluación; y negocia con el alumno su plan de aprendizaje. Su finalidad es desarrollar el aprendizaje autónomo.

Recursos humanos

- 1) **Docente:** las características deseables del docente que va a emplear el aula invertida son:
 - A. **Versado en su disciplina** (para preparar adecuadamente las experiencias de aprendizaje y ayudar con las necesidades individuales de sus alumnos).

- B. **Habitado o dispuesto al trabajo colaborativo e interdisciplinario** (pues el diseño instruccional de un curso empleando aula invertida necesite considerable tiempo de preparación que pueden verse disminuidas con trabajo colaborativo e interdisciplinario, posibilitando la creación de contenido original).
- C. **Posee competencias básicas en TICs** (como uso de computadoras, proyectores multimedia, uso de internet y de sistemas de comunicación).
- D. **Reconoce sus carencias, promueve la investigación y el trabajo colaborativo** (ser versado en su disciplina no quiere decir que conoce todo de ella, acepta sus limitaciones y promueve la investigación para absolver las dudas que aparezcan, fomentando el aprendizaje autónomo creando ambientes de aprendizaje colaborativos).
- E. **Dispuesto al cambio, adaptándose a las necesidades detectadas y recursos disponibles** (Muestra disposición al cambio, depositando la responsabilidad de su aprendizaje en sus alumnos, permitiendo ingresar dispositivos digitales al aula).
- F. **Maneja las estrategias de aprendizaje activas** (aprendizaje basado en problemas, estudio de casos, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje y servicio, juego de roles, debates, etc.).
- G. **Practica la evaluación formativa** (para brindar el apoyo que requiera cada estudiante, así como rediseñar el curso).

2) **Estudiante:** las características deseables del estudiante que va a aprender con el aula invertida son:

- A. **autónomo**, pues debe tener iniciativa para trabajar en su casa los contenidos y tareas enviados por el docente.
- B. **activo**, ya que elabora su propio conocimiento mediante la búsqueda, análisis y síntesis de información, integrándolo con habilidades en comunicación, investigación, pensamiento reflexivo y crítico, etc, transformándola en conocimiento significativo.

- C. **competente en el trabajo en equipo y colaborativo**, pues participa y trabaja en el grupo realizando las actividades y prácticas programadas por el docente, como colaborador o como experto.
- D. **competente en TICs**, pues los contenidos, comunicaciones docente-alumno, alumno-alumno, se dan por estos medios generalmente, asimismo algunas TICs son herramientas poderosas que ayudan al desempeño de los alumnos, individual y colectivamente, según la técnica didáctica que use en aula el docente para el trabajo colaborativo o investigativo.

Recursos materiales

Los principales recursos materiales que necesita el aula invertida son:

- 1) **Ambientes**: aulas amplias con carpetas unipersonales que puedan ser reconfiguradas según la técnica que usa el docente. Con pizarras digitales y servicio de internet habilitadas para que el docente y sus alumnos puedan hacer uso de sus TICs.
- 2) **Laboratorio de Cómputo**: con PCs, laptops, tablets, servicio de internet, mobiliario adecuado, etc.
- 3) **Biblioteca**: libros, textos, tesis, revistas especializadas, etc., así como también sus digitalizaciones, etc.

Recursos Tecnológicos (TICs)

- 1) **Equipos**: Servidores, PCs, Laptops, tablets, smartphones, etc.
- 2) **Aplicaciones**:
Pizarras virtuales: Google Jamboard, Openboard, Idroo, etc.
Presentaciones: Microsoft PowerPoint, Prezi, Microsoft Sway, etc.
Videos, imágenes y animaciones: Screencast-o-matic, Obs-Studio, etc.
Blogs: Google Blogger,
Plataformas de aula o Campus Virtual: Moodle, Blackboard, Google Classroom, etc.

Software Especializado: Matlab, Maple, Mathematica, MathCad, Octave, SageMath, R, Maxima, Julia, etc.

Ventajas

- 1) Origina una mayor interacción entre alumnos y docentes, aumentando la comunicación entre los mismos. Además, posibilita la atención individual de cada alumno, personalizando el proceso de aprendizaje.
- 2) Los alumnos son ahora responsables de su aprendizaje.
- 3) El docente ya no transmite conocimientos, sino guía y ayuda a sus estudiantes en su proceso de aprendizaje, motivando una mayor y mejor preparación del docente.
- 4) Ningún alumno se atrasa por no haber podido asistir a clases por cuestiones extracurriculares o por enfermedad.
- 5) La clase en formato multimedia puede ser visto y analizado cuantas veces necesite el alumno, rebobinando, avanzando o deteniéndose en aquel aspecto que precise más de su atención; respetándose el ritmo de aprendizaje de cada alumno.
- 6) El aula invertida exige una mejor planificación del diseño instruccional de cursos, unidades o sesiones, esto es fundamental para una correcta aplicación del aula invertida.

Desventajas

- 1) Es muy laborioso convertir todos los contenidos en formato multimedia, tiene que seleccionarse muy bien en qué unidades didácticas es más factible.
- 2) El aula debe disponer de buena conexión inalámbrica a Internet, y también todos nuestros alumnos deben poseer conexión domiciliaria para visualizar el material multimedia.
- 3) Se basa en la preparación y la confianza. Al aplicar esta metodología se debe confiar en que los alumnos realicen la actividad pre-clase.
- 4) Genera más trabajo para el docente porque tiene que supervisar y apoyar a todos los estudiantes, pues trabajan a ritmos distintos.

- 5) Puede establecer una división de la clase con respecto a la tecnología que cada estudiante tiene a disposición (laptops, tablets, smartphones y otros), lo que podría generar una marginación entre los estudiantes.
- 6) Los profesores deben capacitarse y actualizarse en el empleo de las TICs, casi permanentemente.

9. ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN

9.1. PRELIMINARES

Referente a la **metodología** a emplear en el aula invertida, Martínez et al. (2014) nos dicen que **Lage y sus colaboradores** afirman que, una vez seleccionados y ordenados los temas se debe hacer lo siguiente: **1)** en una primera sesión presencial, animar a los estudiantes para que revisen el material multimedia preparado; **2)** proporcionar material impreso y cuestionarios donde se tomen notas de la visualización de las presentaciones; **3)** al inicio de las sesiones presenciales, despejar dudas, si hubiesen, en 10 minutos a lo máximo; **4)** enseguida, abordar situaciones experimentales de uso práctico del tema en cuestión, variando los niveles de complejidad; **5)** posteriormente, revisar en pequeños grupos los cuestionarios asignados (que han sido trabajados individualmente en el tiempo fuera de clase) y una vez discutidas las respuestas, se prepara una pequeña exposición al grupo; **6)** Se propone aplicar cuestionarios (y material similar) periódica y aleatoriamente, lo cual permite incitar el compromiso de preparación previa y recolectar evidencias de trabajo; **7) eventualmente**, se requiere evaluar con ejercicios donde los estudiantes apliquen los conceptos revisados, para lo cual se propone el intercambio de ideas en grupos reducidos, presentando sus conclusiones al grupo. Para terminar la sesión, el profesor debe indagar sobre nuevas dudas o inquietudes.

Martínez et al. (2014) también refieren que Lage y sus colaboradores proponen como soporte del curso, la creación y uso de un sitio Web donde se pueda acceder al material de trabajo (presentaciones, videos, cuestionarios, evaluaciones de práctica, etc.), al plan del curso, y a espacios de interacción para despejar dudas o ampliar información. Así se dispondrá de un horario fijo de chat

en vivo con el profesor, constituyendo un espacio de intercambio sincrónico aunado a las sesiones presenciales, así como de recursos descargables de manera asíncrona. Sin embargo, insisten en adecuar los recursos tecnológicos al espacio educativo, pudiendo usar material disponible en la red o incluso fuera de línea. En la figura 2 se representa gráficamente esta propuesta.

Bergmann y Sams (2012) y Martínez et al. (2014) afirman que referente a la metodología empleada se debe hacer lo siguiente: **1)** en la primera sesión, dar a conocer a los estudiantes en qué consiste el modelo, la estructura de clase, los contenidos de cada unidad (objetivos, material y actividades); **2)** Las siguientes dos sesiones, entrenar a los alumnos sobre la forma adecuada de visualizar los recursos (presentaciones audiovisuales breves de entre 7 a 10 minutos, simulaciones, consulta de libros, revistas, etc.). En dichas sesiones se pueden abarcar desde consejos para evitar distracciones hasta sugerencias para la toma de notas (resumen, síntesis, cuestionamientos, etc.); **3)** En las sesiones presenciales, cada estudiante debe realizar una pregunta relacionada con la video-conferencia y que no pueda responderse con el recurso visualizado. Tal actividad provee información sobre el material no comprendido, la formulación de conceptos erróneos, el análisis del tema y el cumplimiento de la revisión del material; además, permite la interacción equitativa de cada miembro del grupo. Posterior a los cuestionamientos (10 minutos), se asignan actividades para aplicar en grupos reducidos; **4)** Rediseñar el aula físicamente para permitir el trabajo rotativo en pequeños grupos, proporcionando herramientas tecnológicas al interior (pizarrones interactivos, pantallas, en la medida de lo posible) que apoyen las investigaciones de los estudiantes; **5)** Evaluar de manera formativa como evidencia del proceso de aprendizaje (cuestionamientos presenciales). Efectuar evaluación sumativa periódicamente mediante prueba escrita o demostración de una actividad asignada, de preferencia empleando evaluaciones computarizadas ya que aportan resultados inmediatos, retroalimentación, seguimiento y pueden intercambiar el orden de los ítems para cada evaluado en distintos momentos. De estos resultados, se avanza, rediseña o bien se le permite a cada estudiante regresar al tema y mejorar sus resultados en una segunda aplicación proporcionando un 50% de valor a la parte formativa y otro 50% a la sumativa, en

la cual cada docente decide el porcentaje de logro para ser considerado aprobatorio (75%, 80%, 90%).

El modelo educativo de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque es por competencias. Los planes de estudio de las carreras profesionales implican la formación por competencias (VRACAD-UNPRG, 2019), sus asignaturas están por resultados de aprendizaje y las unidades que las conforman también (Vicerrectorado Académico UNPRG, 2020). Las sesiones de aprendizaje son el elemento básico de las asignaturas y donde aplicaremos la propuesta en sí.

Describiremos brevemente el método o modelo de instrucción denominado aula invertida, en cuatro aspectos relevantes, los objetivos generales de enseñanza, los métodos de evaluación; y como se realiza el aprendizaje, fuera y dentro del aula, por parte del docente y el estudiante.

- 1) **Objetivos generales de enseñanza:** son la parte más importante del método. Estos deben ser determinados por la institución o el docente y, en última instancia, deben referirse a los resultados de aprendizaje de la asignatura en cuestión. En forma ideal, los objetivos de enseñanza podrían resumirse en una sola oración y los resultados de aprendizaje derivarse u obtenerse de estos.
- 2) **Métodos de evaluación:** estos se relacionan directamente con los resultados del aprendizaje derivados de los objetivos de instrucción. Esta relación es extremadamente importante en la selección de los ítems de evaluación, por ello, es relevante seleccionar los métodos de evaluación apropiados y que se consideren parte de los métodos de evaluación no tradicionales. La flexibilidad de este método facilita el empleo de numerosos métodos de evaluación continua, en lugar de una sola evaluación sumativa.
- 3) **Aprendizaje fuera del aula:** Es recomendable que toda actividad fuera del horario de clase se lleve a cabo en forma online (algo que por la pandemia que azota la humanidad es obligatorio prácticamente) pues esto es más efectivo para el aprendizaje y la retención. De ser necesario capacitar a profesores y estudiantes, para desarrollar y acceder a material de aprendizaje de apoyo

digital. Por lo tanto, debemos tener en cuenta consideraciones logísticas como la formación para el desarrollo de nuevas habilidades, la disponibilidad de tiempo y recursos para desarrollar y participar con contenido online, etc.

3.1. Función del docente: consiste en la creación y/o abastecimiento de medios digitales para facilitar el aprendizaje autónomo de los estudiantes a su propio ritmo. Estos medios incluyen contenido textual en formato digital, presentaciones, videos, lecciones en audio, etc. Los estudiantes deben usar este contenido mediante el aprendizaje autónomo preparándose adecuadamente para las actividades en clase relacionadas con la aplicación, discusión o análisis de esta información. Asimismo, los docentes deben comunicarse con sus estudiantes mientras están online para responder sus preguntas, supervisar el desarrollo de sus actividades, proporcionar retroalimentación, etc. El rol online del docente podría necesitar desarrollar competencias en la generación u orientación de los materiales de aprendizaje que se ponen a disposición de los estudiantes, así como también habilidades de comunicación y colaboración online.

3.2. Función del estudiante: desde la perspectiva online consiste en el acceso e interiorización de la información contenida en los recursos seleccionados o creados por el profesor para facilitar el aprendizaje autónomo según su propio ritmo. Este contenido de aprendizaje debe ser aplicado en alguna forma durante el tiempo de clase (indicándose clara y explícitamente al estudiante). Es recomendable que los estudiantes evalúen en cierta forma los materiales puestos a su disposición para la preparación de las sesiones presenciales; asegurándose así su comprensión mediante una actividad comunicativa o colaborativa. Estos elementos incrementan las competencias digitales de los estudiantes, así como contribuyen a desarrollar habilidades en comunicación, colaboración, aprendizaje autónomo, autoevaluación, etc.

4) **Aprendizaje en el aula:** Es recomendable que las actividades programadas durante la clase sean dedicadas a la aplicación del contenido aprendido. Esto puede involucrar combinaciones de varias actividades, como: discusiones,

resolución individual de ejercicios, demostraciones prácticas, aplicaciones del contenido aprendido, etc. Tanto profesores como estudiantes pueden necesitar recibir formación relacionada con determinados métodos y actividades. Además, es importante que todos los interesados (incluyendo personal de apoyo, soporte TIC, etc.) tengan claros cuáles deben ser los requisitos y metas para el tiempo en clase. Por lo tanto, es necesario tener presente consideraciones logísticas como la formación para las actividades de aula, la reserva de tiempo y los materiales didácticos necesarios para el buen desarrollo de las sesiones prácticas.

4.1. Función del profesor: su rol durante el período de la clase será dirigir una serie de ejercicios de aprendizaje experiencial en el aula. Pueden ser bien actividades colaborativas, actividades de aprendizaje cognitivo, etc. para asegurar que los estudiantes reciban una orientación práctica y apropiada para cumplir correctamente con los objetivos y resultados de aprendizaje de la unidad, así como garantizar que se conviertan en graduados preparados para trabajar.

4.2. Función del estudiante: el papel del estudiante durante la clase será llegar a la misma habiendo interiorizado la información puesta a su disposición online y realizado cualquier actividad asociada a la misma. En clase, deberá participar en una serie de ejercicios de aprendizaje experiencial, actividades colaborativas, actividades de aprendizaje cognitivo; así como participar en actividades de aprendizaje autónomo o evaluaciones.

9.2. ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN

Esta estrategia sirve para el desarrollo de competencias en matemática en la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería” para estudiantes de ingeniería mecánica-eléctrica en la unidad de solución de ecuaciones no lineales. Consta de tres fases: planificación, aplicación y evaluación. Previo a su empleo, el docente debe analizar las ventajas y desventajas que ofrece la estrategia; si es convencido por las ventajas, entonces ejecuta las tres fases siguientes:

1. Planificación: se diseña la programación de la unidad solución de ecuaciones no lineales, igual que en el semestre 2010-I, teniendo en cuenta que para la planificación de las sesiones, se aplicará el aula invertida y las sugerencias derivadas de la aplicación del test.

2. Aplicación: se desarrolla la unidad según lo planificado por sesiones. Esta es la parte más importante de esta estrategia. Se tomará en cuenta la planificación de sesiones según la plantilla propuesta más adelante.

3. Evaluación: la evaluación de la propuesta se explica en el siguiente acápite.

Las sugerencias derivadas del test son las siguientes:

- 1) Se recomienda la programación de una capacitación, a cargo de docentes con bastante experiencia en metodologías activas, para los docentes del Departamento Académico de Matemáticas de la UNPRG, toda vez que el modelo educativo de la UNPRG es por competencias y este modelo hace uso de las metodologías activas para su implementación.
- 2) Los cálculos necesarios para el desarrollo de toda la asignatura deben ser hechos por programas realizados por los estudiantes, individual o grupalmente. Esto con la finalidad de aumentar su experiencia en programación, lo cual se apreció inexistente en el test.
- 3) La alta tasa de respuestas correctas origina que los temas que comprenden: definición de función no lineal, la regla de Descartes y la regla de Budán no ameriten la dedicación de tiempo de clase, pues los resultados del test indican que es un tema fácil de asimilar, además que este tiempo de clase se puede dedicar a otros temas que si lo necesitan. Se sugiere la aplicación de un contrato de aprendizaje para todos los estudiantes. Queda a criterio del docente su aplicación individual o grupal.
- 4) La baja tasa de respuestas correctas de los ítems 3 y 8 del test (0 y 3, respectivamente) indican un bajo nivel de la capacidad de los estudiantes en elaborar modelos matemáticos. Al respecto se sugiere comunicar este hallazgo a la autoridad universitaria competente para que tome las medidas correctivas del caso, pues la asignatura es la última de todas las asignaturas de matemáticas y los estudiantes que llegan a ella deberían

tener un grado más alto. Igualmente, incrementar las actividades (tiempo de clase) para estos temas para asegurar una mejor interiorización de estos temas por parte de los estudiantes.

- 5) Se sugiere utilizar el software MATLAB en la asignatura. En caso la UNPRG no cuente con la licencia respectiva, se sugiere el software Octave, el cual es el equivalente a MATLAB en software libre.
- 6) Se sugiere la aplicación de las estrategias resolución de ejercicios y problemas, aprendizaje colaborativo, estudio de casos y/o contrato de aprendizaje para el desarrollo de las sesiones en aula.

Para la aplicación de esta propuesta se elaboró la siguiente plantilla modelo donde aplicamos la estrategia metodológica basada en aula invertida.

SESION Nro.

Escuela Profesional:						
Asignatura:						
Resultado de aprendizaje:						
Unidad:						
Resultado de aprendizaje:						
Tema:						
Objetivo(s):						
Tiempo:						
Escenario:						
Docente:						
PLANIFICACIÓN DE SESIÓN						
MOMENTOS	TIEMPO (min.)	ACTIVIDAD	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA			EVALUACIÓN/ COMENTARIO
			Método	Forma	Recurso	
ANTES						
DURANTE	Inicio					
	Desarrollo					
	Cierre					
DESPUÉS						

Daremos un breve instructivo de cómo usar esta plantilla para las sesiones de aprendizaje.

1) **Momentos:** Las sesiones de clase se programan en tres tiempos: antes de clase, durante la clase y después de clase.

1.1) **Antes:** el docente define los resultados u objetivos de aprendizaje, selecciona o crea los recursos o textos y remite el material a los estudiantes vía online; luego, los estudiantes visionan o leen material didáctico enviado por el docente y responden cuestionario de control online. Finalmente, el docente revisa las respuestas del cuestionario para preparar actividades a realizar en clase.

1.2) **Durante:** es la sesión de clase como usualmente se conoce. Tiene tres fases:

1.2.1) **Inicio:** el docente comprueba lo aprendido por estudiantes de los materiales didácticos. Refuerza lo aprendido por sus estudiantes.

1.2.2) **Desarrollo:** el docente desarrolla las actividades planificadas aplicando la(s) estrategia(s) (generalmente, activa(s)) seleccionada(s) para la sesión asegurando que los estudiantes reciban una orientación práctica y apropiada para cumplir correctamente con los objetivos y resultados de aprendizaje de la unidad.

1.2.3) **Cierre:** el docente evalúa la actividad y el trabajo realizado.

1.3) **Después:** el docente averigua sobre nuevas dudas o inquietudes que manifiesten sus estudiantes y revisa el trabajo (individual o grupal) hecho por ellos; los estudiantes continúan con su trabajo utilizando recursos del trabajo colaborativo, aplicando lo aprendido y las recomendaciones del docente.

2) **Tiempo:** el tiempo dedicado a la actividad correspondiente.

3) **Actividad:** se refiere a lo que realizan tanto el docente como los estudiantes durante la sesión: antes de la clase, durante la clase y después de clase.

4) **Estrategia de enseñanza:** se refiere al método seleccionado, la forma que se trabajará con los estudiantes según el método y los recursos que se necesitan para llevar a cabo las actividades relacionadas.

4.1) Método: se refiere los diversos métodos de enseñanza/aprendizaje que existen y de los cuales el docente empleará uno(s) de ellos para las actividades en clase. Se recomiendan emplear las que forman parte de la metodología activa, de los que detallamos algunos en una sección anterior.

4.2) Forma: se refiere a la forma en que se maneja y dinamiza al grupo de estudiantes en el aula. Se puede realizar actividades individuales, en parejas, en grupos y con todos los estudiantes. El trabajo de la actividad puede ser simultáneo o secuencial, y se puede ofrecer más o menos organizado el trabajo a realizar, dependiendo de los métodos que se van a aplicar. Cuando los estudiantes no comprenden la dinámica de trabajo o no les parece justa o adaptada a sus necesidades es fácil perder su interés y atención.

4.3) Recurso: se refiere a los recursos o medios necesarios para llevar a cabo la estrategia seleccionada. Aquí se encuentran las herramientas de la web, las técnicas de evaluación, etc.

5) **Evaluación/comentario:** se menciona como se aplican las técnicas de evaluación y se anotan comentarios importantes a tener en cuenta de la actividad correspondiente.

Mostramos dos ejemplos de métodos activos a emplear en la aplicación de la estrategia metodológica.

Ejemplo de contrato de aprendizaje para tema: Ecuación no lineal

CONTRATO DE APRENDIZAJE

Estudiante: AAA		Docente: DDD	
Asignatura: Métodos Numéricos en Ingeniería		Unidad/Tema: Solución de ecuaciones no lineales/ Ecuación no lineal	
Fecha de Inicio: 15/02/2021		Fecha de entrega: 19/02/2021	
Objetivos de aprendizaje	Estrategias y Recursos	Producción final o Evidencias	Criterios de evaluación
1-Definir una función lineal 2- definir una función no lineal 3-elaborar un cuadro de diferencias y similitudes entre definiciones 1 y 2 4-definir una ecuación 5-definir una ecuación lineal 6-definir una ecuación no lineal 7- elaborar un cuadro de diferencias y similitudes entre definiciones 5 y 6	Revisión bibliográfica Búsqueda web de textos o videos relevantes Resumir los hallazgos Encuestas o entrevistas a docentes de especialidad	3 definiciones de función lineal 3 definiciones de función no lineal 3 ejemplos de cada uno de ellos 3 ejemplos de ecuaciones lineales 3 ejemplos de ecuaciones no lineales Breve resumen sobre alguna ecuación no lineal relevante Presentación de un video sobre el tema a toda el aula	Las definiciones deben ser claras y precisas Ejemplos deben ser claros y de origen natural o físico La ecuación debe ser relevante para su carrera profesional El video debe ser de corta duración (15 min. máximo)

Firma del estudiante

Firma del docente

Teléfono:

Email:

Teléfono:

Email:

Ejemplo de Resolución de ejercicios y problemas

$A:$	$x^2 - 1 = e^x,$	$\forall x \geq 0$
$B:$	$\text{sen } x = 1 - x^2,$	$\forall x \geq 0$
$C:$	$x^2 + 2x = 1 / (1 + x^2),$	$\forall x \geq 0$
$D:$	$e^{-x} = x^3$	
$E:$	$\ln x = 2 - x^2$	
$F:$	$\text{sen } x = 2 \sin(x + \pi / 4),$	$0 \leq x \leq \pi$

Cada una de las ecuaciones dada en la tabla tiene una solución. Seleccione una ecuación y luego haga lo siguiente:

- Haga un bosquejo de las funciones para determinar la ubicación aproximada de la solución.
- Para el método de bisección, proporcione un intervalo inicial que se pueda utilizar para encontrar la solución y proporcione una explicación de por qué funciona. Con este intervalo inicial, calcule a mano, c_0 y c_1 .
- ¿Cuál es la fórmula de iteración de Newton para esta ecuación? Además, proporcione un punto de partida x_0 para la solución, proporcionando una explicación de por qué es una buena opción. Con este punto de partida, calcule a mano, x_1 .
- ¿Cuál es la fórmula de iteración de la secante para esta ecuación? Además, proporcione los puntos de partida x_0 y x_1 para la solución, proporcionando una explicación de por qué son una buena opción. Con estos puntos de partida, calcule a mano, x_2 .
- Calcular la solución de la ecuación. Su respuesta debe ser correcta a por lo menos cuatro dígitos significativos. Asegúrese de indicar qué método numérico se usó, por qué tomó esta decisión y qué condición de error utilizó para detener el cálculo.

10. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Se evaluará la propuesta con un cuestionario similar al que se aplicó a los estudiantes del semestre 2020-I, y que sirvió para diagnosticar el problema que originó esta estrategia metodológica. Este nuevo cuestionario servirá como test evaluador de la propuesta y al mismo tiempo se utilizarán sus resultados para diagnosticar a los estudiantes del semestre 2020-II, y así sucesivamente, convirtiendo la retroalimentación en un proceso de mejora continua. Este proceso se muestra en la figura 8.

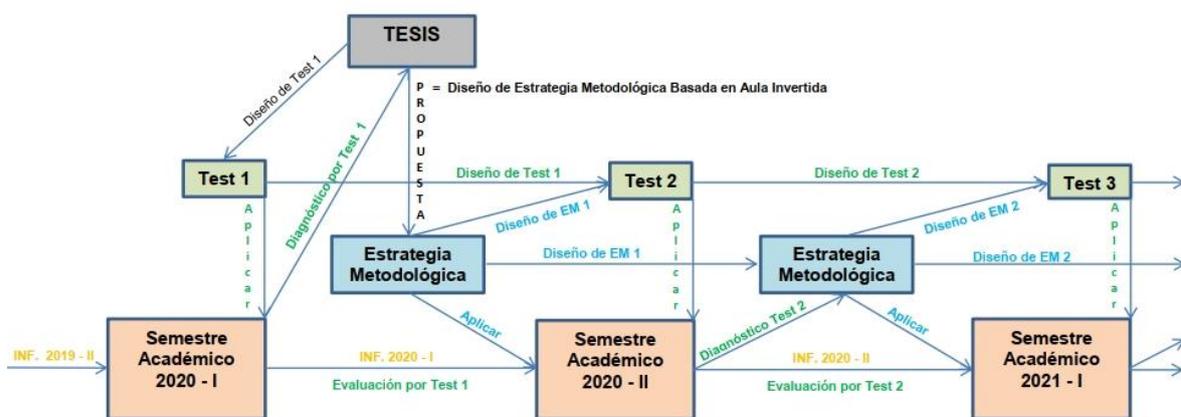


Figura 8. Aplicación-Evaluación de la Propuesta

Para tal fin se presentan en los anexos toda la documentación necesaria que se podrá emplear para diseñar, validar y analizar la confiabilidad del nuevo cuestionario a ser elaborado. Se añaden los resultados de la aplicación del test aplicado este último semestre.

Referencias

- Andrade, E., & Chacón, E. (2018). Implicaciones teóricas y procedimentales de la clase invertida. *Pulso*(41), 251-267, ISSN: 1577-0338, ISSN-e 2445-2866, recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6742360>
- ANECA. (2013). *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los Resultados de Aprendizaje*. Madrid: ANECA.
- Bergman, J., & Sams, A. (2012). *Flip your Classroom. Reach Every Student in Every Class Every Day*. Washington, DC: Reach Every Student in Every Class Every Day.
- Chapra, S. C. (2018). *Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists*. New York: McGraw-Hill Education.
- Chen, I.-L., Chew, S., & Chen, N.-S. (2018). Kaleidoscopic Course: The Concept, Design, and Implementation of the Flipped Classroom. En T. Chang, R. Huang, Kinshuk, T. Chang, R. Huang, & Kinshuk (Edits.), *Authentic Learning Through Advances in Technologies. Lecture Notes in Educational Technology* (págs. 171-187). Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd, https://doi.org/10.1007/978-981-10-5930-8_10
- Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica - UNPRG. (24 de Julio de 2020). *Plan de Estudios Ingeniería Mecánica y Eléctrica*. Lambayeque: FIME-UNPRG. Obtenido de http://www.unprg.edu.pe/univ/portal/documentos_s/planes/P06%20INGENIER%3%8DA%20MECANICA%20Y%20ELECTRICA.pdf
- Fortea Bagán, M. A. (2019). *Metodologías didácticas para la enseñanza/aprendizaje de competencias*. Castellón de la Plana: Unitat de Suport Educatiu de la Universitat Jaume I.
- Gupta, R. K. (2019). *Numerical Methods. Fundamentals and Applications*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Johnston, B. M. (2016). Implementing a flipped classroom approach in a university numerical methods mathematics course. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 485-498, <http://dx.doi.org/10.1080/0020739X.2016.1259516>
- Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. *The Journal of Economic Education*, 30-43, <https://doi.org/10.1080/00220480009596759>.
- Lagunes, A., Tafur, L., & Giraldo, J. (2017). Propuesta de flipped classroom para el desarrollo de las competencias genéricas en estudiantes de ingeniería. *Ingenierías USBMed*, 8(1), 43-48, <https://doi.org/10.21500/20275846.2762>
- Lindfield, G., & Penny, J. (2019). *Numerical Methods Using MATLAB*. London: Elsevier Inc.
- Mario de Miguel Díaz (Dir.). (2006). *MODALIDADES DE ENSEÑANZA CENTRADAS EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS*. Oviedo: Ediciones Universidad de Oviedo.

- Martínez, W., Esquivel, I., & Martínez-Castillo, J. (2014). Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: origen, sustento e implicaciones. En I. Esquivel Gámez, *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI* (págs. 143-160). Veracruz, México: Publicado por el autor, recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/273765424_Aula_Invertida_o_Modelo_Invertido_de_Aprendizaje_origen_sustento_e_implicaciones
- Paredes, C. A., Verney, C. T., & Tolosa, L. G. (2018). Inteligencias múltiples y estilos de aprendizaje en estudiantes de psicología de un curso en modalidad de educación virtual. *Hamut'ay*, 5(2), 49-63, <http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v5i2.1620>
- Perdomo Rodríguez, W. (2017). Ideas y reflexiones para comprender la metodología Flipped Classroom. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 50, 142-161, recuperado de :
<http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/817/1335>
- Pregrado, V. d. (2018). *Manual de orientaciones: estrategias Metodológicas de enseñanza y evaluación de resultados de aprendizaje*. Temuco: Universidad de la Frontera.
- Salgado García, E. (2006). *Manual de Docencia Universitaria. Introducción al Constructivismo en la Educación Superior*. San José: Editorial ULACIT.
- Silva Quiroz, J., & Maturana Castillo, D. (2017). Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior. *Innovación Educativa*, 17(73), 117-131, ISSN-e: 1665-2673, recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v17n73/1665-2673-ie-17-73-00117.pdf>
- Subdirección de Currículum y Evaluación, Dirección de Desarrollo Académico, Vicerrectoría Académica de Pregrado, Universidad Tecnológica de Chile INACAP. (2018). *MANUAL DE TÉCNICAS DIDÁCTICAS: ORIENTACIONES PARA SU SELECCIÓN*. Santiago: Ediciones INACAP.
- Turull, Max (Coord.). (2020). *Manual de docencia universitaria*. Barcelona: Ediciones Octaedro, S.L.
- Universidad Central de Chile. (2017). *Manual de Apoyo Docente. Metodologías Activas para el Aprendizaje*. Universidad Central de Chile, Dirección de Calidad Educativa. Vicerrectoría Académica. Santiago: Universidad Central de Chile.
- UNPRG, V. A. (2019). *Reglamento Académico UNPRG*. Obtenido de Portal UNPRG:
http://www.unprg.edu.pe/univ/portal/documentos_s/Reglamento_Acad%C3%A9mico_2019.pdf
- VRACAD-UNPRG. (Setiembre de 2019). *Modelo Educativo UNPRG*. Lambayeque: VRACAD-UNPRG. Recuperado el 24 de Julio de 2020, de
http://www.unprg.edu.pe/univ/portal/documentos_s/MODELO%20EDUCATIVO%20UNPRG.pdf

ANEXO Nro 1: TABLAS

Tabla 1

Criterios para seleccionar metodologías (A. Fernández, 2006)

CRITERIOS DE SELECCIÓN	METODOS DE ENSEÑANZA						
	Exposiciones (Lección magistral)		Discusiones o trabajo en grupo			Aprendizaje individual	
	Formales	Informales	Seminario	Estudio caso	Enseñanza por pares (Proy, ABP, Ap. Coop.)	Dirección de estudios	Trabajo individual Autónomo
Niveles de los objetivos cognitivos	INF. (conocer y aplicar)	INF. (conocer y aplicar)	SUP. (analizar y evaluar)	SUP. (analizar y evaluar)	SUP. (analizar y evaluar)	SUP. (analizar y evaluar)	SUP. (analizar y evaluar)
Capacidad para propiciar un aprendizaje autónomo y continuado	DEBIL	DEBIL	MEDIANO	MEDIANO	ELEVADO	ELEVADO	ELEVADO
Grado de control ejercido por el estudiante	DEBIL	DEBIL	MEDIANO	ELEVADO	ELEVADO	ELEVADO	ELEVADO
Número de estudiantes que se puede abarcar	GRANDE (> 30)	GRANDE (> 30)	MEDIO (15-30)	MEDIO (15-30)	MEDIO (15-30)	PEQUEÑO (1-15)	GRANDE (> 30)
Número de horas de preparación, encuentros con estudiantes y de correcciones	MEDIO	MEDIO	PEQUEÑO	MEDIO	GRANDE	GRANDE	GRANDE

Nota. (Elaboración propia) Fuente: (Fortea Bagán, 2019)

Tabla 2*Metodologías para formar en competencias por modalidad (Mario de Miguel et al. 2006)*

MODALIDAD ORGANIZATIVA		OBJETIVO	METODOLOGÍA
PRESENCIAL	CLASE TEÓRICA	Hablar a los estudiantes	lección magistral
	SEMINARIO-TALLER	construir conocimiento con la interacción y la actividad	estudio de casos y resolución de problemas
	CLASES PRÁCTICAS	mostrar cómo actuar	resolución de problemas y ABP
	PRÁCTICAS EXTERNAS	lograr aprendizajes profesionales en contextos laborales	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)
	TUTORÍA	atención personalizada	aprendizaje por proyectos y contrato de aprendizaje
NO PRESENCIAL	ESTUDIO Y TRABAJO EN GRUPO	que aprendan entre ellos	aprendizaje cooperativo y ABP
	ESTUDIO Y TRABAJO AUTÓNOMO INDIVIDUAL	desarrollar capacidad de autoaprendizaje	aprendizaje por proyectos y contrato de aprendizaje

Nota. (Elaboración propia) Fuente: (Forteza Bagán, 2019)

Tabla 3

Metodologías en función de la fase del proceso de aprendizaje (Miguel Ángel Zabalza, 2011)

FASES DEL PROCESO DE APRENDIZAJE (Entwistle, 1992)	Lección Magistral	Trabajo en equipo	Trabajo autónomo
1. Presentación de la información	+	-+	(+)
2. Recuperación de las lagunas o ideas erróneas en conocimientos previos	-	+	(-+)
3. Refuerzo de la comprensión	+	-+	(+)
4. Consolidación (a través de la práctica)	-	+	(-+)
5. Elaboración y reelaboración de la información	+	-+	(+)
6. Consolidación profunda y fijación del aprendizaje	-	-	+

Nota. (Elaboración propia) Fuente: (Forteza Bagán, 2019)

Tabla 4*Metodologías para formar en competencias (adaptada de Mario de Miguel et al. 2006)*

MÉTODO	DESCRIPCIÓN	FINALIDAD
LECCIÓN MAGISTRAL	Método expositivo consistente en la presentación de un tema lógicamente estructurado con la finalidad de facilitar información organizada siguiendo criterios adecuados a la finalidad pretendida. Centrado fundamentalmente en la exposición verbal por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio.	Transmitir conocimientos y activar procesos cognitivos en el estudiante
RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS Y PROBLEMAS	Situaciones donde el alumno debe desarrollar e interpretar soluciones adecuadas a partir de la aplicación de rutinas, fórmulas, o procedimientos para transformar la información propuesta inicialmente. Se suele usar como complemento a la lección magistral.	Ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos
APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP) (Problem Based Learning –PBL)	Método de enseñanza-aprendizaje cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante en grupos de trabajo ha de abordar de forma ordenada y coordinada las fases que implican la resolución o desarrollo del trabajo en torno al problema o situación.	Desarrollar aprendizajes activos a través de la resolución de problemas
ESTUDIO DE CASOS (Case Studies) (Case Method)	Análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución.	Adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados
APRENDIZAJE POR PROYECTOS (Learning by Projects) (Project Based Learning)	Método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos.	Realización de un proyecto para la resolución de un problema, aplicando habilidades y conocimientos adquiridos
APRENDIZAJE COOPERATIVO	Enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el cual los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros en una estrategia de corresponsabilidad para alcanzar metas e incentivos grupales.	Desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa
CONTRATO DIDÁCTICO O DE APRENDIZAJE (Learning Contract)	Alumno y profesor de forma explícita intercambian opiniones, necesidades, proyectos y deciden en colaboración como llevar a cabo el proceso de enseñanza aprendizaje y lo reflejan oralmente o por escrito. El profesor oferta unas actividades de aprendizaje, resultados y criterios de evaluación; y negocia con el alumno su plan de aprendizaje.	Desarrollar el aprendizaje autónomo

Nota. (Elaboración propia) Fuente: (Fortea Bagán, 2019)

ANEXO Nro 2: MATERIAL A TENER EN CUENTA PARA ELABORACIÓN DE INSTRUMENTO DE DIAGNOSTICO

MÉTODOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA (por resultados de aprendizaje)

5 horas semanales (2T,3P)

La asignatura consta de las siguientes unidades didácticas: 1) Introducción a la Teoría de Errores, 2) **Solución de Ecuaciones No Lineales**, 3) Interpolación, 4) Diferenciación e Integración Numéricas, 5) Solución de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, 6) Solución de Sistemas de Ecuaciones Lineales, 7) Cálculo de Valores y Vectores Propios.

RESULTADO DE APRENDIZAJE A NIVEL DE LA ASIGNATURA

Determinar aproximadamente uno o más valores numéricos, soluciones de la representación matemática de fenómenos físicos, mediante un método matemático seleccionado como óptimo para esa tarea, con responsabilidad y ayuda de TICs.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE A NIVEL DE UNIDADES

RA1: Calcular con números controlando los errores inherentes a los procesos de cálculo, empleando TICs en forma eficiente y responsable.

RA2: Calcular aproximadamente las raíces reales de una ecuación no lineal, empleando TICs en forma eficiente y responsable.

RA3: Aproximar una función mediante un polinomio de interpolación, empleando TICs en forma eficiente y responsable.

RA4: Calcular aproximadamente la derivada o la integral definida de una función, empleando TICs en forma eficiente y responsable.

RA5: Calcular aproximadamente la solución de una ecuación diferencial ordinaria, empleando TICs en forma eficiente y responsable.

RA6: Calcular aproximadamente la solución de un sistema de ecuaciones lineales, empleando TICs en forma eficiente y responsable.

RA7: Calcular aproximadamente los valores y vectores propios de una matriz cuadrada, empleando TICs en forma eficiente y responsable.

SEGUNDA UNIDAD: SOLUCIÓN DE ECUACIONES NO LINEALES

DURACION: 3 SEMANAS

Unidad	Resultado de aprendizaje de unidad	Desempeños
Solución de ecuaciones no lineales	Calcular aproximadamente las raíces reales de una ecuación no lineal, empleando TICs en forma eficiente y responsable	Identificar una ecuación no lineal.
		Determinar una ecuación no lineal que sea el modelo matemático de un fenómeno o problema de la realidad.
		Localizar gráfica y/o analíticamente las raíces reales de una ecuación no lineal, empleando TICs en forma eficiente y responsable.
		Interpretar gráficamente los métodos de bisección, falsa posición, Newton-Raphson, la secante y Müller.
		Calcular aproximadamente con n decimales exactos las raíces reales de una ecuación no lineal por el método de bisección, falsa posición, Newton-Raphson, la secante y Müller, empleando TICs en forma eficiente y responsable.
		Determinar el método más adecuado para calcular las raíces de una ecuación no lineal no polinómica.
		Determinar el número de raíces reales positivas y negativas de una ecuación polinómica usando la regla de Descartes.
		Determinar el número de raíces reales de una ecuación polinómica en un intervalo cerrado usando la regla de Budán.
		Calcular aproximadamente con n decimales exactos las raíces de una ecuación polinómica por el método de Müller, empleando TICs en forma eficiente y responsable.
		Evidenciar orden y puntualidad en las actividades y tareas programadas.
Cumplir con sus deberes individuales y grupales con eficiencia, responsabilidad y actitud dialógica.		

TEST PARA MEDIR EL NIVEL DE COMPETENCIAS EN MATEMÁTICA EN LOS ESTUDIANTES DE LA ASIGNATURA MÉTODOS NUMÉRICOS PARA INGENIERÍA DEL V CICLO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA UNPRG

El presente instrumento tiene como objetivo conocer el nivel de competencias en matemática que tienen los estudiantes del V ciclo de ingeniería mecánica y eléctrica de la UNPRG, esta información servirá para mejorar el desarrollo de sus competencias, así como motivar la búsqueda de nuevas formas o métodos de facilitar su aprendizaje.

Gracias por su colaboración.

Instrucciones:

- 1) Puedes usar lápiz y borrador.
- 2) Está permitido el uso de calculadoras, científicas o programables; y laptops con software adecuado.
- 3) Lee bien las siguientes preguntas, desarrolla en forma limpia y ordenada tus cálculos y escribe tu respuesta en forma adecuada.

TEST PARA MEDIR EL NIVEL DE COMPETENCIAS EN MATEMÁTICA

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

Asignatura: Métodos Numéricos en Ingeniería

Ciclo: V

Unidad: Solución de ecuaciones no lineales

Apellidos y nombres:

Semestre:

Fecha: ... / ... / ...

Duración del Test: 2horas y 30 minutos

0) Marca con un aspa (X) lo que has utilizado para el desarrollo de este test. **(0 ptos.)**

Calculadora Científica.....()

Calculadora Programable...()

LapTop.....()

C.....()

Octave...()

MathCad.....()

C++.....()

Matlab...()

Mathematica...()

Python...()

Maple...()

Otro:

1) Determine si cada una de las siguientes ecuaciones es o no una ecuación no lineal y explique porqué. **(2 ptos.)**

a) $7x^5 - \sqrt{5}x^2 + x - 19 = 0$,

b) $\pi x - e = 0$,

c) $x^2 \operatorname{sen} x - \operatorname{tanh} x = 0$,

d) $ex = 0$.

2) Calcule el valor de $S = \sqrt[3]{3 + \sqrt[3]{3 + \sqrt[3]{3 + \dots}}}$ con dos decimales exactos. (3 pts.)

3) Para calcular recíprocos sin división, podemos resolver $x = 1/R$ encontrando un cero de la función $f(x) = x^{-1} - R$. Escribe un algoritmo para encontrar $1/R$ por el método de Newton aplicado a f . No uses división o exponenciación en tu algoritmo. Para R positivo, ¿qué puntos de partida son adecuados? (3 pts.)

4) La velocidad v de un paracaidista que cae está dada por

$$v = \frac{gm}{c} \left(1 - e^{-(c/m)t}\right)$$

Donde $g = 9.8 \text{ m/seg}^2$. Para un paracaidista con coeficiente de arrastre de $c = 15 \text{ kg/seg}$, calcule la masa m de modo que la velocidad sea $v = 35 \text{ m/seg}$ en $t = 9 \text{ seg}$. Calcule la masa m del paracaidista con dos decimales exactos. (3 pts.)

5) Suponga que tiene que elaborar un programa para calcular las raíces reales de $q(x)$, donde $q(x) = f_1(x) f_2(x) \dots f_n(x)$, donde $n > 1$ y cada $f_k(x)$ es diferenciable. Si tiene que calcular cada raíz con diez decimales exactos, ¿Qué método utilizaría en su programa, Newton-Raphson o la secante? Explique su respuesta. (2 pts.)

6) Determine, sin graficar y empleando sólo medios analíticos, el número de raíces reales positivas y negativas del polinomio

$$p(x) = x^5 + x^3 - x^2 - 10x + 1. \quad (2 \text{ pts.})$$

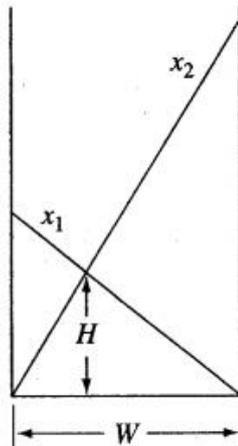
7) En 1224, Leonardo de Pisa, mejor conocido como Fibonacci, resolvió el reto matemático de Juan de Palermo en presencia del emperador Federico II. El reto consistía en obtener una raíz de la ecuación $x^3 + 2x^2 + 10x = 20$. Primero demostró que

la ecuación carecía de raíces racionales y de una raíz irracional euclidiana, es decir, no tenía ninguna raíz de una de las formas $a \pm \sqrt{b}$, $\sqrt{a} \pm \sqrt{b}$, $\sqrt{a \pm \sqrt{b}}$, $\sqrt{\sqrt{a} \pm \sqrt{b}}$, donde a y b son números racionales. Después aproximó la única raíz real, probablemente aplicando un método algebraico de Omar Khayyam que incluía la intersección de un círculo y de una parábola. Su respuesta la dio en un sistema numérico de base 60 así:

$$x = 1 + 22\left(\frac{1}{60}\right) + 7\left(\frac{1}{60}\right)^2 + 42\left(\frac{1}{60}\right)^3 + 33\left(\frac{1}{60}\right)^4 + 4\left(\frac{1}{60}\right)^5 + 40\left(\frac{1}{60}\right)^6$$

Utilice el método de Müller para calcular x con dos decimales exactos. **(2 ptos.)**

- 8) Dos escaleras se cruzan en un pasillo de ancho W . Cada una llega de la base de un muro a un punto en el muro de enfrente. Las escaleras se cruzan a una altura H arriba del pavimento. Dado que las longitudes de las escaleras son $x_1 = 20$ pies y $x_2 = 30$ pies y que $H = 8$ pies, calcule la longitud de W con dos decimales exactos. **(3 ptos.)**



MSc. Marco Antonio Martín Peralta Lui

Docente DAM-UNPRG

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres del experto:

1.2. Institución donde labora:

1.3. Título de la investigación: **Estrategia metodológica basada en aula invertida para el desarrollo de competencias en matemática en estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica**

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **TEST PARA MEDIR EL NIVEL DE COMPETENCIAS EN MATEMÁTICA**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Revisar cada uno de los ítems del instrumento y marcar con un aspa dentro del recuadro (X) según la clasificación que asigna a cada uno de los indicadores:

- 1) Deficiente (si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador)
- 2) Regular (si entre el 31% y el 70% de los ítems cumplen con el indicador)
- 3) Buena (si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador)

Aspectos de validación del instrumento		1	2	3	Observaciones Sugerencias
Criterios	Indicadores	D	R	B	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación				
COHERENCIA	Los ítems responden a lo que se debe medir en las variables y sus dimensiones				
CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que miden				
SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir las variables				
OBJETIVIDAD	Los ítems miden comportamientos y acciones observables				
CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de las variables				
ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores				
CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar				
FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, interlineado, nitidez)				
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones, consignas, opciones de respuesta bien definidas.				
CONTEO TOTAL					
(Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador)		C	B	A	TOTAL

Coefficiente de validez:	A+B+C ----- 30	=	
---------------------------------	------------------------------------	---	--

Intervalos	Resultado
0,00 - 0,49	Validez nula
0,50 - 0,59	Validez muy baja
0,60 - 0,69	Validez baja
0,70 - 0,79	Validez aceptable
0,80 - 0,89	Validez buena
0,90 - 1,00	Validez muy buena

III. CALIFICACIÓN GLOBAL

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el recuadro inferior el resultado correspondiente.

Chiclayo, de setiembre del 2020

FIRMA

EJEMPLO DE VALIDACION DE TEST POR JUICIO DE EXPERTO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres del experto: **Dr. Gonzalo Paredes Tirado**

1.2. Institución donde labora: **Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo**

1.3. Título de la investigación: **Estrategia metodológica basada en aula invertida para el desarrollo de competencias en matemática en estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica**

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **TEST PARA MEDIR EL NIVEL DE COMPETENCIAS EN MATEMÁTICA**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Revisar cada uno de los ítems del instrumento y marcar con un aspa dentro del recuadro (X) según la clasificación que asigna a cada uno de los indicadores:

- 1) Deficiente (si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador)
- 2) Regular (si entre el 31% y el 70% de los ítems cumplen con el indicador)
- 3) Buena (si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador)

Aspectos de validación del instrumento		1	2	3	Observaciones Sugerencias
Criterios	Indicadores	D	R	B	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación			X	
COHERENCIA	Los ítems responden a lo que se debe medir en las variables y sus dimensiones			X	
CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que miden			X	
SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir las variables			X	
OBJETIVIDAD	Los ítems miden comportamientos y acciones observables			X	
CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de las variables			X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores			X	
CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar			X	
FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, interlineado, nitidez)			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones, consignas, opciones de respuesta bien definidas.			X	
CONTEO TOTAL		-	-	30	30
(Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador)		C	B	A	TOTAL

Coeficiente de validez:	$\frac{A+B+C}{\dots\dots\dots}$ 30	=	1
-------------------------	------------------------------------	---	---

Intervalos	Resultado
0,00 - 0,49	Validez nula
0,50 - 0,59	Validez muy baja
0,60 - 0,69	Validez baja
0,70 - 0,79	Validez aceptable
0,80 - 0,89	Validez buena
0,90 - 1,00	Validez muy buena

III. CALIFICACIÓN GLOBAL

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el recuadro inferior el resultado correspondiente.

Validez muy buena


Dr. Gonzalo Paredes Tirado
 Docente DAM-UNPRG

Chiclayo, 25 de setiembre del 2020

**CONFIABILIDAD DE TEST DE DIAGNOSTICO MEDIANTE
SPEARMAN-BROWN Y RULON**

Tabla n

Resultados de Test piloto para prueba de confiabilidad de Spearman-Brown

N°	P1 (2p)	P2 (3p)	P3 (3p)	P4 (3p)	P5 (2p)	P6 (2p)	P7 (2p)	P8 (3p)	NOTA	NI	NP
01	X	X							05	2	3
02	X	X		X	X		X	X	15	6	9
03	X	X		X		X	X		12	4	8
04	X	X				X			07	2	5
05	X	X		X		X	X		12	4	8
06									00	0	0
07	X			X		X			07	2	5
08	X	X		X		X			10	2	7
09	X	X		X		X			10	2	7
10	X			X		X			07	2	5
11	X	X		X	X		X	X	15	6	9
12	X			X		X			07	2	5
13	X	X		X		X	X		12	4	8
14	X	X		X		X	X		12	4	8
15									00	0	0
16	X	X		X		X	X		12	4	8
17	X			X					05	2	3
18	X	X		X		X	X		12	4	8
19	X	X							05	2	3

>> M=[2 3; 6 9; 4 8; 2 5; 4 8; 0 0; 2 5; 2 7; 2 7; 2 5; 6 9; 2 5; 4 8; 4 8; 0 0; 4 8; 2 3; 4 8; 2 3];

>> rxx = fiabilidadspearmanbrown(M)

rxx =

0.940835066936245

>> rxx = fiabilidadrulon(M)

rxx =

0.874396135265700

```

%=====
%
% fiabilidadspearmantbrown
% =====
% Calcula el coeficiente de fiabilidad de los datos proporcionados en la
% matriz M, devolviendolo en rxx mediante la fórmula de Spearman y Brown.
%
% Sintaxis:
% =====
%          rxx = fiabilidadspearmantbrown ( M )
%
% Salida:
% =====
%          rxx = coeficiente de fiabilidad de Spearmen y Brown de M.
%
% Entrada:
% =====
%          M = matriz con datos impares y pares en las columnas de M.
%
%=====
function [rxx] = fiabilidadspearmantbrown(M)
[p,q]=size(M);
for k=1:p
    M(k,q+1)=M(k,1)^2;
    M(k,q+2)=M(k,2)^2;
    M(k,q+3)=M(k,1)*M(k,2);
end
s1=0;
s2=0;
s1q=0;
s2q=0;
s12=0;
for k=1:p
    s1=s1+M(k,1);
    s2=s2+M(k,2);
    s1q=s1q+M(k,3);
    s2q=s2q+M(k,4);
    s12=s12+M(k,5);
end
rx1x2=(p*s12-s1*s2)/sqrt((p*s1q-s1*s1)*(p*s2q-s2*s2));
rxx=(2*rx1x2)/(1+rx1x2);
end

```

```

%=====
%
% fiabilidadrulon
% =====
% Calcula el coeficiente de fiabilidad de los datos proporcionados en la
% matriz M, devolviendolo en rxx mediante la fórmula de Rulon.
%
% Sintaxis:
% =====
%           rxx = fiabilidadrulon ( M )
%
% Salida:
% =====
%           rxx = coeficiente de fiabilidad de Rulon de M.
%
% Entrada:
% =====
%           M = matriz con datos impares y pares en las columnas de M.
%
%=====
function [rxx] = fiabilidadrulon(R)
M=R;
p=size(M,1);
for k=1:p
    M(k,3)=M(k,1);
    M(k,1)=M(k,1)+M(k,2);
    M(k,4)=M(k,2)-M(k,3);
end
s2d=var(M(:,4));
s2x=var(M(:,1));
rxx=1-s2d/s2x;
end

```

Tabla nn*Consolidado de resultados del test de diagnóstico*

N°	P0 (0p)	P1 (2p)	P2 (3p)	P3 (3p)	P4 (3p)	P5 (2p)	P6 (2p)	P7 (2p)	P8 (3p)	NOTA
01	CC/LT	X	X							05
02	CC/LT/ML	X	X		X	X		X	X	15
03	CC/LT/ML	X	X		X		X			10
04	CC/LT	X	X				X			07
05	CC/LT/ML	X	X		X	X		X	X	15
06	CC/LT	X			X		X			07
07	CC/LT									00
08	CC/LT/ML	X	X		X		X			10
09	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
10	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
11	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
12	CC/LT	X	X		X		X			10
13	CC/LT	X	X				X			07
14	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
15	CC/LT	X	X		X		X			10
16	CC/LT	X	X				X			07
17	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
18	CC/LT									00
19	CC/LT	X			X		X			07
20	CC/LT/ML	X	X		X		X			10
21	CC/LT									00
22	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
23	CC/LT	X	X							05
24	CC/LT									00
25	CC/LT	X			X		X			07
26	CC/LT	X			X					05
27	CC/LT	X	X							05
28	CC/LT	X			X		X			07
29	CC/LT	X	X		X		X			10
30	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
31	CC/LT	X	X		X		X			10
32	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
33	CC/LT/ML	X	X		X		X			10
34	CC/LT	X	X							05
35	CC/LT	X			X		X			07
36	CC/LT/ML	X	X		X	X		X	X	15
37	CC/LT	X			X		X			07
	37/37/15	33	26	0	26	3	25	11	3	

Nota. Fuente: test de diagnóstico aplicado a los estudiantes de "Métodos Numéricos para Ingeniería" de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG.

Tabla nnn

Resultados de test diagnóstico

INDICADORES	ITEM (puntaje)								fp	%p
	1(2)	2(3)	3(3)	4(3)	5(2)	6(2)	7(2)	8(3)		
1) Indica si una fórmula o identidad matemática dada es una ecuación no lineal	33								33	89.19
2) Elabora el modelo matemático de un fenómeno o problema de la realidad dado		26						3	14.5	39.19
3) Localiza gráfica y/o analíticamente las raíces reales de una ecuación no lineal dada, empleando TICs en forma eficiente y responsable		26	0	26			11	3	13.2	35.68
4) Hace un gráfico para interpretar cualquiera de los métodos: bisección, falsa posición, newton-raphson, la secante o Müller		26	0	26			11	3	13.2	35.68
5) Calcula aproximadamente con n decimales exactos las raíces reales de una ecuación no lineal dada por el método de bisección, falsa posición, newton-raphson, la secante o Müller, empleando TICs en forma eficiente y responsable		26	0	26				3	13.75	37.16
6) Determina el método más adecuado para calcular las raíces de una ecuación no lineal no polinómica dada					3			3	3	8.11
7) Determina el número de raíces reales positivas y negativas de una ecuación polinómica dada usando la regla de Descartes		26				25			25.5	68.92
8) Determina el número de raíces reales de una ecuación polinómica dada en un intervalo cerrado dado usando la regla de Budán		26				25			25.5	68.92
9) Calcula aproximadamente con n decimales exactos las raíces de una ecuación polinómica dada por el método de Müller, empleando TICs en forma eficiente y responsable							11		11	29.73
10) Evidencia orden y puntualidad en las actividades y tareas programadas	33	26	0	26	3	25	11	3	15.88	42.92
11) Cumple con sus deberes individuales y grupales con eficiencia, responsabilidad y actitud dialógica	33	26	0	26	3	25	11	3	15.88	42.92

Nota. Fuente: test de diagnóstico aplicado a los estudiantes de “Métodos Numéricos para Ingeniería” de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG.

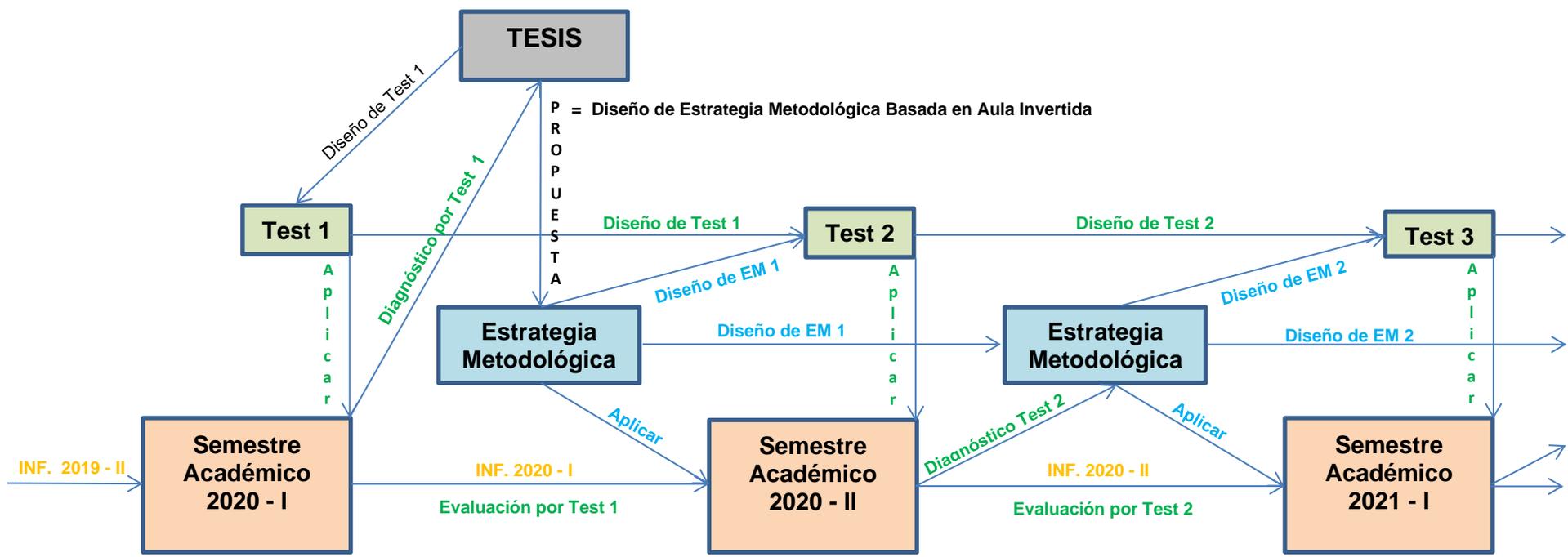


Figura 8. Aplicación-Evaluación de la Propuesta

ANEXO Nro. 02 Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional
<p>Estrategia metodológica basada en aula invertida</p>	<p>Es el conjunto de reglas que, en el proceso enseñanza-aprendizaje, aseguran una selección y aplicación óptima del método (o métodos) didáctico(s) para que el docente y los estudiantes logren que estos últimos adquieran determinados aprendizajes. Utiliza como método el aula invertida, y como técnicas las usuales y además los métodos que puedan ser empleados como técnicas</p>	<p>Es un documento académico que contiene en forma detallada los fundamentos, objetivos, recursos, ventajas y desventajas, metodología a emplear y como evaluar la estrategia metodológica basada en aula invertida</p>
<p>Desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.</p>	<p>Es el resultado de aprendizaje de la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”: Calcular aproximadamente las raíces reales de una ecuación no lineal, empleando TICs en forma eficiente y responsable</p>	<p>Son declaraciones de lo que se espera que un estudiante de ingeniería mecánica-eléctrica conozca, comprenda y/o sea capaz de hacer al finalizar la unidad solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”</p>

Variable independiente	Dimensión	Subdimensión	Indicadores	Escala de Medición	
Estrategia metodológica basada en aula invertida	Fundamentos		<ul style="list-style-type: none"> - Describir la estrategia - Detallar Teorías y enfoques que lo fundamentan 	Nominal	
	Objetivos		<ul style="list-style-type: none"> - Precisar las competencias a ser desarrolladas - Determinar los resultados de aprendizaje y desempeños necesarios para lograr desarrollar las competencias precisadas. - Determinar contenidos programáticos 		
	Recursos humanos	Perfil del docente			<ul style="list-style-type: none"> - Listar las características del docente
		Perfil del alumno			<ul style="list-style-type: none"> - Listar las características del alumno
	Recursos materiales	Ambientes			<ul style="list-style-type: none"> - Describir los ambientes necesarios
		Equipos			<ul style="list-style-type: none"> - Describir los equipos necesarios
		Otras herramientas			<ul style="list-style-type: none"> - Describir algunos tipos de software y su utilidad
	Ventajas		<ul style="list-style-type: none"> - Listar las ventajas de su utilización 		
	Desventajas		<ul style="list-style-type: none"> - Listar las desventajas de su utilización 		
	Metodología	Preparación inicial			<ul style="list-style-type: none"> - Explicar con detalle la metodología a ser empleada - Aplicar tests (requisitos, otros)
		Diseño de clases			<ul style="list-style-type: none"> - Formular sesión de aprendizaje (teórica/práctica, virtual/presencial) - Seleccionar métodos y técnicas a ser utilizadas en el desarrollo de la sesión - Describir en detalle el uso de los métodos y técnicas seleccionados - Preparar y elaborar materiales y recursos - Asignar tiempos y responsables para cada actividad - Métodos y técnicas a ser empleadas - Diseñar evaluación formativa y sumativa
Evaluación		<ul style="list-style-type: none"> - Analizar las dificultades y problemas que se hubiesen presentado - Proponer posibles soluciones - Rediseñar si fuese posible la estrategia propuesta. 			

Variable dependiente	Dimensión	Subimensión	Indicadores	Escala de medición
Desarrollo de competencias en matemática, en la unidad de solución de ecuaciones no lineales de la asignatura “Métodos Numéricos para Ingeniería”, en los estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.	Calcular aproximadamente las raíces reales de una ecuación no lineal, empleando TICs en forma eficiente y responsable	Identificar una ecuación no lineal	Indica si una fórmula o identidad matemática dada es una ecuación no lineal	Intervalo 0 - 20
		Determinar una ecuación no lineal que sea el modelo matemático de un fenómeno o problema de la realidad.	Elabora el modelo matemático de un fenómeno o problema de la realidad dado	
		Localizar gráfica y/o analíticamente las raíces reales de una ecuación no lineal, empleando TICs en forma eficiente y responsable	Localiza gráfica y/o analíticamente las raíces reales de una ecuación no lineal dada, empleando TICs en forma eficiente y responsable	
		Interpretar gráficamente los métodos de bisección, falsa posición, newton-raphson, la secante y Müller	Hace un gráfico para interpretar cualquiera de los métodos: bisección, falsa posición, newton-raphson, la secante o Müller	
		Calcular aproximadamente con n decimales exactos las raíces reales de una ecuación no lineal por el método de bisección, falsa posición, newton-raphson, la secante y Müller, empleando TICs en forma eficiente y responsable	Calcula aproximadamente con n decimales exactos las raíces reales de una ecuación no lineal dada por el método de bisección, falsa posición, newton-raphson, la secante o Müller, empleando TICs en forma eficiente y responsable	
		Determinar el método más adecuado para calcular las raíces de una ecuación no lineal no polinómica	Determina el método más adecuado para calcular las raíces de una ecuación no lineal no polinómica dada	
		Determinar el número de raíces reales positivas y negativas de una ecuación polinómica usando la regla de Descartes	Determina el número de raíces reales positivas y negativas de una ecuación polinómica dada usando la regla de Descartes	
		Determinar el número de raíces reales de una ecuación polinómica en un intervalo cerrado usando la regla de Budán	Determina el número de raíces reales de una ecuación polinómica dada en un intervalo cerrado dado usando la regla de Budán	
		Calcular aproximadamente con n decimales exactos las raíces de una ecuación polinómica por el método de Müller, empleando TICs en forma eficiente y responsable	Calcula aproximadamente con n decimales exactos las raíces de una ecuación polinómica dada por el método de Müller, empleando TICs en forma eficiente y responsable	
		Evidenciar orden y puntualidad en las actividades y tareas programadas	Evidencia orden y puntualidad en las actividades y tareas programadas	
Cumplir con sus deberes individuales y grupales con eficiencia, responsabilidad y actitud dialógica	Cumple con sus deberes individuales y grupales con eficiencia, responsabilidad y actitud dialógica			

ANEXO Nro. 03: INSTRUMENTO DE DIAGNOSTICO

TEST PARA MEDIR EL NIVEL DE COMPETENCIAS EN MATEMÁTICA EN LOS ESTUDIANTES DE LA ASIGNATURA MÉTODOS NUMÉRICOS PARA INGENIERÍA DEL V CICLO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA UNPRG

El presente instrumento tiene como objetivo conocer el nivel de competencias en matemática que tienen los estudiantes del V ciclo de ingeniería mecánica y eléctrica de la UNPRG, esta información servirá para mejorar el desarrollo de sus competencias, así como motivar la búsqueda de nuevas formas o métodos de facilitar su aprendizaje.

Gracias por su colaboración.

Instrucciones:

- 4) Puedes usar lápiz y borrador.
- 5) Está permitido el uso de calculadoras, científicas o programables; y laptops con software adecuado.
- 6) Lee bien las siguientes preguntas, desarrolla en forma limpia y ordenada tus cálculos y escribe tu respuesta en forma adecuada.

TEST PARA MEDIR EL NIVEL DE COMPETENCIAS EN MATEMÁTICA

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

Asignatura: Métodos Numéricos en Ingeniería

Ciclo: V

Unidad: Solución de ecuaciones no lineales

Apellidos y nombres:

.....

Semestre:

Fecha: ... / ... / ...

Duración del Test: 2horas y 30 minutos

9) Marca con un aspa (X) lo que has utilizado para el desarrollo de este test. (0 ptos.)

Calculadora Científica.....()

Calculadora Programable...()

LapTop.....()

C.....()

Octave...()

MathCad.....()

C++.....()

Matlab...()

Mathematica...()

Python...()

Maple....()

Otro:

10) Determine si cada una de las siguientes ecuaciones es o no una ecuación no lineal y explique porqué. (2 ptos.)

e) $7x^5 - \sqrt{5}x^2 + x - 19 = 0$,

f) $\pi x - e = 0$,

g) $x^2 \operatorname{sen} x - \operatorname{tanh} x = 0$,

h) $ex = 0$.

11) Calcule el valor de $S = \sqrt[3]{3 + \sqrt[3]{3 + \sqrt[3]{3 + \dots}}}$ con dos decimales exactos. (3 ptos.)

12) Para calcular recíprocos sin división, podemos resolver $x = 1/R$ encontrando un cero de la función $f(x) = x^{-1} - R$. Escribe un algoritmo para encontrar $1/R$ por el método de Newton aplicado a f . No uses división o exponenciación en tu algoritmo. Para R positivo, ¿qué puntos de partida son adecuados? (3 ptos.)

13) La velocidad v de un paracaidista que cae está dada por

$$v = \frac{gm}{c} (1 - e^{-(c/m)t})$$

Donde $g = 9.8 \text{ m/seg}^2$. Para un paracaidista con coeficiente de arrastre de $c = 15 \text{ kg/seg}$, calcule la masa m de modo que la velocidad sea $v = 35 \text{ m/seg}$ en $t = 9 \text{ seg}$. Calcule la masa m del paracaidista con dos decimales exactos. (3 ptos.)

14) Suponga que tiene que elaborar un programa para calcular las raíces reales de $q(x)$, donde $q(x) = f_1(x) f_2(x) \dots f_n(x)$, donde $n > 1$ y cada $f_k(x)$ es diferenciable. Si tiene que calcular cada raíz con diez decimales exactos, ¿Qué método utilizaría en su programa, Newton-Raphson o la secante? Explique su respuesta. (2 ptos.)

15) Determine, sin graficar y empleando sólo medios analíticos, el número de raíces reales positivas y negativas del polinomio

$$p(x) = x^5 + x^3 - x^2 - 10x + 1. \quad (2 \text{ ptos.})$$

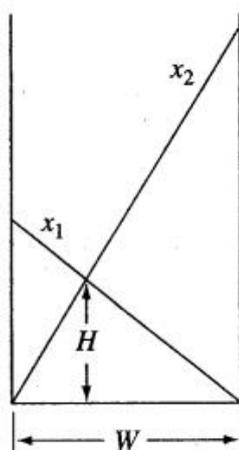
16) En 1224, Leonardo de Pisa, mejor conocido como Fibonacci, resolvió el reto matemático de Juan de Palermo en presencia del emperador Federico II. El reto consistía en obtener una raíz de la ecuación $x^3 + 2x^2 + 10x = 20$. Primero demostró que la ecuación carecía de raíces racionales y de una raíz irracional euclidiana, es decir, no tenía ninguna raíz de una de las formas $a \pm \sqrt{b}$, $\sqrt{a} \pm \sqrt{b}$, $\sqrt{a \pm \sqrt{b}}$, $\sqrt{\sqrt{a} \pm \sqrt{b}}$, donde a y b son números racionales. Después aproximó la única raíz real, probablemente aplicando un método algebraico de Omar Khayyam que incluía la intersección de un círculo y de una parábola. Su respuesta la dio en un sistema numérico de base 60 así:

$$x = 1 + 22\left(\frac{1}{60}\right) + 7\left(\frac{1}{60}\right)^2 + 42\left(\frac{1}{60}\right)^3 + 33\left(\frac{1}{60}\right)^4 + 4\left(\frac{1}{60}\right)^5 + 40\left(\frac{1}{60}\right)^6$$

Utilice el método de Müller para calcular x con dos decimales exactos.

(2 pts.)

17) Dos escaleras se cruzan en un pasillo de ancho W . Cada una llega de la base de un muro a un punto en el muro de enfrente. Las escaleras se cruzan a una altura H arriba del pavimento. Dado que las longitudes de las escaleras son $x_1 = 20$ pies y $x_2 = 30$ pies y que $H = 8$ pies, calcule la longitud de W con dos decimales exactos. (3 pts.)



MSc. Marco Antonio Martín Peralta Lui

Docente DAM-UNPRG

ANEXO Nro. 04

VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTO DE DIAGNÓSTICO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres del experto: **Dr. Gonzalo Paredes Tirado**

1.2. Institución donde labora: **Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo**

1.3. Título de la investigación: **Estrategia metodológica basada en aula invertida para el desarrollo de competencias en matemática en estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica**

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **TEST PARA MEDIR EL NIVEL DE COMPETENCIAS EN MATEMÁTICA**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Revisar cada uno de los ítems del instrumento y marcar con un aspa dentro del recuadro (X) según la clasificación que asigna a cada uno de los indicadores:

- 1) Deficiente (si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador)
- 2) Regular (si entre el 31% y el 70% de los ítems cumplen con el indicador)
- 3) Buena (si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador)

Criterios	Aspectos de validación del instrumento Indicadores	1	2	3	Observaciones Sugerencias
		D	R	B	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación			X	
COHERENCIA	Los ítems responden a lo que se debe medir en las variables y sus dimensiones			X	
CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que miden			X	
SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir las variables			X	
OBJETIVIDAD	Los ítems miden comportamientos y acciones observables			X	
CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de las variables			X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores			X	
CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar			X	
FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, interlineado, nitidez)			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones, consignas, opciones de respuesta bien definidas.			X	
CONTEO TOTAL		-	-	30	30
(Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador)		C	B	A	TOTAL

Coeficiente de validez:	$\frac{A+B+C}{\dots\dots\dots}$ $\frac{30}{30}$	=	1		
-------------------------	-------------------------------------------------	---	---	--	--

Intervalos	Resultado
0,00 - 0,49	Validez nula
0,50 - 0,59	Validez muy baja
0,60 - 0,69	Validez baja
0,70 - 0,79	Validez aceptable
0,80 - 0,89	Validez buena
0,90 - 1,00	Validez muy buena

III. CALIFICACIÓN GLOBAL

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el recuadro inferior el resultado correspondiente.

Validez muy buena

Dr. Gonzalo Paredes Tirado
Docente DAM-UNPRG

Chiclayo, 25 de setiembre del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres del experto: Dr. SANTOS HENRY GUEVARA QUILICHE

1.2. Institución donde labora: UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

1.3. Título de la investigación: **Estrategia metodológica basada en aula invertida para el desarrollo de competencias en matemática en estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica**

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **TEST PARA MEDIR EL NIVEL DE COMPETENCIAS EN MATEMÁTICA**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Revisar cada uno de los ítems del instrumento y marcar con un aspa dentro del recuadro (X) según la clasificación que asigna a cada uno de los indicadores:

- 1) Deficiente (si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador)
- 2) Regular (si entre el 31% y el 70% de los ítems cumplen con el indicador)
- 3) Buena (si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador)

Criterios	Aspectos de validación del instrumento Indicadores	1	2	3	Observaciones Sugerencias
		D	R	B	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación			X	
COHERENCIA	Los ítems responden a lo que se debe medir en las variables y sus dimensiones			X	
CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que miden			X	
SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir las variables			X	
OBJETIVIDAD	Los ítems miden comportamientos y acciones observables			X	
CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de las variables			X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores			X	
CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar			X	
FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, interlineado, nitidez)			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones, consignas, opciones de respuesta bien definidas.			X	
CONTEO TOTAL		-	-	30	
(Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador)		C	B	A	TOTAL

Coeficiente de validez:	A+B+C ----- 30	=	1
-------------------------	----------------------	---	---

Intervalos	Resultado
0,00 - 0,49	Validez nula
0,50 - 0,59	Validez muy baja
0,60 - 0,69	Validez baja
0,70 - 0,79	Validez aceptable
0,80 - 0,89	Validez buena
0,90 - 1,00	Validez muy buena

III. CALIFICACIÓN GLOBAL

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el recuadro inferior el resultado correspondiente.

Validez muy buena

Chiclayo, 26 de setiembre del 2020


 Dr. Santos Henry Guevara Quiliche
FIRMA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del experto: Burga Barboza Rubén Esteban
- 1.2. Institución donde labora: UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
- 1.3. Título de la investigación: Estrategia metodológica basada en aula invertida para el desarrollo de competencias en matemática en estudiantes universitarios de ingeniería mecánica-eléctrica
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: TEST PARA MEDIR EL NIVEL DE COMPETENCIAS EN MATEMÁTICA

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Revisar cada uno de los ítems del instrumento y marcar con un aspa dentro del recuadro (X) según la clasificación que asigna a cada uno de los indicadores:

- 1) Deficiente (si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador)
 2) Regular (si entre el 31% y el 70% de los ítems cumplen con el indicador)
 3) Buena (si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador)

Aspectos de validación del instrumento		1	2	3	Observaciones Sugerencias
Criterios	Indicadores	D	R	B	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación			X	
COHERENCIA	Los ítems responden a lo que se debe medir en las variables y sus dimensiones			X	
CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que miden			X	
SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir las variables			X	
OBJETIVIDAD	Los ítems miden comportamientos y acciones observables			X	
CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de las variables			X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores			X	
CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar			X	
FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, interlineado, nitidez)			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones, consignas, opciones de respuesta bien definidas.			X	
CONTEO TOTAL				30	
(Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador)		C	B	A	TOTAL

Coefficiente de validez: $\frac{A+B+C}{30} = 1$

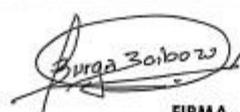
Intervalos	Resultado
0,00 - 0,49	Validez nula
0,50 - 0,59	Validez muy baja
0,60 - 0,69	Validez baja
0,70 - 0,79	Validez aceptable
0,80 - 0,89	Validez buena
0,90 - 1,00	Validez muy buena

III. CALIFICACIÓN GLOBAL

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el recuadro inferior el resultado correspondiente.

Validez muy buena

Chiclayo, 24 de setiembre del 2020


 FIRMA

CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTO DE DIAGNÓSTICO MEDIANTE PRUEBAS DE SPEARMAN-BROWN Y DE RULON

Tabla 6

Resultados de Test piloto para prueba de confiabilidad de Spearman-Brown

N°	P1 (2p)	P2 (3p)	P3 (3p)	P4 (3p)	P5 (2p)	P6 (2p)	P7 (2p)	P8 (3p)	NOTA	NI	NP
01	X	X							05	2	3
02	X	X		X	X		X	X	15	6	9
03	X	X		X		X	X		12	4	8
04	X	X				X			07	2	5
05	X	X		X		X	X		12	4	8
06									00	0	0
07	X			X		X			07	2	5
08	X	X		X		X			10	2	7
09	X	X		X		X			10	2	7
10	X			X		X			07	2	5
11	X	X		X	X		X	X	15	6	9
12	X			X		X			07	2	5
13	X	X		X		X	X		12	4	8
14	X	X		X		X	X		12	4	8
15									00	0	0
16	X	X		X		X	X		12	4	8
17	X			X					05	2	3
18	X	X		X		X	X		12	4	8
19	X	X							05	2	3

Nota. Fuente: test de diagnóstico aplicado a los estudiantes de "Métodos Numéricos para Ingeniería" de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG (Elaboración propia).

>> M=[2 3; 6 9; 4 8; 2 5; 4 8; 0 0; 2 5; 2 7; 2 7; 2 5; 6 9; 2 5; 4 8; 4 8; 0 0; 4 8; 2 3; 4 8; 2 3];

>> rxx = fiabilidadspearmantbrown(M)

rxx =

0.940835066936245

>> rxx = fiabilidadrulon(M)

rxx =

0.874396135265700

```

%=====
%
% fiabilidadspearmantbrown
% =====
% Calcula el coeficiente de fiabilidad de los datos proporcionados en la
% matriz M, devolviendolo en rxx mediante la fórmula de Spearman y Brown.
%
% Sintaxis:
% =====
%
%           rxx = fiabilidadspearmantbrown ( M )
%
% Salida:
% =====
%
%           rxx = coeficiente de fiabilidad de Spearmen y Brown de M.
%
% Entrada:
% =====
%
%           M = matriz con datos impares y pares en las columnas de M.
%
%=====
function [rxx] = fiabilidadspearmantbrown(M)
[p,q]=size(M);
for k=1:p
    M(k,q+1)=M(k,1)^2;
    M(k,q+2)=M(k,2)^2;
    M(k,q+3)=M(k,1)*M(k,2);
end
s1=0;
s2=0;
s1q=0;
s2q=0;
s12=0;
for k=1:p
    s1=s1+M(k,1);
    s2=s2+M(k,2);
    s1q=s1q+M(k,3);
    s2q=s2q+M(k,4);
    s12=s12+M(k,5);
end
rx1x2=(p*s12-s1*s2)/sqrt((p*s1q-s1*s1)*(p*s2q-s2*s2));
rxx=(2*rx1x2)/(1+rx1x2);
end

```

```

%=====
%
% fiabilidadrulon
% =====
% Calcula el coeficiente de fiabilidad de los datos proporcionados en la
% matriz M, devolviendolo en rxx mediante la fórmula de Rulon.
%
% Sintaxis:
% =====
%          rxx = fiabilidadrulon ( M )
%
% Salida:
% =====
%          rxx = coeficiente de fiabilidad de Rulon de M.
%
% Entrada:
% =====
%          M = matriz con datos impares y pares en las columnas de M.
%
%=====
function [rxx] = fiabilidadrulon(R)
M=R;
p=size(M,1);
for k=1:p
    M(k,3)=M(k,1);
    M(k,1)=M(k,1)+M(k,2);
    M(k,4)=M(k,2)-M(k,3);
end
s2d=var(M(:,4));
s2x=var(M(:,1));
rxx=1-s2d/s2x;
end

```

ANEXO Nro. 05: AUTORIZACION DE APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
DECANATO



Autorización

Quién suscribe, hace constar que el profesor **Marco Antonio Martin Peralta Lui**, estudiante del V ciclo de Doctorado en Educación de la Universidad “César Vallejo” de la ciudad de Chiclayo, está autorizado para realizar en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica - UNPRG la investigación: ***Estrategia Metodológica basada en el aula invertida para desarrollo de competencias en matemática en estudiantes universitarios de Ingeniería Mecánica - Eléctrica.***

Se expide la presente constancia a la solicitud de la parte interesada para los fines que estime por conveniente.

Lambayeque, 14 de Enero del 2021.


DECANATO
M. SR. AMADO AGUINAGA PAZ
Decano (a) Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

APA/fjs

ANEXO Nro. 06: VALIDACIÓN DE PROPUESTA POR JUICIO DE EXPERTOS

INSTRUMENTO PARA VALIDAR LA PROPUESTA POR EXPERTOS.

I.- DATOS GENERALES Y AUTOEVALUACIÓN DEL EXPERTO

Estimado Doctor (a) **Gonzalo Paredes Tirado**

Solicito su apoyo profesional para que emita juicios sobre la propuesta: "ESTRATEGIA METODOLÓGICA BASADA EN AULA INVERTIDA PARA LA MEJORA DEL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN MATEMÁTICA, EN LA UNIDAD DE SOLUCIÓN DE ECUACIONES NO LINEALES DE LA ASIGNATURA "MÉTODOS NUMÉRICOS PARA INGENIERÍA", EN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO", para alcanzar este objetivo usted ha sido seleccionado como experto en la materia y necesito su valiosa opinión. Para ello debe marcar con una (X) en la columna que considere para cada aspecto a evaluar.

1. Datos generales del experto encuestado:

- 1.1. Años de experiencia en la Educación: **36**
- 1.2. Cargo que ha ocupado: **Docente Principal**
- 1.3. Institución Educativa donde labora actualmente: **Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo**
- 1.4. Especialidad: **Matemática**
- 1.5. Grado académico alcanzado: **Doctor en Educación**

2. Test de autoevaluación del experto:

- 2.1 Señale su nivel de dominio acerca de la esfera sobre la cual se consultará, marcando con una cruz o aspa sobre la siguiente escala (Dominio mínimo = 1 y dominio máximo= 10)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 2.2 Evalúe la influencia de las siguientes fuentes de argumentación en los criterios valorativos aportados por usted:

Fuentes de argumentación	Grado de influencia en las fuentes de argumentación		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por Ud.	X		
Su propia experiencia.	X		
Trabajos de autores nacionales.		X	
Trabajos de autores extranjeros.		X	
Conocimiento del estado del problema en su trabajo propio.	X		
Su intuición.	X		

II. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA POR LOS EXPERTOS

Nombres y apellidos del experto	Gonzalo Paredes Tirado
---------------------------------	-------------------------------

Se ha elaborado un instrumento para que se evalúe un **desarrollo de competencias en matemática**

Por las particularidades del indicado Trabajo de Investigación es necesario someter a su valoración, en calidad de experto; aspectos relacionados con la variable de estudio: **estrategia metodológica basada en aula invertida**

Mucho le agradeceré se sirva otorgar según su opinión, una categoría a cada ítem que aparece a continuación, marcando con una **X** en la columna correspondiente. Las categorías son:

Muy adecuado (MA)
Bastante adecuado (BA)
Adecuado (A)
Poco adecuado (PA)
Inadecuado (I)

Si Ud. considera necesario hacer algunas recomendaciones o incluir otros aspectos a evaluar, le agradezco sobremanera.

2.1. ASPECTOS GENERALES:

Nº	Aspectos a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
2	Representación gráfica de la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
3	Secciones que comprende.	X				
4	Nombre de estas secciones.	X				
5	Elementos componentes de cada una de sus secciones.	X				
6	Relaciones de jerarquización de cada una de sus secciones.	X				
7	Interrelaciones entre los componentes estructurales de estudio.	X				

2.2. CONTENIDO

Nº	Aspecto a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
2	Las estrategias están bien elaboradas para la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
3	Programaciones de capacitación con profesionales.	X				
4	Coherencia entre el título y la propuesta de Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
5	Existe relación entre las estrategias programadas y el tema.	X				
6	Guarda relación el Programa con el objetivo general.	X				
7	El objetivo general guarda relación con los objetivos específicos.	X				
8	Relaciones de los objetivos específicos con las actividades a trabajar.	X				
9	Las estrategias guardan relación con la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
10	El organigrama estructural guarda relación con la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
11	Los principios guardan relación con el objetivo.	X				

N°	Aspecto a evaluar	MA	BA	A	PA	I
12	El tema tiene relación con la propuesta de la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
13	La fundamentación tiene sustento para la propuesta de Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
14	La Estrategia metodológica basada en aula invertida contiene viabilidad en su estructura	X				
15	El monitoreo y la evaluación de la Estrategia metodológica basada en aula invertida son adecuados	X				
16	Los contenidos de la Estrategia metodológica basada en aula invertida tienen impacto académico y social.	X				
17	La propuesta tiene sostenibilidad en el tiempo y en el espacio	X				
18	La propuesta está insertada en la Investigación.	X				
19	La propuesta de la Estrategia metodológica basada en aula invertida cumple con los requisitos.	X				
20	La propuesta de la Estrategia metodológica basada en aula invertida contiene fundamentos teóricos	X				

2.3. VALORACIÓN INTEGRAL DE LA PROPUESTA

N	Aspectos a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Pertinencia.	X				
2	Actualidad: La propuesta de la Estrategia metodológica basada en aula invertida tiene relación con el conocimiento científico del tema de Investigación.	X				
3	Congruencia interna de los diversos elementos propios del estudio de Investigación.	X				
4	El aporte de validación de la propuesta favorecerá el propósito de la tesis para su aplicación.	X				

Chiclayo, 15 de enero del 2021



Firma del experto
DNI N° 17806155

Agradezco su gratitud por sus valiosas consideraciones:

Nombre: **Gonzalo Paredes Tirado**

Dirección electrónica: **gparedes@unprg.edu.pe**

Teléfono: **981064849**

Gracias por su valiosa colaboración.

INSTRUMENTO PARA VALIDAR LA PROPUESTA POR EXPERTOS.

I.- DATOS GENERALES Y AUTOEVALUACIÓN DEL EXPERTO

Estimado Doctor (a) **Santos Henry Guevara Quiliche**

Solicito su apoyo profesional para que emita juicios sobre la propuesta: **"ESTRATEGIA METODOLÓGICA BASADA EN AULA INVERTIDA PARA LA MEJORA DEL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN MATEMÁTICA, EN LA UNIDAD DE SOLUCIÓN DE ECUACIONES NO LINEALES DE LA ASIGNATURA "MÉTODOS NUMÉRICOS PARA INGENIERÍA", EN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO"**, para alcanzar este objetivo usted ha sido seleccionado como experto en la materia y necesito su valiosa opinión. Para ello debe marcar con una (X) en la columna que considere para cada aspecto a evaluar.

1. Datos generales del experto encuestado:

- 1.1. Años de experiencia en la Educación: **30**
- 1.2. Cargo que ha ocupado: **Docente Principal**
- 1.3. Institución Educativa donde labora actualmente: **Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo**
- 1.4. Especialidad: **Matemática**
- 1.5. Grado académico alcanzado: **Doctor en Ciencias de la Educación.**

2. Test de autoevaluación del experto:

- 2.1 Señale su nivel de dominio acerca de la esfera sobre la cual se consultará, marcando con una cruz o aspa sobre la siguiente escala (Dominio mínimo = 1 y dominio máximo= 10)

1	2	3	4	5	6	7	8	9 X	10
---	---	---	---	---	---	---	---	-----	----

- 2.2 Evalúe la influencia de las siguientes fuentes de argumentación en los criterios valorativos aportados por usted:

Fuentes de argumentación	Grado de influencia en las fuentes de argumentación		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por Ud.	X		
Su propia experiencia.	X		
Trabajos de autores nacionales.		X	
Trabajos de autores extranjeros.		X	
Conocimiento del estado del problema en su trabajo propio.	X		
Su intuición.	X		

II. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA POR LOS EXPERTOS

Nombres y apellidos del experto	Santos Henry Guevara Quiliche
---------------------------------	--------------------------------------

Se ha elaborado un instrumento para que se evalúe un **desarrollo de competencias en matemática**

Por las particularidades del indicado Trabajo de Investigación es necesario someter a su valoración, en calidad de experto; aspectos relacionados con la variable de estudio: **estrategia metodológica basada en aula invertida**

Mucho le agradeceré se sirva otorgar según su opinión, una categoría a cada ítem que aparece a continuación, marcando con una X en la columna correspondiente. Las categorías son:

Muy adecuado (MA)
Bastante adecuado (BA)
Adecuado (A)
Poco adecuado (PA)
Inadecuado (I)

Si Ud. considera necesario hacer algunas recomendaciones o incluir otros aspectos a evaluar, le agradezco sobremanera.

2.1. ASPECTOS GENERALES:

N°	Aspectos a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
2	Representación gráfica de la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
3	Secciones que comprende.	X				
4	Nombre de estas secciones.	X				
5	Elementos componentes de cada una de sus secciones.	X				
6	Relaciones de jerarquización de cada una de sus secciones.	X				
7	Interrelaciones entre los componentes estructurales de estudio.	X				

2.2. CONTENIDO

N°	Aspecto a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
2	Las estrategias están bien elaboradas para la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
3	Programaciones de capacitación con profesionales.	X				
4	Coherencia entre el título y la propuesta de Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
5	Existe relación entre las estrategias programadas y el tema.	X				
6	Guarda relación el Programa con el objetivo general.	X				
7	El objetivo general guarda relación con los objetivos específicos.	X				
8	Relaciones de los objetivos específicos con las actividades a trabajar.	X				
9	Las estrategias guardan relación con la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
10	El organigrama estructural guarda relación con la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
11	Los principios guardan relación con el objetivo.	X				

N°	Aspecto a evaluar	MA	BA	A	PA	I
12	El tema tiene relación con la propuesta de la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
13	La fundamentación tiene sustento para la propuesta de Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
14	La Estrategia metodológica basada en aula invertida contiene viabilidad en su estructura	X				
15	El monitoreo y la evaluación de la Estrategia metodológica basada en aula invertida son adecuados	X				
16	Los contenidos de la Estrategia metodológica basada en aula invertida tienen impacto académico y social.	X				
17	La propuesta tiene sostenibilidad en el tiempo y en el espacio	X				
18	La propuesta está insertada en la Investigación.	X				
19	La propuesta de la Estrategia metodológica basada en aula invertida cumple con los requisitos.	X				
20	La propuesta de la Estrategia metodológica basada en aula invertida contiene fundamentos teóricos	X				

2.3. VALORACIÓN INTEGRAL DE LA PROPUESTA

N	Aspectos a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Pertinencia.	X				
2	Actualidad: La propuesta de la Estrategia metodológica basada en aula invertida tiene relación con el conocimiento científico del tema de Investigación.	X				
3	Congruencia interna de los diversos elementos propios del estudio de Investigación.	X				
4	El aporte de validación de la propuesta favorecerá el propósito de la tesis para su aplicación.	X				

Chiclayo, 15 de enero del 2021



Dr. Santos Henry Guevara Quiliche

Firma del experto
DNI N° 17629546

Agradezco su gratitud por sus valiosas consideraciones:

Nombre: **Santos Henry Guevara Quiliche**

Dirección electrónica: sguevara@unprg.edu.pe

Teléfono: **959399030**

Gracias por su valiosa colaboración.

INSTRUMENTO PARA VALIDAR LA PROPUESTA POR EXPERTOS.

I.- DATOS GENERALES Y AUTOEVALUACIÓN DEL EXPERTO

Estimado Doctor (a) **Rubén Esteban Burga Barboza**

Solicito su apoyo profesional para que emita juicios sobre la propuesta: **“ESTRATEGIA METODOLÓGICA BASADA EN AULA INVERTIDA PARA LA MEJORA DEL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN MATEMÁTICA, EN LA UNIDAD DE SOLUCIÓN DE ECUACIONES NO LINEALES DE LA ASIGNATURA “MÉTODOS NUMÉRICOS PARA INGENIERÍA”, EN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO”**, para alcanzar este objetivo usted ha sido seleccionado como experto en la materia y necesito su valiosa opinión. Para ello debe marcar con una (X) en la columna que considere para cada aspecto a evaluar.

1. Datos generales del experto encuestado:

- 1.1. Años de experiencia en la Educación: 21
- 1.2. Cargo que ha ocupado: Docente
- 1.3. Institución Educativa donde labora actualmente: **Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo**
- 1.4. Especialidad: Matemática
- 1.5. Grado académico alcanzado: **Doctor en Matemática.**

2. Test de autoevaluación del experto:

- 2.1 Señale su nivel de dominio acerca de la esfera sobre la cual se consultará, marcando con una cruz o aspa sobre la siguiente escala (Dominio mínimo = 1 y dominio máximo= 10)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								X	

- 2.2 Evalúe la influencia de las siguientes fuentes de argumentación en los criterios valorativos aportados por usted:

Fuentes de argumentación	Grado de influencia en las fuentes de argumentación		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por Ud.	X		
Su propia experiencia.	X		
Trabajos de autores nacionales.		X	
Trabajos de autores extranjeros.	X		
Conocimiento del estado del problema en su trabajo propio.	X		
Su intuición.	X		

II. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA POR LOS EXPERTOS

Nombres y apellidos del experto	Rubén Esteban Burga Barboza
---------------------------------	------------------------------------

Se ha elaborado un instrumento para que se evalúe un **desarrollo de competencias en matemática**

Por las particularidades del indicado Trabajo de Investigación es necesario someter a su valoración, en calidad de experto; aspectos relacionados con la variable de estudio: **estrategia metodológica basada en aula invertida**

Mucho le agradeceré se sirva otorgar según su opinión, una categoría a cada ítem que aparece a continuación, marcando con una **X** en la columna correspondiente. Las categorías son:

Muy adecuado (MA)
Bastante adecuado (BA)
Adecuado (A)
Poco adecuado (PA)
Inadecuado (I)

Si Ud. considera necesario hacer algunas recomendaciones o incluir otros aspectos a evaluar, le agradezco sobremanera.

2.1. ASPECTOS GENERALES:

N°	Aspectos a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
2	Representación gráfica de la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
3	Secciones que comprende.	X				
4	Nombre de estas secciones.	X				
5	Elementos componentes de cada una de sus secciones.	X				
6	Relaciones de jerarquización de cada una de sus secciones.	X				
7	Interrelaciones entre los componentes estructurales de estudio.	X				

2.2. CONTENIDO

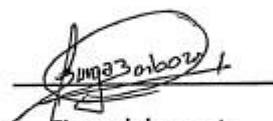
N°	Aspecto a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
2	Las estrategias están bien elaboradas para la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
3	Programaciones de capacitación con profesionales.	X				
4	Coherencia entre el título y la propuesta de Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
5	Existe relación entre las estrategias programadas y el tema.	X				
6	Guarda relación el Programa con el objetivo general.	X				
7	El objetivo general guarda relación con los objetivos específicos.	X				
8	Relaciones de los objetivos específicos con las actividades a trabajar.	X				
9	Las estrategias guardan relación con la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
10	El organigrama estructural guarda relación con la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
11	Los principios guardan relación con el objetivo.	X				
12	El tema tiene relación con la propuesta de la Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				

N°	Aspecto a evaluar	MA	BA	A	PA	I
13	La fundamentación tiene sustento para la propuesta de Estrategia metodológica basada en aula invertida	X				
14	La Estrategia metodológica basada en aula invertida contiene viabilidad en su estructura	X				
15	El monitoreo y la evaluación de la Estrategia metodológica basada en aula invertida son adecuados	X				
16	Los contenidos de la Estrategia metodológica basada en aula invertida tienen impacto académico y social.	X				
17	La propuesta tiene sostenibilidad en el tiempo y en el espacio	X				
18	La propuesta está insertada en la Investigación.	X				
19	La propuesta de la Estrategia metodológica basada en aula invertida cumple con los requisitos.	X				
20	La propuesta de la Estrategia metodológica basada en aula invertida contiene fundamentos teóricos	X				

2.3. VALORACIÓN INTEGRAL DE LA PROPUESTA

N	Aspectos a evaluar	MA	BA	A	PA	I
1	Pertinencia.	X				
2	Actualidad: La propuesta de la Estrategia metodológica basada en aula invertida tiene relación con el conocimiento científico del tema de Investigación.	X				
3	Congruencia interna de los diversos elementos propios del estudio de Investigación.	X				
4	El aporte de validación de la propuesta favorecerá el propósito de la tesis para su aplicación.	X				

Chiclayo, 15 de enero del 2021.


 Firma del experto
 DNI N° / 6761647

Agradezco su gratitud por sus valiosas consideraciones:

Nombre: **Rubén Esteban Burga Barboza**

Dirección electrónica: **rburga@unprg.edu.pe**

Teléfono: **979939276**

ANEXO Nro. 07 TABLAS

Tabla 1

Comparación de Tiempo de Clase entre Aula Tradicional y Aula Invertida

AULA TRADICIONAL		AULA INVERTIDA	
Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo
Actividad de Calentamiento	5 min.	Actividad de Calentamiento	5 min.
Repasar la tarea de la noche anterior	20 min,	Preguntas y respuestas con tiempo sobre vídeo	10 min.
Contenido de nueva conferencia	30-45 min.		
Práctica guiada e independiente y/o actividad de laboratorio	20-35 min.	Práctica guiada e independiente y/o actividad de laboratorio	75 min.

Nota. La Tabla 1 muestra la ganancia de tiempo para prácticas con el modelo aula invertida (Bergman & Sams, 2012, p. 15)

Tabla 2

Tipos de percepción y de procesamiento de información según Kolb

Dimensiones del Aprendizaje	
Percepción de información	Procesamiento de información
Por experiencias concretas	Por experiencias activas
Por conceptualización abstracta	Por observación reflexiva

Nota. La tabla 2. muestra las dimensiones y subdimensiones del aprendizaje según Kolb (Rodríguez Cepeda, 2018)

Tabla 3.*Características de los estilos de aprendizaje propuestos por Kolb*

Estilo de aprendizaje	Características generales	Actividades que les favorecen	Actividades que no les favorecen
Convergente	Pragmático, racional, analítico, organizado, orientado a tarea, disfruta aspectos técnicos, es experimentador, poco empático, hermético, poco imaginativo, líder, insensible, deductivo	Desafíos. Actividades cortas. Resultados inmediatos. Emoción, drama y crisis.	Adoptar un rol pasivo. Cuando tiene que asimilar, analizar e interpretar datos, Trabajo independiente.
Divergente	Sociable, sintetiza bien, genera ideas, soñador, valora la comprensión, orientado a las personas, espontáneo, empático, imaginativo, emocional, flexible, intuitivo	Adoptando la postura de observador. Analizando. Pensar antes de actuar.	Actuar sin planear. Presión del tiempo.
Asimilador	Poco sociable, sintetiza bien, genera modelos, reflexivo, pensador abstracto, orientado a la reflexión, disfruta la teoría, poco empático, hermético, disfruta el diseño, planificador, poco sensible, investigador	Utilizando teorías y modelos. Ideas con desafíos. Indagación.	Actividades ambiguas. Situaciones que involucren sentimientos. Actuar sin fundamento teórico.
Acomodador	Sociable, organizado, acepta retos, impulsivo, busca objetivos, orientado a la acción, depende de los demás, poco analítico, empático, abierto, asistemático, espontáneo, flexible, comprometido	Relación teoría-práctica, Ven trabajar a los demás. Práctica inmediata de lo aprendido.	Poca relación de lo aprendido con sus necesidades. Sin una finalidad aparente.

Nota. La Tabla 3. Contiene las características, actividades que les favorecen y actividades que no les favorecen de cada estilo de aprendizaje propuesto por Kolb (Rodríguez Cepeda, 2018).

Tabla 4.

Características de las inteligencias múltiples de Gardner

INTELIGENCIA	CARACTERÍSTICAS
lingüística	Este tipo de inteligencia está relacionada con el uso de la palabra escrita y oral, para comunicarse y establecer conexión con el mundo que le rodea. Las personas que desarrollan ésta inteligencia utilizan el lenguaje como herramienta de interacción con el entorno y desarrollan competencias para realizar actividades como describir, narrar, observar, comparar, relatar, valorar y resumir.
corporal kinestésica	Se relaciona con las capacidades y habilidades propias para reconocer y manejar el propio cuerpo, como la práctica del deporte, además de la facilidad para crear nuevas cosas. Se destaca principalmente por competencias específicas de coordinación, equilibrio, fuerza, velocidad, etc. Lo que constituye las características cognitivas propias del uso corporal.
lógico matemática	Esta inteligencia se destaca por la habilidad para llevar a cabo cálculos, operaciones matemáticas complejas, establecer y comprobar hipótesis. Facilita además la capacidad para establecer relaciones lógicas, manejo de proposiciones y facilidad para clasificar, categorizar y resolver problemas.
interpersonal	Se considera como la base fundamental del establecimiento de relaciones humanas e implica la habilidad para interactuar y relacionarse con el mundo exterior, a través de estrategias asertivas, empatía, solidaridad y excelente comunicación. Lleva consigo la capacidad de escuchar y comprender a los demás. Las personas con éste tipo de inteligencia suelen tener una gran autoestima y autoconocimiento.
musical	Se encuentra relacionada con la habilidad para apreciar y producir ritmos y diferentes tonos musicales y con la habilidad para interpretar instrumentos, algunos de sus sistemas simbólicos son las notaciones musicales y el código morse, maneja diferentes formas de manifestar las expresiones musicales.
intrapersonal	Aquellas personas que suelen vivir en su mundo interior, desarrollan una importante sabiduría interna, Gardner reconoció esto como un factor importante de fuente del conocimiento. Suelen ser personas muy automotivadas y con gran capacidad para reconocerse a sí mismas, reflexivas.
visual espacial	Las personas que poseen éste tipo de inteligencia manifiestan gran habilidad con el manejo de imágenes, además de tener capacidad para percibir el mundo espacial y representar una experiencia abstracta y visual. Ésta inteligencia involucra además un sentido muy sensible a los colores, el análisis de líneas, formas y espacios.
naturalista	Es la manifestación de una alta sensibilidad por el mundo natural, interés por la investigación y la exploración del medio. Las personas que poseen este tipo de inteligencia manifiestan gran interés por el medio natural, su observación y reconocimiento de las especies que hacen parte de él.

Nota. La tabla 4 contiene las ocho inteligencias definidas por Gardner y sus características (Paredes, Verney, y Tolosa, 2018)

Tabla 10

Promedio y porcentaje de respuestas correctas por indicadores según ítems de test de diagnóstico

INDICADORES	ITEMS								fp	%p	
	1	2	3	4	5	6	7	8			
1) Indica si una fórmula o identidad matemática dada es una ecuación no lineal	33									33	89.19
2) Elabora el modelo matemático de un fenómeno o problema de la realidad dado		26							3	14.50	39.19
3) Localiza gráfica y/o analíticamente las raíces reales de una ecuación no lineal dada, empleando TICs en forma eficiente y responsable		26	0	26			11	3		13.20	35.68
4) Hace un gráfico para interpretar cualquiera de los métodos: bisección, falsa posición, Newton-Raphson, la secante o Müller		26	0	26			11	3		13.20	35.68
5) Calcula aproximadamente con n decimales exactos las raíces reales de una ecuación no lineal dada por el método de bisección, falsa posición, Newton-Raphson, la secante o Müller, empleando TICs en forma eficiente y responsable		26	0	26				3		13.75	37.16
6) Determina el método más adecuado para calcular las raíces de una ecuación no lineal no polinómica dada					3			3		3	8.11
7) Determina el número de raíces reales positivas y negativas de una ecuación polinómica dada usando la regla de Descartes		26				25				25.50	68.92
8) Determina el número de raíces reales de una ecuación polinómica dada en un intervalo cerrado dado usando la regla de Budán		26				25				25.50	68.92
9) Calcula aproximadamente con n decimales exactos las raíces de una ecuación polinómica dada por el método de Müller, empleando TICs en forma eficiente y responsable							11			11	29.73
10) Evidencia orden y puntualidad en las actividades y tareas programadas	33	26	0	26	3	25	11	3		15.88	42.92
11) Cumple con sus deberes individuales y grupales con eficiencia, responsabilidad y actitud dialógica	33	26	0	26	3	25	11	3		15.88	42.92

Nota. Fuente: test de diagnóstico aplicado a los estudiantes de "Métodos Numéricos para Ingeniería" de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG.

Tabla 12*Consolidado de resultados del test de diagnóstico*

N°	P0 (0p)	P1 (2p)	P2 (3p)	P3 (3p)	P4 (3p)	P5 (2p)	P6 (2p)	P7 (2p)	P8 (3p)	NOTA
01	CC/LT	X	X							05
02	CC/LT/ML	X	X		X	X		X	X	15
03	CC/LT/ML	X	X		X		X			10
04	CC/LT	X	X				X			07
05	CC/LT/ML	X	X		X	X		X	X	15
06	CC/LT	X			X		X			07
07										00
08	CC/LT/ML	X	X		X		X			10
09	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
10	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
11	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
12	CC/LT	X	X		X		X			10
13	CC/LT	X	X				X			07
14	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
15	CC/LT	X	X		X		X			10
16	CC/LT	X	X				X			07
17	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
18										00
19	CC/LT	X			X		X			07
20	CC/LT/ML	X	X		X		X			10
21										00
22	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
23	CC/LT	X	X							05
24										00
25	CC/LT	X			X		X			07
26	CC/LT	X			X					05
27	CC/LT	X	X							05
28	CC/LT	X			X		X			07
29	CC/LT	X	X		X		X			10
30	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
31	CC/LT	X	X		X		X			10
32	CC/LT/ML	X	X		X		X	X		12
33	CC/LT/ML	X	X		X		X			10
34	CC/LT	X	X							05
35	CC/LT	X			X		X			07
36	CC/LT/ML	X	X		X	X		X	X	15
37	CC/LT	X			X		X			07
	33/33/15	33	26	0	26	3	25	11	3	

Nota. Fuente: test de diagnóstico aplicado a los estudiantes de "Métodos Numéricos para Ingeniería" de ingeniería mecánica-eléctrica de la UNPRG.

ANEXO Nro. 08 FIGURAS

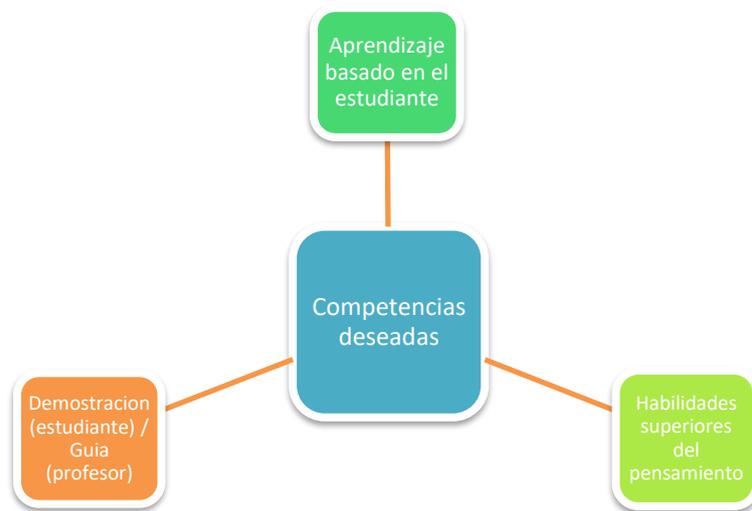


Figura 1. Componentes de un aula invertida (Martínez, Esquivel, y Martínez-Castillo, Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: origen, sustento e implicaciones, 2014, p. 146)

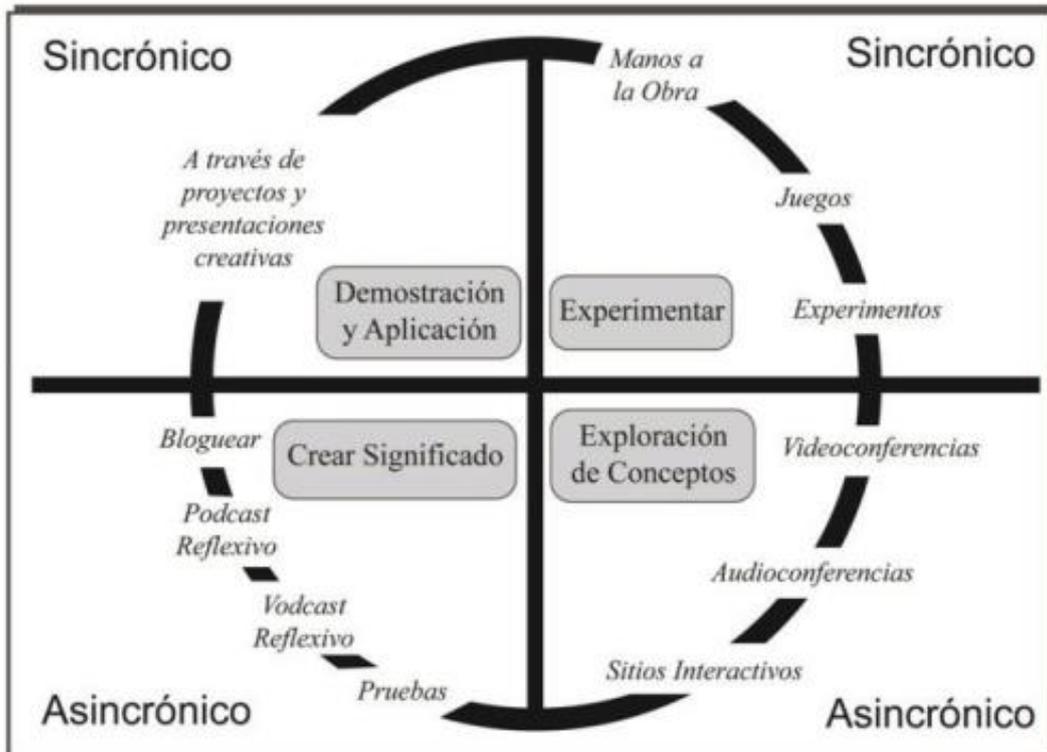


Figura 2. Estructura del aula invertida (Martínez et al., Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: origen, sustento e implicaciones, 2014)



Figura 3. Derivación de cursos a partir de las competencias (VRACAD-UNPRG, 2019).



Figura 4. Zona de desarrollo próximo (Harasim, 2017).

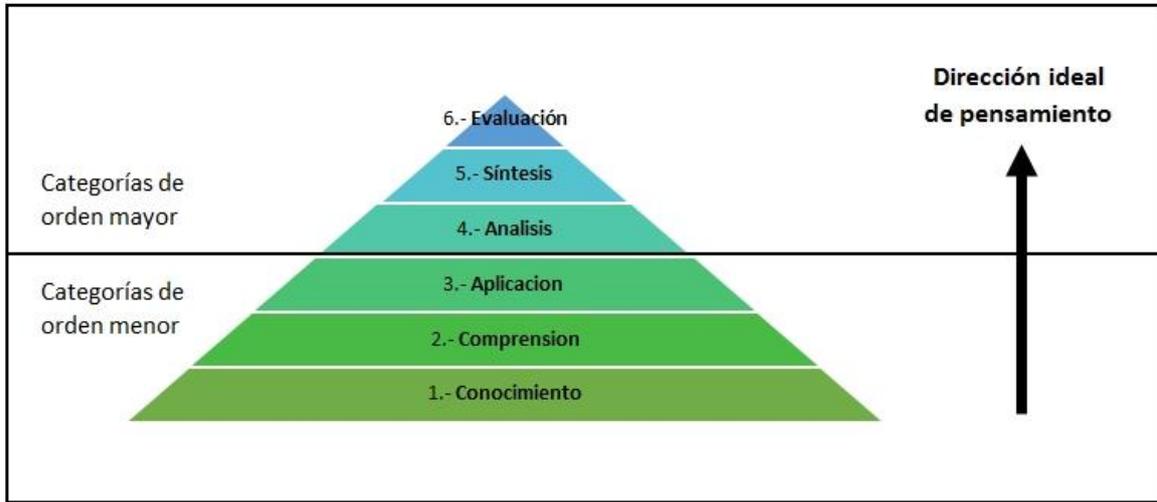


Figura 5. Taxonomía de Bloom (ANECA, 2013).



Figura 6. Verbos correspondientes a cada categoría de la taxonomía de Bloom (ANECA, 2013)

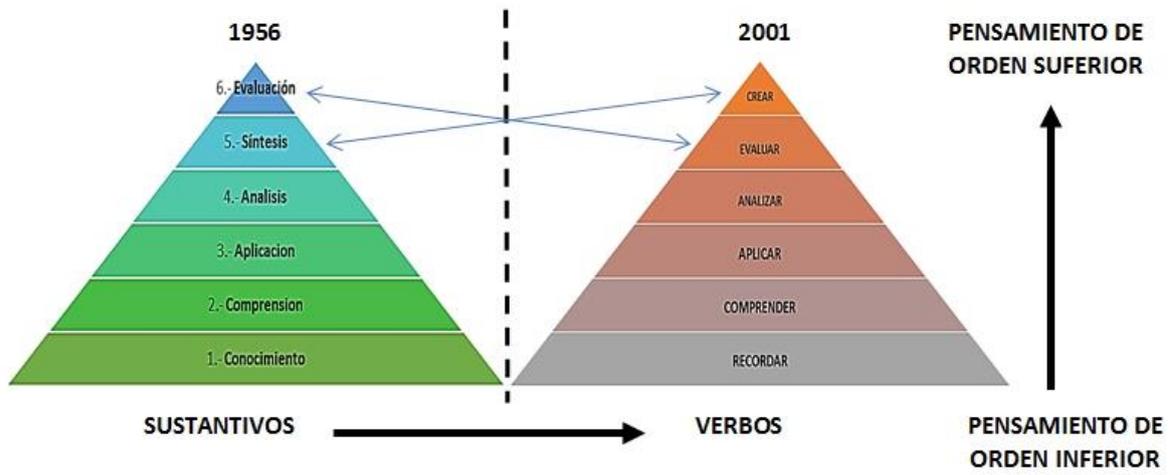


Figura 7. Comparación entre la taxonomía de Bloom (1956) y la taxonomía revisada de Bloom (2001) (Andrade y Chacón, 2018).

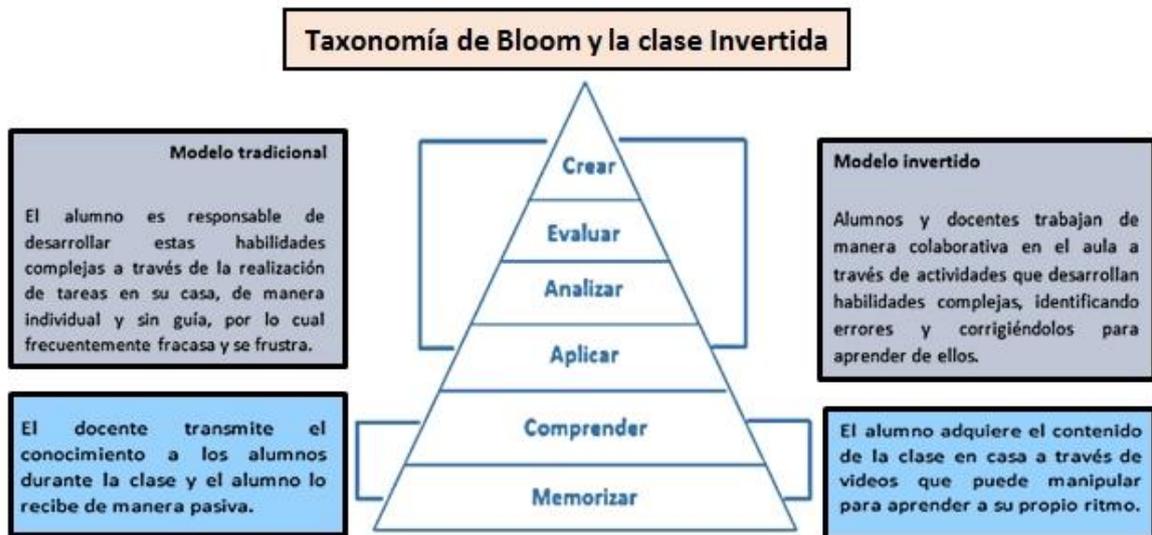


Figura 8. Relación de la taxonomía de Bloom con la clase invertida (Andrade y Chacón, 2018).

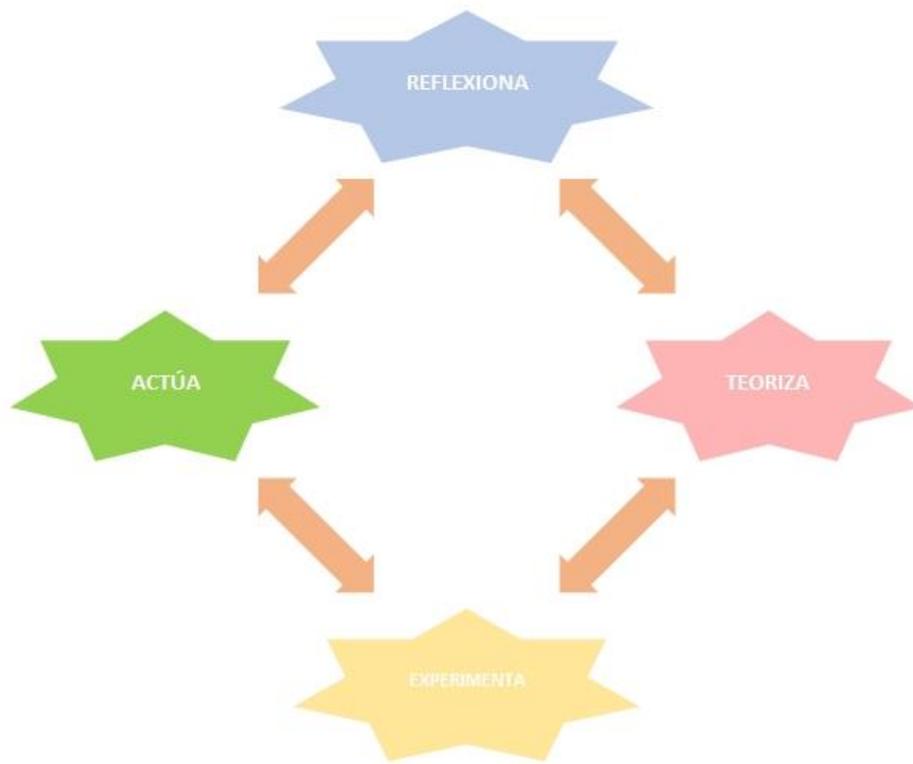


Figura 9. Aprendizaje óptimo según Kolb (Rodríguez Cepeda, 2018).



Figura 10. Matriz de cuatro cuadrantes de los estilos de aprendizaje de Kolb (Rodríguez Cepeda, 2018).

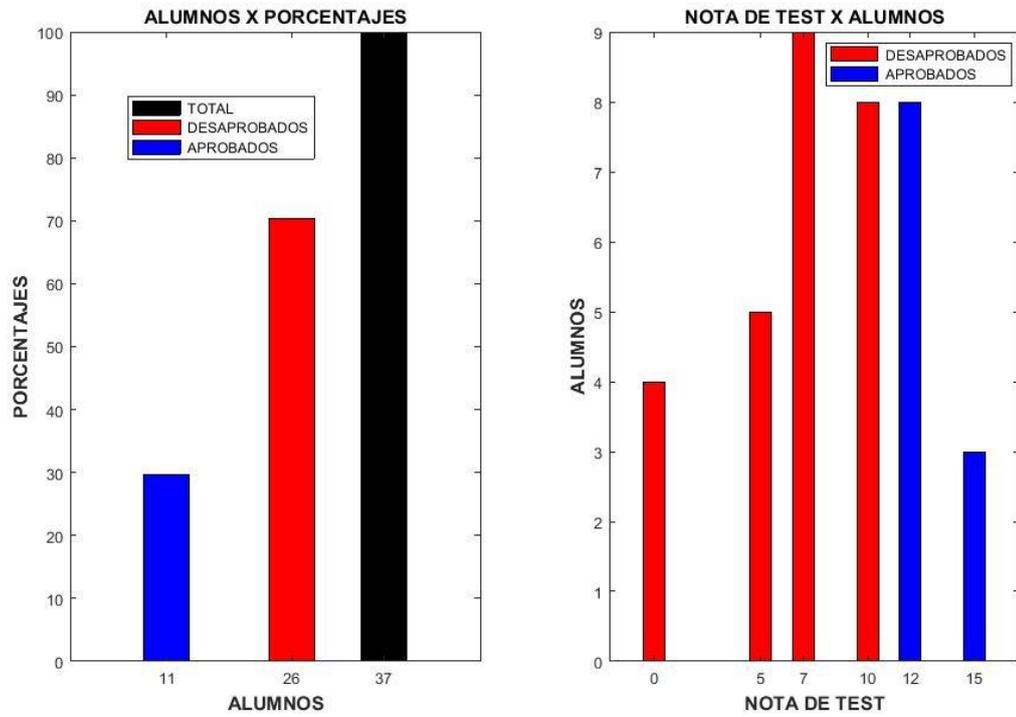


Figura 12: Resultados del test de diagnóstico (elaboración propia)

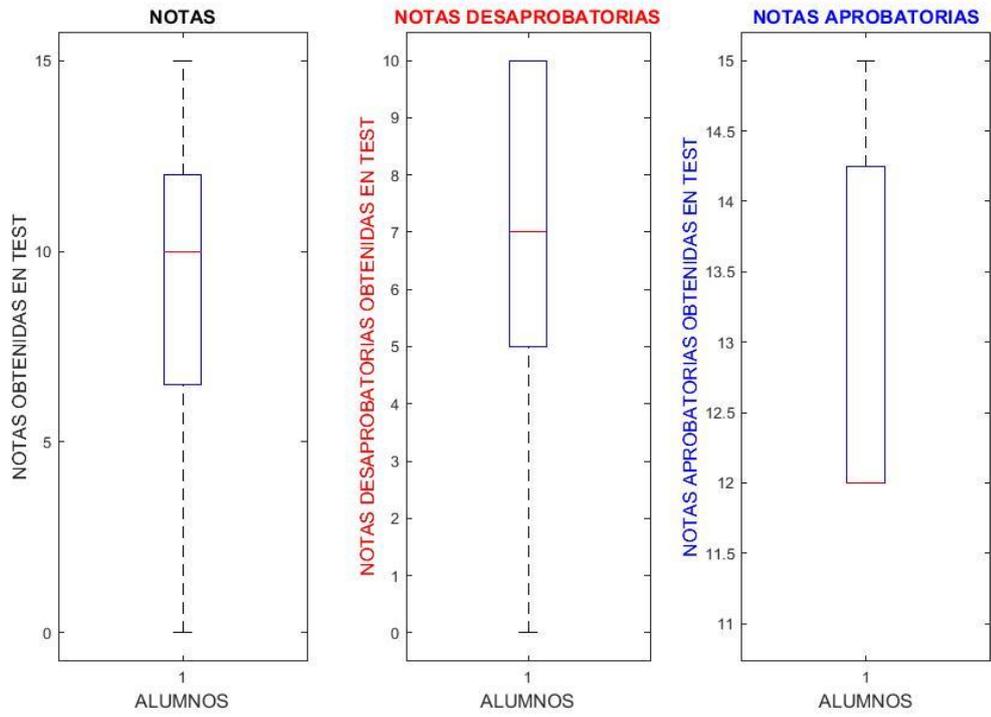


Figura 13: Diagramas de caja con resultados del test (elaboración propia)

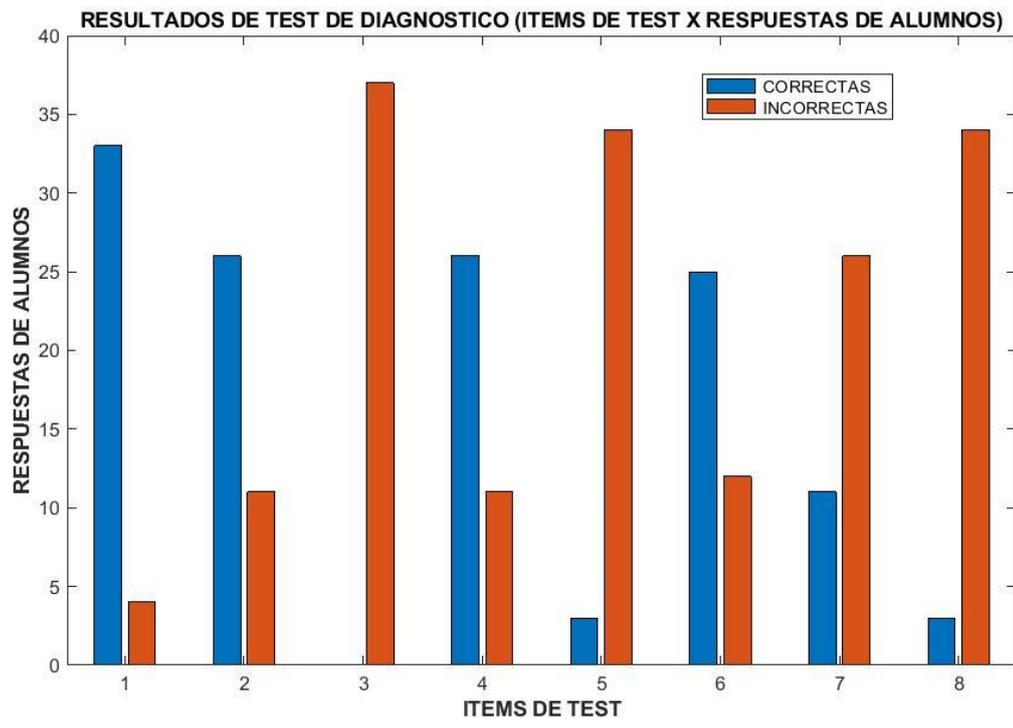


Figura 14: Respuestas de ítems del test de diagnóstico (elaboración propia)