UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
ESCUELA DE POSGRADO



NIVEL DEL LOGRO DEL APRENDIZAJE DE FÍSICA I DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL AL APLICAR EL SISTEMA 4MAT

Tesis para optar el grado académico de

DOCTOR EN EDUCACIÓN

EDILBERTO VALENCIA SALAZAR

PUCALLPA-PERÚ

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
ESCUELA DE POSGRADO

ANEXO N° 4

OBTENCION DEL GRADO DE MAESTRO O DOCTOR

En la Sala de Grados de la Escuela de Posgrado de la UNU, siendo las 9:30 horas, del día 30 de ABRIL del 2026, ante el Jurado de Tesis constituido por :

PRESIDENTE: DR: EDGAR VICENTE SANTA CRUZ
SECRETARIO: DRA: LLESICA SORIA RAMIREZ
VOCAL: DRA: FREYSI LILIAN LING VILLACREZ

Don(ña) EDILBERTO VALENCIA SALAZAR aspirante al Grado de MAESTRO en ..... Mención ..... o DOCTOR en EDUCACIÓN inicia el acto defensa pública con la exposición de la tesis titulada NIVEL DEL LOGRO DEL APRENDIZAJE DE FISICA I DE ESTUDIANTES DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL AL APLICAR EL SISTEMA 4MAT

Concluido el acto de sustentación los miembros del Jurado procedieron a evaluar al sustentante obteniendo el siguiente puntaje, considerando los criterios siguientes:

N°	CRITERIO	RANGO	PUNTAJE
1	Presentación personal	0 - 4	4
2	Dicción y dominio de escenario	0 - 4	3
3	Desarrollo del contenido: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y Recomendaciones	0 - 4	3
4	Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente	0 - 4	3
5	Aporte a la maestría o mención y a la comunidad	0 - 4	2
TOTAL			15

Calificación: Puntaje ejemplo: 18/20 15 / 20
Conclusiones: [Aprobado, Aprobado con distinción, Aprobado con observaciones, Desaprobado] APROBADO
Observaciones: [Si las hubiera] - -
Recomendaciones: [Si las hubiera] - -

Los miembros del Jurado, firman el presente Acta en señal de conformidad, en Pucallpa, siendo las 10:40 horas del 30 de ABRIL del 2026

PRESIDENTE SECRETARIO VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº V/386-2025.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"NIVEL DEL LOGRO DEL APRENDIZAJE DE FÍSICA I DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL AL APLICAR EL SISTEMA 4MAT"

Autor(es)	:	**VALENCIA SALAZAR, EDILBERTO**
Escuela	:	**POSGRADO**
Doctorado	:	**EDUCACIÓN.**
Asesor(a)	:	**Dra. ELESPURO MAJAR, TERESA DE JESÚS**

Presenta un **porcentaje de similitud de 2%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 05/08/2025

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Edilberto Valencia Salazar

Autor de la tesis titulada: Nivel del logro del aprendizaje de Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema YMAT

Sustentada el año: 2026

Asesor(a): Dra. Teresa de Jesus Elespuru Najar

Escuela de Posgrado

Doctorado: Educación

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 16/01/2026

Email: edivasa6@hotmail.com Firma:

Teléfono: 961986435 DNI: 09556233

DEDICATORIA

A mi amada esposa Emilda

*Edilberto

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi esposa Emilda y a mi hijo Juan, quienes han sido el soporte fundamental para seguir luchando y progresar profesionalmente. Hago extensivo este reconocimiento a mi asesora, la Dra. Teresa de Jesús Elespuro Najar, por su guía y asistencia en el desarrollo de esta tesis; asimismo, al Dr. Walter Pineda, por su paciencia y acertados consejos.

Agradezco también a mis amigos Carlos F., Taylor D., Fulgencio V., Nazario V., y de manera especial a Segundo V., por sus constantes orientaciones. Por último, mi gratitud a los discentes del tercer ciclo (semestres 2023-I y II) de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Edilberto

RESUMEN

Esta investigación aborda el bajo rendimiento académico universitario en la asignatura de Física I. El objetivo general fue demostrar la mejora significativa en el nivel de logro de aprendizaje en Mecánica Rotacional de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial mediante la metodología del Sistema 4MAT. Metodológicamente, se aplicó un enfoque cuantitativo con diseño cuasiexperimental de corte transversal. Para la recolección de datos se utilizó una prueba de conocimientos y una escala actitudinal, validadas por juicio de expertos y con una confiabilidad de ,82 (KR-20). La población constó de 108 estudiantes matriculados en los semestres 2023-I y 2023-II de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, seleccionando una muestra intencional de 23 estudiantes para el Grupo Experimental (GE) y 23 para el Grupo de Control (GC). Para la evaluación, se operacionalizaron las dimensiones cognitivas de Evocación, Comprensión y Aplicación (Taxonomía Revisada de Bloom) y la dimensión Actitudinal. Los resultados del análisis inferencial demostraron divergencias estadísticas altamente significativas entre ambos grupos en el nivel de logro general ($p = ,001 < \alpha = ,05$). Asimismo, se observó un incremento crítico en las medias del GE tras la intervención y magnitudes del efecto muy altas (d de Cohen entre 1,36 y 2,00). Se concluye que la aplicación sistemática del Sistema 4MAT optimiza sustancialmente el rendimiento académico y promueve una disposición afectiva favorable hacia la física en entornos interculturales universitarios.

Palabras clave: Sistema 4MAT, aprendizaje de la física, taxonomía de Bloom, rendimiento académico.

ABSTRACT

This research addresses the low university academic performance in Physics I. The general objective was to demonstrate a significant improvement in the learning achievement level in Rotational Mechanics among Agroindustrial Engineering students through the 4MAT System methodology. Methodologically, a quantitative approach with a cross-sectional quasi-experimental design was applied. Data collection was performed using a knowledge test and an attitudinal scale, validated by expert judgment and achieving a reliability of .82 (KR-20). The population consisted of 108 students enrolled during the 2023-I and 2023-II semesters at the Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, selecting a purposive sample of 23 students for the Experimental Group (EG) and 23 for the Control Group (CG). For evaluation, the cognitive dimensions of Evocation, Comprehension, and Application (Bloom's Revised Taxonomy) and the Attitudinal dimension were operationalized. Inferential analysis results demonstrated highly significant statistical divergences between both groups in the general achievement level ($p = .001 < \alpha = .05$). Furthermore, a critical increase in EG mean scores after the intervention and very high effect sizes (Cohen's d between 1.36 and 2.00) were observed. It is concluded that the systematic application of the 4MAT System substantially optimizes academic performance and fosters a favorable affective disposition toward physics within intercultural university environments.

Keywords: 4MAT system, physics learning, Bloom's taxonomy, academic performance.

RESUMO

Esta investigação aborda o baixo rendimento académico universitário na disciplina de Física I. O objetivo geral foi demonstrar a melhoria significativa no nível de aproveitamento da aprendizagem em Mecânica Rotacional de estudantes de Engenharia Agroindustrial através da metodologia do Sistema 4MAT. Metodologicamente, aplicou-se uma abordagem quantitativa com desenho quase-experimental de corte transversal. Para a recolha de dados, utilizou-se um teste de conhecimentos e uma escala de atitudes, validados por parecer de peritos e com uma fiabilidade de 0,82 (KR-20). A população constou de 108 estudantes matriculados nos semestres 2023-I e 2023-II da Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, selecionando uma amostra intencional de 23 estudantes para o Grupo Experimental (GE) e 23 para o Grupo de Controlo (GC). Para a avaliação, foram operacionalizadas as dimensões cognitivas de Evocação, Compreensão e Aplicação (Taxonomia Revisada de Bloom) e a dimensão Atitudinal. Os resultados da análise inferencial demonstraram divergências estatísticas altamente significativas entre ambos os grupos no nível de aproveitamento geral ($p = 0,001 < \alpha = 0,05$). Além disso, observou-se um aumento crítico nas médias do GE após a intervenção e magnitudes de efeito muito elevadas (d de Cohen entre 1,36 e 2,00). Conclui-se que a aplicação sistemática do Sistema 4MAT otimiza substancialmente o rendimento académico e promove uma disposição afetiva favorável em relação à física em ambientes universitários interculturais.

Palavras-chave: Sistema 4MAT, aprendizagem da física, taxonomia de Bloom, rendimento académico.

INTRODUCCIÓN

La educación global, nacional y local atraviesa una profunda crisis condicionada por factores macroestructurales, tales como las transiciones demográficas contemporáneas y la marcada ausencia de políticas estatales efectivas enfocadas en infraestructura, equipamiento especializado de laboratorios, diversificación de programas académicos y actualización de metodologías pedagógicas. Estas deficiencias sistemáticas limitan de manera crítica la construcción de soluciones integrales viables orientadas a garantizar una inclusión educativa equitativa y sin excepciones. Asimismo, las mallas curriculares vigentes destinadas a la formación de futuros profesionales carecen, en múltiples escenarios de la educación superior, de criterios rigurosos de calidad y de contenidos científicos sólidos respaldados por las demandas tecnológicas actuales (Casadellà et al., 2022).

Afrontar y resolver los desafíos educativos contemporáneos constituye una tarea de alta complejidad debido a su naturaleza intrínsecamente multifactorial. Este fenómeno involucra dinámicas interrelacionadas que abarcan desde variables socioeconómicas e institucionales hasta entornos de estudio inadecuados y la prescripción de metodologías de enseñanza tradicionales y desfasadas por parte del cuerpo docente (Buckner & Abdelaziz, 2023). Como consecuencia directa de esta problemática estructural, las instituciones universitarias experimentan una elevada tasa de deserción estudiantil y un índice preocupante de desaprobación en las asignaturas de ciencias básicas durante los primeros ciclos formativos. Este patrón responde tanto al desinterés generalizado y a los sesgos cognitivos o estigmas negativos que los estudiantes poseen respecto a asignaturas complejas como la Física y la Matemática, como a prácticas didácticas lineales que ignoran las demandas contextuales y no consideran los estilos de aprendizaje individuales, es decir, los canales particulares mediante los cuales el estudiante percibe, decodifica y procesa activamente la información científica.

Esta crisis educativa impacta de manera directa en el contexto de las universidades públicas del Perú y, de forma particular, en las escuelas profesionales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA), situada en la región de Ucayali. En esta casa de estudios se evidencia de forma recurrente un elevado porcentaje de desaprobación, rezago académico y una actitud de marcada apatía hacia el aprendizaje formal de las ciencias físicas básicas. Frente a este escenario problemático, la presente investigación plantea responder a la siguiente interrogante científica: ¿En qué medida la aplicación del Sistema 4MAT modifica el nivel de logro en

el aprendizaje de la Física I, específicamente en el tema de Mecánica Rotacional, en los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNIA?

En este marco conceptual, el Sistema 4MAT se adopta como el modelo teórico rector de los procesos de enseñanza-aprendizaje y planificación didáctica, en tanto que propone una secuencia instruccional de base cíclica diseñada para estimular de forma equilibrada los diferentes cuadrantes de asimilación cerebral y cognitiva. Este enfoque comprende ocho fases operativas rigurosamente estructuradas: (a) conectar, (b) examinar, (c) imaginar, (d) informar, (e) practicar, (f) extender, (g) refinar y (h) realizar (Irfan et al., 2016; McCarthy, 2018; McCarthy & McCarthy, 2006). Por consiguiente, el propósito fundamental de esta investigación es implementar experimentalmente la metodología del Sistema 4MAT en los estudiantes del tercer ciclo de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial que cursan la asignatura de Física I, con la finalidad de elevar significativamente sus niveles de logro cognitivo en el tema de Mecánica Rotacional y, simultáneamente, promover un cambio actitudinal favorable y motivado hacia el estudio de la materia.

Para evaluar con rigor metodológico el cumplimiento de los objetivos y verificar la significancia del cambio en los resultados de aprendizaje —tanto en sus dimensiones cognitivas como afectivas—, el estudio se fundamenta en los criterios de la Taxonomía Revisada de Bloom (RBT, por sus siglas en inglés). Esta herramienta taxonómica e instrumental permite clasificar secuencialmente los niveles de logro mediante las dimensiones de Evocación, Comprensión y Aplicación, asumiendo que una intervención didáctica con base científica no solo propicia la adquisición de nuevos conocimientos factuales, sino que desarrolla habilidades analíticas superiores para el aprendizaje y transferencia eficaz de las ciencias aplicadas (Santana, 2019).

Finalmente, el cuerpo de esta tesis se encuentra formalmente estructurado en nueve capítulos correlativos para garantizar su coherencia expositiva:

Capítulo I: expone detalladamente el planteamiento y la formulación del problema, la delimitación conceptual, los objetivos: general y específicos, las limitaciones iniciales y la justificación teórica y práctica de la investigación.

Capítulo II: presenta el marco teórico conceptual, la revisión crítica de los antecedentes nacionales e internacionales y los fundamentos científicos y pedagógicos que respaldan experimentalmente el estudio.

Capítulo III: detalla con precisión la estrategia metodológica, el diseño de investigación cuasiexperimental, el programa de actividades basado en el Sistema

4MAT, la operacionalización de las variables, la selección muestral, así como las pruebas de validez, confiabilidad y técnicas de recojo de información.

Capítulo IV: expone de manera sistemática los resultados cuantitativos obtenidos y el desarrollo formal del contraste de las hipótesis generales y específicas. Capítulo V: desarrolla la discusión crítica de los hallazgos en contraste con la literatura científica preexistente.

Finalmente, se detallan las conclusiones definitivas del estudio derivadas del análisis estadístico inferencial, así como las recomendaciones y futuras líneas de investigación sugeridas para la comunidad académica. Asimismo, se consigna la totalidad de las referencias bibliográficas consultadas, estructuradas estrictamente bajo la normativa. Por último, se incluyen los anexos pertinentes, tales como los instrumentos de evaluación validados, las matrices de consistencia y el material complementario que respalda la transparencia y replicabilidad del trabajo experimental.

El presente estudio se entrega a la comunidad académica con la firme expectativa de aportar a las bases del conocimiento en la línea de la didáctica de las ciencias aplicadas, mitigar las brechas de rendimiento en los ciclos universitarios iniciales y despertar el interés científico innovador en los estudiantes dentro de un marco de respeto e inclusión intercultural amazonense.

Edilberto

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA…… v
AGRADECIMIENTOS…… vi
RESUMEN……... vii
ABSTRACT…… viii
RESUMO…….. ix
INTRODUCCIÓN…… x
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN…… 18
1.1. Descripción del problema……. 18
1.2. Formulación del problema…… 21
1.2.1. Problema general……... 21
1.2.2. Problemas específicos…….. 21
1.3. Objetivos……. 22
1.3.1. Objetivo general……. 22
1.3.2. Objetivos específicos…… 22
1.4. Hipótesis……. 22
1.4.1. Hipótesis general……... 22
1.4.2. Hipótesis específicas……. 22
1.5. Variables…… 23
1.5.1. Definición conceptual del Sistema 4MAT…… 23
1.5.2. Definición operacional del Sistema 4MAT…… 23
1.5.3. Definición conceptual del Logro de Aprendizaje de Física I 24
1.5.4. Definición operacional del Logro de Aprendizaje de Física I 24
1.6. Justificación e importancia…….. 25
1.7. Viabilidad…….. 27
1.8. Limitaciones……. 27
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO…… 28
2.1. Antecedentes…… 28
2.2. Bases teóricas…….. 31
2.2.1. Sistema 4MAT…….. 31
2.2.2. Rasgos fundamentales del Sistema 4MAT…… 33
2.2.3. Las 8 fases de un ciclo de instrucción bajo el Sistema 4MAT 36
2.2.4. Construcción de una actividad de instrucción bajo el Sistema 4MAT 37
2.2.5. Dimensiones del Sistema 4MAT…… 38
2.2.6. Logro de Aprendizaje de Física I…… 39

2.2.7. Dimensiones del Logro de Aprendizaje de Física-I…… 40
2.2.8. Aspectos complementarios del Logro de Aprendizaje de Física I 41
2.2.9. Logro de aprendizaje de Mecánica Rotacional…… 42
2.2.10. Indicadores del Nivel de Logro de Aprendizaje…… 42
2.3. Definiciones conceptuales……. 43
2.4. Bases epistémicas……. 46
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO…… 47
3.1. Tipo de investigación…… 47
3.2. Diseño y esquema de investigación…… 47
3.3. Población y muestra…… 48
3.3.1. Población…… 48
3.3.2. Muestra…… 48
3.4. Instrumentos de recolección de datos…… 49
3.5. Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos…… 54
3.5.1 Procesamiento de los datos…….. 54
3.5.2. Presentación de datos…… 55
CAPÍTULO IV: RESULTADOS…… 56
4.1. Niveles de logro del aprendizaje……. 56
4.2. Prueba de normalidad…….. 64
4.3. Contraste de la Hipótesis General……. 66
4.4. Contraste de Hipótesis Específicas…… 69
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS……..... 79
VI. CONCLUSIONES……... 83
VII. SUGERENCIAS…….. 85
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 87
VIII. ANEXOS……. 97
Anexo 1. Pretest y Postest…….. 98
Anexo 2. Test de Actitud…….. 105
Anexo 3. Cuestionario de Estilos de Aprendizaje…… 106
Anexo 4. Cuestionario de Hemisfericidad Cerebral……. 108
Anexo 5. Matriz de Consistencia…… 109
Anexo 6. Matriz de Validación por Criterio de Especialistas…… 115
Anexo 7. Sílabo de Física I……. 118
Anexo 8. Sesión de Aprendizaje de Mecánica Rotacional bajo el Sistema 4MAT 123
Anexo 9. Base de datos de la Muestra Piloto…….. 126
Anexo 10. Base de datos del Pretest y Postest……. 127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables de estudio: Sistema 4MAT y Logro de Aprendizaje de Física I 24

Tabla 2. Fases de aprendizaje y estimulación cerebral por cuadrantes (Sistema 4MAT)..... 36

Tabla 3. Distribución de la puntuación vigesimal de la UNIA por Nivel de Logro del Aprendizaje..... 43

Tabla 4. Esquema del diseño cuasi-experimental con el Sistema 4MAT 47

Tabla 5. Distribución Poblacional de Estudiantes de Ingeniería Agroindustrial de la UNIA (2023)..... 48

Tabla 6. Conformación de los grupos de estudio en los semestres 2023-I y 2023-II..... 49

Tabla 7. Consolidado de la validación del instrumento por indicador 51

Tabla 8. Resultados de la validación de los test de Mecánica Rotacional por ítem 52

Tabla 9. Niveles de confiabilidad según el Coeficiente de Kuder-Richardson... 52

Tabla 10. Grado de confiabilidad por dimensión del test piloto en Mecánica Rotacional mediante el estadístico Kuder-Richardson..... 53

Tabla 11. Escala de medición por variable y dimensión..... 53

Tabla 12. Resultados del Pretest en Mecánica Rotacional por Dimensiones y Nivel de Logro durante el Semestre 2023-I 56

Tabla 13. Frecuencias y Porcentajes del Pretest en Mecánica Rotacional, Semestre 2023-I 56

Tabla 14. Resultados del Postest en Mecánica Rotacional por Dimensiones y Nivel de Logro durante el Semestre 2023-I 57

Tabla 15. Frecuencias y Porcentajes del Postest en Mecánica Rotacional, Semestre 2023-I 58

Tabla 16. Resultados del Pretest en Mecánica Rotacional por Dimensiones y Nivel de Logro durante el Semestre 2023-II 59

Tabla 17. Frecuencias y Porcentajes del Pretest en Mecánica Rotacional, Semestre 2023-II 60

Tabla 18. Resultados del Postest en Mecánica Rotacional por Dimensiones y Nivel de Logro durante el Semestre 2023-II 60

Tabla 19. Frecuencias y Porcentajes del Postest en Mecánica Rotacional, Semestre 2023-II 61

Tabla 20. Caracterización de los Estilos de Aprendizaje y Hemisfericidad Cerebral del Grupo Experimental, Semestre 2023-I..... 62

Tabla 21. Caracterización de los Estilos de Aprendizaje y Hemisfericidad Cerebral del Grupo Experimental, Semestre 2023-II..... 63

Tabla 22. Resultados de la Prueba de Normalidad, Semestre 2023-I 65

Tabla 23. Resultados de la Prueba de Normalidad, Semestre 2023-II 65

Tabla 24. Resultados del Nivel de Logro de Aprendizaje y de la Magnitud de la Efectividad en Mecánica Rotacional para los Grupos Experimental y de Control (Semestres 2023-I y 2023-II)..... 67

Tabla 25. Resultados de la Dimensión Evocación en Mecánica Rotacional para los Grupos Experimental y de Control (Semestres 2023-I y 2023-II)... 70

Tabla 26. Resultados de la Dimensión Comprensión en Mecánica Rotacional para los Grupos Experimental y de Control (Semestres 2023-I y 2023-II)..... 72

Tabla 27. Resultados de la Dimensión Aplicación en Mecánica Rotacional para los Grupos Experimental y de Control (Semestres 2023-I y 2023-II)... 74

Tabla 28. Resultados de la Dimensión Actitudinal en Mecánica Rotacional para los Grupos Experimental y de Control (Semestres 2023-I y 2023-II)... 77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La secuenciación gráfica del Sistema 4MAT…… 37

Figura 2. Actividades de enseñanza aprendizaje de Mecánica Rotacional bajo el Sistema 4MAT…… 38

Figura 3. Representación del momento angular……. 45

Figura 4. Niveles de Logro del Aprendizaje en el pretest sobre Mecánica Rotacional, semestre 2023-I……. 58

Figura 5. Niveles de Logro del Aprendizaje en el Postest sobre Mecánica Rotacional, semestre 2023-I…….. 58

Figura 6. Niveles de Logro del Aprendizaje en el Pretest sobre Mecánica Rotacional, semestre 2023-II……. 60

Figura 7. Niveles de Logro del Aprendizaje en el Postest sobre Mecánica Rotacional, semestre 2023-II……. 62

Figura 8. Caracterización de los Estilos de Aprendizaje, Semestre 2023-I 63

Figura 9. Caracterización de los Estilos de Aprendizaje, Semestre 2023-II 64

Figura 10. *Distribución de los Puntajes del Nivel de Logro de Aprendizaje en los Grupos Experimental y de Control durante los Semestres 2023-I y 2023-II*…… 69

Figura 11. *Distribución de los Puntajes de la Dimensión Evocación en los Grupos Experimental y de Control durante los Semestres 2023-I y 2023-II*…… 71

Figura 12. Distribución de los Puntajes de la Dimensión Comprensión en los Grupos Experimental y de Control durante los Semestres 2023-I y 2023-II …… 73

Figura 13. *Distribución de los Puntajes de la Dimensión Aplicación en los Grupos Experimental y de Control durante los Semestres 2023-I y 2023-II* …….. 76

Figura 14. Distribución de los Puntajes de la Dimensión Actitudinal en los Grupos Experimental y de Control durante los Semestres 2023-I y 2023-II …….. 78

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

Entre finales del siglo XX y comienzos del siglo XXI, se ha demostrado que la enseñanza-aprendizaje tradicional no es compatible con la realidad en la que se desenvuelve la sociedad actual. Se ha observado que una de las dificultades de los egresados universitarios radica en que no demuestran poseer los saberes necesarios para el mundo laboral; en conclusión, las instituciones de educación superior no satisfacen las expectativas del sector productivo. Ante esto, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) propone que la educación debe fomentar cuatro pilares del conocimiento: ser, conocer, hacer y convivir; es decir, una educación integral (Aragón, 2016). En este contexto, cabe resaltar el «hacer», ya que, si no se consolida, las universidades quedarán rezagadas respecto a la realidad.

En el quehacer educativo se han propuesto diversos modelos de enseñanza-aprendizaje, cada uno con características empíricas propias y, en algunos casos, carentes de sustento científico. Desde la década de 1970 comenzó el interés por investigar la forma en que aprenden los estudiantes; es decir, el modo individual en que cada uno utiliza sus habilidades al momento de aprender, lo cual no está necesariamente relacionado con las aptitudes (Cuevas, 2015; Farid & Saif, 2014). Esta forma particular de aprender constituye el estilo de aprendizaje de cada estudiante, concepto introducido en 1960 por Rita Dunn (Erşen & Güven, 2018). Este enfoque posee gran relevancia, ya que, si se desconoce cómo aprende el educando, resulta complejo diseñar o aplicar estrategias para adecuar didácticamente los contenidos a su estilo, lo cual influye negativamente en el logro del aprendizaje (Cuevas, 2015; Segarra et al., 2015).

En la actualidad, existen investigaciones que indican una clara relación entre el estilo de pensamiento y el logro de aprendizaje del estudiante (Sarkingobir et al., 2023). A partir de la experiencia y el ejercicio docente, se evidencia que la enseñanza-aprendizaje de las ciencias —entre ellas la Física— ha sido, en muchos casos, estereotipada o mitificada sin fundamento por estudiantes de diversas disciplinas que la cursan como parte de su formación curricular (Chadwick, 2022). Por ejemplo, si en los programas de Ingeniería se omitiera el curso de Física solo para complacer a los estudiantes, se incurriría en un error perjudicial para el dominio de los contenidos científicos y las competencias que

fundamentan dicha carrera. Si bien la Física es una ciencia que requiere un mayor esfuerzo tanto en la enseñanza como en el aprendizaje, esto no significa que sea imposible de aprender por un estudiante de cualquier especialidad, o que no pueda ser dictada eficazmente por un docente con la formación y el perfil adecuados.

Por otro lado, además de los estereotipos, existen varios factores relacionados con el bajo rendimiento académico del discente. Entre ellos destaca la carencia de contenidos científicos en la formación básica. Por ejemplo, según los datos del programa PISA (Program for International Student Assessment) del año 2015, solo el 34 % de los estudiantes peruanos evaluados alcanzó el nivel 2 de la competencia matemática. Asimismo, en el área de ciencias —donde el estudiante debe explicar un fenómeno natural mediante leyes o principios y plantear conclusiones basadas en evidencia científica—, el Perú se ubicó en el puesto 63 de 69 países. Una situación similar se registró en PISA 2018 y 2022, ediciones que, pese a mostrar un ligero avance, mantienen al país entre los últimos lugares. Con estas deficiencias los estudiantes egresan de la secundaria e ingresan a la universidad. Esta problemática también se atribuye a la falta de hábitos de estudio adecuados, problemas familiares, una precaria situación socioeconómica y a la presencia de docentes desactualizados o que carecen de preparación en contenidos de calidad y metodologías innovadoras.

En ese contexto, la falta de logros de aprendizaje en ciencias de los estudiantes en la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía podría debido a los factores antes mencionados y, de manera muy importante, a una docencia carente de innovación metodológica. Todo esto contribuye a la deserción estudiantil y a la obtención de promedios muy bajos en asignaturas como Física y Matemática, afectando sobre todo a los estudiantes que provienen de los pueblos originarios amazónicos.

De acuerdo con la base de datos de la UNIA (SIGA-UNIA, 2014-2021), la problemática descrita se evidencia en los registros de notas y datos estadísticos del Sistema de Gestión Académica, los cuales muestran un alto porcentaje de estudiantes desaprobados en ciencias básicas, con mayor incidencia en Matemática y Física. Por ejemplo, en la asignatura de Física I, los resultados históricos de aprobación fueron los siguientes: en el semestre 2014-I, de 35 matriculados aprobó el 20 %; en el semestre 2016-II, de 53 matriculados aprobó el 50 %; en el semestre 2019-I, de 43 matriculados aprobó el 37.2 %; y en el semestre 2021-I, de 63 matriculados aprobó el 28.6 %, mientras que el 6 % se retiró.

Ante esta perspectiva, el Sistema 4MAT, propuesto por la Dra. Bernice McCarthy, se presenta como un ciclo de enseñanza-aprendizaje de ocho fases que considera el estilo particular de aprender de cada individuo y los procesos de la asimetría funcional cerebral. Este sistema se apoya en aportes educativos de la psicología, las neurociencias y la administración; asimismo, incorpora en su estructura las teorías de David Kolb, Carl Jung y John Dewey, entre otros (Kaur & Sharma, 2020).

El Sistema 4MAT facilita que el estudiante, al culminar el ciclo, logre dominar los cuatro estilos de aprendizaje y no solo el que posee de forma innata. Además, el modelo está diseñado para que el docente reconozca que algunos individuos tienen más habilidad para aprender de una forma que de otra. Por lo tanto, las sesiones de aprendizaje deben planificarse de modo que incluyan tanto los estilos de aprendizaje como los mecanismos con los que el cerebro procesa la información (Kaur & Sharma, 2020).

Por ejemplo, en la investigación «Efectos del uso del método 4MAT en el rendimiento académico y la actitud hacia la ingeniería económica por estudiantes de pregrado», se comparó el método 4MAT con el tradicional y se obtuvo una diferencia significativa a favor del primero (Irfan et al., 2016). Asimismo, en el estudio «Análisis del desarrollo del conocimiento pedagógico de los futuros profesores en el proceso de elaboración del plan de lecciones: modelo 4MAT», se observaron efectos positivos del modelo hacia el componente pedagógico (Aliustaoğlu & Tuna, 2022). En sus conclusiones, esta misma investigación recomienda que los docentes utilicen el modelo 4MAT en la elaboración de sus planes de clase y diseños curriculares (Aliustaoğlu & Tuna, 2022).

Los resultados expuestos demuestran que el Sistema 4MAT es una metodología pertinente para la enseñanza-aprendizaje de la Física. Esta propuesta facilita al docente la identificación de los errores de los estudiantes al inicio del ciclo para corregirlos progresivamente en las siguientes etapas. Asimismo, al incluir actividades para los cuatro estilos de aprendizaje, se logra que un mayor número de estudiantes adquiera un conocimiento de calidad. Esto contrasta con la metodología tradicional, la cual favorece principalmente a los estudiantes del estilo 2 (modelo de estudiante de ciencias). Consecuentemente, el diseño de actividades cíclicas bajo el Sistema 4MAT faculta al docente para realizar evaluaciones continuas, al tiempo que permite al estudiante destacar en su estilo particular y llegar a dominar los demás estilos (Ramírez, 2015; Rosado et al., 2016).

El bajo rendimiento académico y la deserción universitaria, sobre todo en las carreras de ciencias e ingeniería, pueden ser causados por múltiples factores

adicionales a los mencionados (Suárez & Mora, 2018). Si se analizan únicamente las deficiencias del factor académico, se encuentran: la falta de contenidos científicos en los planes curriculares, docentes desactualizados, la carencia de espacios adecuados para la práctica y el estudio, la difícil adaptación del estudiante a la vida universitaria, el desconocimiento o falta de recursos TIC, la ausencia de bibliotecas debidamente implementadas y el uso de metodologías desalineadas con la realidad. Frente a este panorama, el presente trabajo de investigación plantea la siguiente interrogante: ¿De qué manera el sistema 4MAT mejora significativamente el nivel de logro de aprendizaje en función de los cuatro estilos de enseñanza-aprendizaje y la asimetría funcional cerebral en el curso de Física I en los estudiantes del III semestre de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía?

El objetivo de este estudio es verificar la mejora en el nivel de logro de aprendizaje de los estudiantes en el tema de Mecánica Rotacional (Física I) en el programa de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía tras la aplicación del Sistema 4MAT, el cual se fundamenta en los siguientes aspectos:

1. Una mayor participación de los estudiantes en sus quehaceres académicos.
2. Un cambio de actitud en el estudiante que contribuya a elevar el nivel de logro de aprendizaje en Física.
3. El fortalecimiento y desarrollo de estrategias y habilidades de estudio en los alumnos.
4. El desarrollo de la retención y comprensión de definiciones y conceptos.
5. La capacitación de los docentes en contenidos de calidad para la correcta aplicación del sistema 4MAT.
6. La demostración de una actitud docente orientada hacia la diversidad metodológica y el conocimiento práctico.
7. La integración de la creatividad y la originalidad de ideas en los procesos de enseñanza.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el nivel del logro del aprendizaje de la Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cuál es el nivel de logro en la evocación del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT?
b) ¿Cuál es el nivel de logro en la comprensión del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al nivel de comprensión al aplicar el Sistema 4MAT?

c) ¿Cuál es el nivel de logro en la aplicación del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT?

d) ¿Cuál es el nivel de logro actitudinal del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial respecto al nivel al aplicar el Sistema 4MAT?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Demostrar la mejora el nivel del logro del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

1.3.2. Objetivos específicos

a) Determinar la mejora el nivel de Evocación del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

b) Evaluar la mejora el nivel de Comprensión del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

c) Analizar la mejora el nivel de Aplicación del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT

d) Determinar la mejora el nivel Actitudinal del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

Mejora significativamente el nivel del logro del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

1.4.2. Hipótesis especificas

a. Mejora significativamente el nivel de Evocación del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

b. Mejora significativamente el nivel de Compresión del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

c. Mejora significativamente el nivel de Aplicación del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

d. Mejora significativamente el nivel Actitudinal del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

1.5. Variables

1.5.1. Definición conceptual del El Sistema 4MAT

Según Artamónova et al. (2014, p. 2), Şeker y Övez (2018) y AlSaleem (2019), el sistema 4MAT es una estrategia de enseñanza-aprendizaje propuesta por la Dra. Bernice McCarthy en 1987. Esta propuesta se basa en el modelo de aprendizaje experiencial de David A. Kolb y se enfoca en la percepción y el procesamiento cerebral de los hemisferios derecho e izquierdo. El procesamiento de la información se realiza a través de las dimensiones de activación, adquisición, práctica, y síntesis y extensión del conocimiento, mediante una secuencia cíclica de ocho fases de enseñanza-aprendizaje.

1.5.2. Definición operacional del El Sistema 4MAT

Esta variable se operativiza como una estrategia de enseñanza-aprendizaje secuenciada cíclicamente en ocho fases. Para su desarrollo, se diseñaron ocho sesiones basadas en los siguientes momentos: conectar, examinar, imaginar, definir, intentar, extender, refinar e integrar. Estos momentos se derivan de las dimensiones de activación, adquisición, práctica, y síntesis y extensión del conocimiento, respectivamente. La estrategia se aplicó al contenido de Mecánica Rotacional con los estudiantes del grupo experimental durante los semestres 2023-I y 2023-II. La muestra estuvo conformada por los estudiantes del ciclo III de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales.

1.5.3. Definición Conceptual del Logro de Aprendizaje de Física I

Hederich (como se citó en Gonzales, 2021), Gul et al. (2020) y Nurdiana (2018) definen los logros de aprendizaje de Física I como los productos que alcanza el estudiante en una institución educativa durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos logros requieren ser cuantificados en función de los conocimientos científicos adquiridos en las dimensiones de evocación, comprensión, aplicación y actitud.

1.5.4. Definición Operacional del Logro de Aprendizaje de Física I

Es el resultado alcanzado por el estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en cumplimiento de una propuesta educativa plasmada en un plan curricular. Para evaluar los conocimientos sobre los contenidos en Mecánica Rotacional, se utilizó la técnica de preprueba y posprueba (o pretest y postest) para las dimensiones de evocación, comprensión y aplicación. Asimismo, se empleó una lista de cotejo para el laboratorio, una preprueba y posprueba para cuantificar el aspecto actitudinal, y un cuestionario para caracterizar la hemisfericidad cerebral y los estilos de aprendizaje. Estos instrumentos se aplicaron a estudiantes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, divididos en un grupo experimental y un grupo de control durante los semestres 2023-I y 2023-II, respectivamente.

Tabla 1

Operacionalización de las variables de estudio: Sistema 4MAT y Logro de aprendizaje de Física I

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
(VI): El sistema 4MAT	Activación del conocimiento	Relaciona el contenido científico y su experiencia personal.	Nominal (0 a 20)
		Reflexiona sobre las diferencias y similitudes entre el contenido científico y su experiencia.	
	Adquisición del conocimiento	Integra sus observaciones dentro de los conceptos.	
		Define con claridad conceptos y teorías.	
	Práctica del conocimiento	Intenta demostrar una ley o principio.	
		Amplía sus conocimientos y los adapta a la realidad.	

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
(VD): Logro de aprendizaje en Física I	Síntesis y extensión del conocimiento	Aplica los conocimientos adquiridos a situaciones reales.	Intervalo (0 a 20)
		Comparte el aprendizaje aplicando a nuevas experiencias más complejas.	
	Evocación	Define los conceptos de la Mecánica Rotacional.	
		Relaciona las leyes de la Mecánica Rotacional.	
		Nombra con propiedad las leyes de la Mecánica Rotacional.	
		Reconoce los principios de la Mecánica Rotacional.	
	Comprensión	Describe las historias gráficas de un determinado fenómeno físico.	
		Interpreta el enunciado de un problema y su método de solución.	
		Infiere soluciones a partir de observaciones a hechos.	
		Contrasta las leyes de la Mecánica Rotacional.	
		Ordena la secuencia lógica de acuerdo al contexto.	
	Aplicación	Soluciona problemas de la Mecánica Rotacional.	
		Experimenta con las leyes de la Mecánica Rotacional.	
		Desarrolla la aplicación de la Mecánica Rotacional en casos reales .	
	Actitudinal	Motivación personal.	Nominal (0 a 4)
		Pensamiento crítico.	
		Hábitos de trabajo y técnicas de estudio.	
		Trabajo en equipo.	
		Resolución de ejercicios y problemas.	

Nota. VI = Variable independiente; VD = Variable dependiente. Elaboración propia.

1.6. Justificación e importancia

La Física es una ciencia fundamental cuyo aprendizaje y dominio requieren un esfuerzo significativo; debido a esto, suele ser estereotipada como una disciplina de alta complejidad. Investigaciones previas demuestran que los estudiantes universitarios de los primeros ciclos muestran un bajo interés y una

actitud negativa hacia esta materia (Bohórquez, 2024; Rosado et al., 2016; Tellez et al., 2023).

En la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA), esta problemática se evidencia en la baja tasa de aprobación en las escuelas profesionales de Ingeniería Agroforestal Acuícola e Ingeniería Agroindustrial. Entre los factores que dificultan su dominio se encuentran las deficiencias en la comprensión de conceptos y definiciones, lo que limita la capacidad de los estudiantes para resolver problemas. Esta situación afecta tanto a alumnos mestizos como, de manera más acentuada, a los provenientes de pueblos originarios, lo que genera desinterés y, en casos extremos, deserción estudiantil. Asimismo, se observa que la práctica docente suele replicar modelos tradicionales de enseñanza —incluso bajo el enfoque por competencias—, al repetir contenidos, ejercicios y conceptos semestre tras semestre sin incorporar metodologías innovadoras. La combinación de un bajo rendimiento académico y una instrucción desalineada de la realidad sociocultural plantea la urgente necesidad de experimentar con nuevos enfoques didácticos (Bohórquez, 2024).

Por lo tanto, esta investigación es relevante porque sus resultados permitirán transformar las estrategias de enseñanza-aprendizaje en la UNIA a través de la implementación del Sistema 4MAT. Esta metodología evita concebir al estudiante de forma mecanizada; al contrario, lo asume como un ser complejo al articular el procesamiento hemisférico cerebral con los estilos predominantes de percepción de cada individuo.

Bajo este enfoque, el objetivo de este estudio fue demostrar que la aplicación del Sistema 4MAT, al considerar las particularidades del aprendizaje y la hemisfericidad cerebral, mejora de forma diferencial y significativa el nivel de logro de aprendizaje en el tema de Mecánica Rotacional de la asignatura de Física I en estudiantes de Ingeniería Agroindustrial.

Se proyecta que, a través de esta propuesta, los estudiantes desarrollen un mayor interés por la Física y superen sus limitaciones académicas. De obtenerse resultados favorables, este modelo piloto podría replicarse en otras disciplinas de la universidad e instituciones de educación superior de la región, lo que promovería la estandarización del Sistema 4MAT. Para validar esta propuesta, se diseñaron instrumentos de medición que permiten evaluar la influencia de la variable independiente "Sistema 4MAT" sobre la variable dependiente "Logro de aprendizaje de Física I".

1.7. Viabilidad

Esta investigación se desarrolló en las instalaciones académicas de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. Previo a la aplicación de la experiencia, se gestionaron las autorizaciones institucionales correspondientes, lo que permitió el acceso a la biblioteca universitaria, la conectividad a internet y los laboratorios de física. Asimismo, las actividades del Sistema 4MAT se articularon con el currículo de la escuela profesional, lo que demostró la aplicabilidad de esta estrategia en el proceso de enseñanza-aprendizaje del curso de Física en ingeniería. Los recursos económicos y logísticos requeridos para el estudio fueron autofinanciados por el investigador.

1.8. Limitaciones

Las limitaciones de esta investigación se centraron en dos aspectos. En primer lugar, la restricción del tiempo asignado a las horas de teoría en el programa oficial obligó a adecuar el Sistema 4MAT a la estructura curricular establecida; para mitigar este impacto, los estudiantes del Grupo Experimental participaron en sesiones complementarias fuera del horario regular, lo que permitió completar las secuencias de discusión de problemas y el aprendizaje colaborativo. En segundo lugar, el laboratorio disponía únicamente de dos equipos de inercia, cuando el requerimiento técnico mínimo era de cuatro para atender al grupo de 23 estudiantes, quienes trabajaron en subgrupos de cinco a seis integrantes por mesa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

a) Antecedentes Internacionales

Artamónova et al. (2014), en su investigación titulada *Resultados cuantitativos de la aplicación del Sistema 4MAT en Mecánica en la Universidad del Quindío*, se plantearon como propósito constatar la eficacia de la metodología 4MAT en la enseñanza de la mecánica newtoniana. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo con un diseño cuasi-experimental. La población estuvo constituida por 111 estudiantes de los programas de Ingeniería Civil (curso de Mecánica, semestre II) y de Química (curso de Física I, semestre I). La muestra final constó de 54 estudiantes, distribuidos en dos grupos de control y tres experimentales, evaluados mediante el *Force Concept Inventory* (FCI). Las autoras concluyeron que la metodología del Sistema 4MAT favorece la apropiación de nuevos conceptos de la mecánica newtoniana como parte del curso de Física.

Ramírez et al. (2015), en su estudio *Comportamiento de estudiantes de física de diferentes estilos de aprendizaje en un ciclo de aprendizaje basado en el Sistema 4MAT*, tuvieron como objeto utilizar este sistema para analizar el proceder de estudiantes de Ingeniería con respecto a la asignatura de Física. Esta investigación cualitativa empleó la observación participante y registró los datos mediante video filmación. La muestra estuvo conformada por nueve estudiantes del turno matutino y ocho estudiantes del turno vespertino. Entre sus conclusiones más relevantes, se determinó que, efectuada la aplicación, los estudiantes muestran mayor interés y comodidad en las actividades de aprendizaje sobre el concepto de fuerza en función del estilo de aprendizaje, manifestando además una actitud positiva.

Conde (2017), en su trabajo *Aplicación del Ciclo 4MAT para favorecer la gestión del conocimiento en equipos de trabajo*, tuvo como objeto facilitar la gestión del conocimiento en equipos laborales mediante el modelo 4MAT. El diseño metodológico se basó en experiencias desde una mirada cualitativa dentro de dos organizaciones diferentes. La recolección de datos se efectuó a través de encuestas y mapas mentales, logrando cumplir positivamente con los objetivos trazados.

Suárez y Mora (2018), en su investigación *Efecto de una secuencia didáctica basada en los estilos de aprendizaje y el aprendizaje activo en el logro de aprendizaje de cinemática*, tuvieron como objeto verificar el efecto de informar y entrenar en estrategias de aprendizaje basadas en el conocimiento reflexivo para el logro de aprendizaje en cinemática. El estudio fue de tipo aplicativo y cuasi-experimental, con una muestra de trabajo de 34 estudiantes de Ingeniería divididos en un grupo experimental (16) y uno de control (18). Los autores concluyeron que la modificación de la estrategia influye positivamente en el logro de aprendizaje del estudiante.

Ahmad et al. (2021), en su investigación *La eficacia del modelo 4MAT en el desarrollo de habilidades argumentativas de redacción entre los mayores EFL*, evaluaron la efectividad del modelo 4MAT en el desarrollo de la escritura argumentativa en inglés. El diseño fue experimental con pretest y postest, aplicando una prueba de escritura argumentativa calificada mediante una rúbrica. La muestra incluyó a 24 estudiantes en el grupo de control y 25 estudiantes en el grupo experimental. En esta pesquisa se concluyó la eficacia del modelo 4MAT en el desarrollo de habilidades de la escritura argumentativa del inglés.

Alsalhi et al. (2021), en su estudio *El efecto del aprendizaje mixto en el logro de un curso de Física de estudiantes de una Facultad de Odontología: un estudio de caso en la Universidad de Ajman*, analizaron el impacto del aprendizaje combinado en el rendimiento académico. A través de un diseño cuasi-experimental con una muestra de investigación de 116 estudiantes (59 en el grupo experimental y 57 en el grupo de control), se concluyó que existe una diferencia significativa a favor del grupo experimental. Asimismo, los resultados revelaron que el logro en Física varió según el género de los estudiantes, mostrando un rendimiento más favorable en las mujeres.

b) Antecedentes Nacionales

Marzano (2014), en la investigación titulada *Aplicación del sistema multimedia interactivo (SAMI) en la enseñanza de Física para el logro de aprendizajes de los estudiantes de la Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional de Educación, Enrique Guzmán y Valle*, evaluó la influencia en el logro de aprendizaje de la Física al aplicar dicha plataforma. El diseño fue cuasi-experimental y trabajó con una población de 656 estudiantes de la Facultad de Ciencias del curso de Física (periodo 2014-I). La muestra estuvo compuesta por 40 alumnos de la especialidad de Química-Física (grupo de control) y 40 de la especialidad de Biología-Ciencias Naturales (grupo experimental). Entre las conclusiones más relevantes se determinó que el uso del sistema SAMI

incrementa significativamente el aprendizaje, al observarse mejoras en correspondencia con la Taxonomía de Bloom en los niveles de Conocimiento y Comprensión.

Guevara (2019), en su estudio *Aplicación del sistema 4MAT en la optimización del aprendizaje de la Física en los estudiantes de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2017*, tuvo como propósito verificar la influencia del modelo 4MAT en el mejoramiento del aprendizaje en Física. Bajo un diseño aplicativo experimental con pre y postest, la muestra se conformó por 20 estudiantes en el grupo de control y grupo experimental, respectivamente. En este estudio se concluyó la existencia de evidencia significativa en la mejora del conocimiento de los estudiantes.

Muñoz et al. (2020), en su investigación *Modelo 4MAT y su influencia en el aprendizaje del Inglés, Lima – Perú*, tuvieron como objeto resolver la conexión al aplicar el modelo 4MAT y el aprendizaje del inglés en estudiantes de Ingeniería. El estudio adoptó un diseño correlacional con una muestra de 133 estudiantes, empleando dos cuestionarios para evaluar los estilos de aprendizaje y el inglés. Entre las conclusiones a las que llegó este estudio, se determinó que sí existe una influencia significativa del modelo 4MAT sobre el aprendizaje del inglés.

Ventosilla et al. (2021), en su artículo *Aula invertida como herramienta para el logro de aprendizaje autónomo en estudiantes universitarios*, plantearon como objeto de estudio hallar el efecto del aula invertida en el logro del aprendizaje autónomo del estudiante. La investigación fue de tipo cuasi-experimental y contó con una muestra de 74 estudiantes del IV ciclo de la especialidad de Idioma Extranjero-Inglés de la carrera de Educación, con 37 estudiantes por grupo (experimental y control). Entre sus conclusiones resaltantes se encuentra que, al intercambiar el rol del docente-estudiante, este último aprende de manera autónoma incorporando nuevos aprendizajes de manera responsable.

Arévalo (2020), en la tesis *Motivación, Estrategias de Aprendizaje y el Nivel de Logro de Aprendizaje en Estudiantes del II Ciclo de la Facultad de Pedagogía y Cultura Física de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle 2015*, tuvo por objeto de estudio verificar la relación entre el planeamiento de un aprendizaje, la motivación y el nivel de logro en estudiantes universitarios. El diseño fue descriptivo-correlacional y trabajó con una muestra de 78 integrantes a quienes se les aplicó el cuestionario MSLQ de Pintrich. Entre sus conclusiones principales se determinó que existe correlación entre la motivación, la estrategia y el logro de aprendizaje.

Sánchez et al. (2022), en su trabajo *Rendimiento académico de estudiantes, en una universidad pública peruana: un diagnóstico significativo para la toma de decisiones*, tuvieron como objeto describir y analizar el rendimiento académico de estudiantes de pregrado en el periodo 2016-2019. El estudio fue descriptivo y analítico, utilizando como fuente de análisis las notas obtenidas por los estudiantes. Se concluyó que los estudiantes de Ingeniería y Ciencias Básicas tienen el menor rendimiento académico en Química, Física y Matemática.

c) Antecedentes Locales

A partir de la revisión de la literatura científica, no se ha podido identificar bibliografía directamente relacionada con el tema de este trabajo de investigación a nivel de doctorado en el ámbito local. No obstante, se localizó un estudio previo desarrollado por Valencia et al. (2020), quienes emplearon un diseño cuasi-experimental para verificar el rendimiento académico en cinemática de estudiantes de Ingeniería de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA) al aplicar el Modelo 4MAT. En dicha investigación se pudieron observar resultados óptimos en el rendimiento académico de los participantes al implementar el modelo mencionado.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sistema 4MAT

2.2.1.1. Definición

De acuerdo con Ahmad et al. (2021), Artamónova et al. (2014) y Tezcan y Güvenç (2017), el Sistema 4MAT (*4Mode Application Techniques*) es una estrategia de enseñanza-aprendizaje propuesta por la Dra. Bernice McCarthy en 1980. Esta metodología está fundamentada en la teoría experiencial de David A. Kolb y en la especialización hemisférica cerebral (derecho e izquierdo) sobre la manera como se percibe y procesa la información. La activación intencional del cerebro se logra mediante cuatro momentos: activación, adquisición, práctica, y síntesis y extensión del conocimiento, articulados a través de una secuencia de ocho fases de enseñanza-aprendizaje.

La metodología 4MAT se sustenta, además de en la teoría del aprendizaje experiencial de David A. Kolb (Rodríguez, 2020), en otras perspectivas teóricas sobresalientes: la centralidad de la experiencia e individualidad en el aprendizaje de John Dewey

(Ruiz, 2013) y el crecimiento y desarrollo personal de Carl G. Jung (Baron, 2023).

a) **Teoría sobre la centralidad de la experiencia e individualidad en el aprendizaje.** En esta propuesta teórica, John Dewey sostiene que para que un individuo aprenda debe existir una interacción entre él y su entorno. Es decir, propone una formación basada en la acción en lugar de una educación puramente abstracta o repetitiva e inconsciente. En ese sentido, el «experiencialismo» —como suele llamársele a su teoría— es una descripción de su reflexión educativa. El aporte de Dewey al Sistema 4MAT radica en su proposición de que una educación de calidad requiere de experiencias acumulativas que preparen al estudiante para reconocer los límites y contradicciones de cómo percibir y construir el mundo; es decir, los conocimientos deben ser probados y experimentados (Germain, 2002; Ord, 2012; Ruiz, 2013).

b) **Teoría sobre el aprendizaje experiencial.** Esta teoría sostiene que el aprendizaje completo depende de la experiencia vivida por el estudiante. Para lograrlo, el alumno debe desarrollar cuatro capacidades esenciales: Experimentación Activa (EA), Observación Reflexiva (OR), Conceptualización Abstracta (CA) y Experiencia Concreta (EC) (Ramírez, 2015; Rodríguez, 2020). Kolb considera que los modos de percibir y procesar la información constituyen dimensiones macro de la formación individual. De cada una de ellas se desprenden dos formas: la información se percibe a través de la experiencia concreta o de la conceptualización abstracta, y se procesa mediante la experiencia activa o la observación reflexiva. De esta dinámica surge un modelo cíclico de cuatro cuadrantes que representan los estilos particulares de aprender de los estudiantes: (1) estilo divergente, (2) estilo asimilador, (3) estilo convergente y (4) estilo acomodador (Garza, 2022; Ramírez, 2015). Este ciclo es un elemento esencial en la arquitectura del Sistema 4MAT.

c) **Teoría del crecimiento y desarrollo personal.** Carl G. Jung propone una teoría holística en la que postula los tipos de personalidad en el desarrollo humano. Jung afirma que un individuo integrado ha perfeccionado cuatro funciones básicas; dos racionales (pensamiento y sentimiento) y dos irracionales (percepción e intuición). Al combinar estas funciones con las actitudes de introversión y extroversión, se originan las tipologías de la personalidad humana. Una tercera dicotomía, la preferencia entre juicio y percepción —añadida más tarde por Isabel Myers—, distingue la predisposición de un individuo a imponer orden sobre su entorno (Baron, 2023; Germain, 2002). La contribución de la teoría de Jung al Sistema 4MAT radica en que, para el desarrollo continuo de la personalidad, es indispensable distinguir entre la forma preferida de aprender y la manera de percibir y procesar la información, buscando así un equilibrio integral (Conde, 2017).

2.2.2. Rasgos fundamentales del Sistema 4MAT

El Sistema 4MAT, desarrollado por McCarthy desde 1980, se basa en dos hipótesis fundamentales: la primera sostiene que cada estudiante tiene una forma particular de aprender y de procesar la información a nivel cerebral; la segunda afirma que el diseño y uso de múltiples estrategias de instrucción dentro de un marco sistémico optimizan la enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, si los docentes diversifican su práctica considerando estas cuatro formas de aprendizaje, atienden eficazmente a todos los educandos y potencian sus estilos individuales (Cengizhan y Özer, 2016; Nikolaou y Koutsouba, 2012; Şeker y Övez, 2018). Bajo este enfoque educativo, los estudiantes memorizan la información, utilizan entornos reales y exploran el uso creativo del conocimiento (Aliustaoğlu y Tuna, 2022).

En este contexto, la autora construye su metodología buscando un equilibrio entre las situaciones experimentales concretas y las conceptuales abstractas. En resumen, el Sistema 4MAT se compone de tres elementos sistematizados en un ciclo: a) el estilo de aprendizaje, b) el encuadre cerebral y c) los tipos personales.

a) **El estilo de aprendizaje según el sistema 4MAT.** De acuerdo con McCarthy, ante situaciones nuevas, algunas personas responden percibiendo de manera sensorial o afectiva, mientras que otras lo hacen desde el pensamiento y el análisis. Aunque ambas formas de percepción difieren, no se desarrollan de forma aislada, sino que se complementan de manera continua. El segundo componente del aprendizaje es el procesamiento, el cual involucra las funciones de observar y hacer. Mientras algunos estudiantes son observadores reflexivos, otros son creadores activos que se involucran en la acción. Ambos procesos son interdependientes: los hacedores deben reflexionar sobre sus acciones y los observadores deben actuar según sus reflexiones. La superposición de estas dos dimensiones (percepción y procesamiento) da lugar a una estructura secuencial de cuatro estilos de aprendizaje. En consecuencia, el Sistema 4MAT se organiza geométricamente en cuatro cuadrantes, donde cada uno representa un estilo de aprendizaje (ver Figura 1) (Ahmad y Umate, 2018; Obaya-Valdivia et al., 2023; Parrales et al., 2017; Tezcan y Güvenç, 2017). Los cuadrantes se describen a continuación:

- **Estudiantes imaginativos (Cuadrante I):** Perciben la instrucción de forma concreta y la procesan de manera reflexiva. El aprendizaje debe tener un significado para sus vidas; necesitan la discusión, son perspicaces y demuestran interés por la gente. Su pregunta favorita es: *¿Por qué?*

- **Estudiantes analíticos (Cuadrante II):** Perciben la instrucción de manera abstracta y la procesan reflexivamente. Son perfeccionistas, laboriosos, detallistas y racionales. Buscan la competencia intelectual a través de los hechos. La estructura escolar tradicional suele favorecer esta dualidad. Su pregunta favorita es: *¿Qué?*

- **Estudiantes con sentido común (Cuadrante III):** Perciben la instrucción de forma abstracta y la procesan activamente. Prefieren aprender probando cosas y mediante habilidades orientadas a la práctica; no toleran los ejercicios monótonos o

inactivos. Son pragmáticos y muestran poca tolerancia hacia ideas confusas. Su pregunta favorita es: *¿Cómo funciona esto?*

- **Estudiantes dinámicos (Cuadrante IV):** Perciben la instrucción de forma concreta y la procesan activamente. Aprenden mediante el ensayo y error; son orientados a la acción, adaptables, flexibles y asumen riesgos. Su pregunta favorita es: *¿Qué puede hacerse con esto?*

b) **Funcionamiento de los hemisferios izquierdo y derecho del cerebro.** Otro aporte fundamental en la estructuración del Sistema 4MAT son las investigaciones de la época sobre la actividad cerebral. En ese entonces se estableció que el cerebro se dividía en dos zonas: el hemisferio izquierdo y el hemisferio derecho, cada uno a cargo de funciones diferenciadas para procesar la información y la experiencia. El hemisferio izquierdo es responsable de reconocer las partes del todo, analizar, explorar formas y gestionar la comunicación verbal. Por su parte, el hemisferio derecho se encarga del procesamiento global, sincrónico y de cuestiones abstractas e intencionales (Belecina y Ocampo, 2019; McCarthy, 2018; Tezcan y Güvenç, 2017). No obstante, la neurociencia actual reconoce modelos más complejos que podrían integrarse en trabajos posteriores, tales como el Modelo de Sistemas Funcionales Complejos de Alexander Luria (Silva-Barragán y Ramos-Galarza, 2020), o los hallazgos relativos a la transmisión neuronal y el papel de los astrocitos (Pastur-Romay, 2018).

c). Modalidades

Según McCarthy (como se citó en Ramírez, 2014, p. 30), existen diversas técnicas para estimular el cerebro. A este marco categorial de estimulación intencional basado en las neurociencias se le denomina *modalidades*. Según su importancia, se pueden considerar las siguientes: visual, auditiva, simbólica, abstracta y kinestésica.

Además, McCarthy identifica una quinta modalidad conocida como sinérgica, la cual consiste en una combinación de

las referidas en el párrafo anterior (McCarthy, 2018; McCarthy & McCarthy, 2006).

De acuerdo con el autor, estas modalidades hacen referencia al modo de percibir la información (sintiendo-pensando) y de procesarla (reflexionando-actuando). Para desarrollar un aprendizaje óptimo, es necesario tener en cuenta ambas formas de tratar la información; para ello, se debe cumplir necesariamente con un ciclo de actividades de enseñanza-aprendizaje moduladas según la metodología 4MAT, con la finalidad de motivar de forma intencional el cerebro de los estudiantes para que ellos, a su vez, desarrollen competencias mediante el aprendizaje de la Física.

2.2.3. Las ocho fases de un ciclo de instrucción bajo el Sistema 4MAT

La metodología 4MAT facilita una secuencia de ocho fases para la realización de un ciclo de actividades de enseñanza-aprendizaje para las ciencias (ver Tabla 2 y Figura 1) (Conde, 2017; Ilkorucu et al., 2022).

Tabla 2

Fases de aprendizaje y estimulación cerebral por cuadrantes (Sistema 4MAT)

Cuadrante	Fase y enfoque cerebral	Descripción metodológica
Cuadrante I	**Fase 1:** Estimulación del cerebro derecho (Conectar, relacionar)	Se aborda una experiencia concreta referida al tema. Los estudiantes ven la conexión con su experiencia vivida mediante el sentir y el reflexionar, utilizando el debate como método principal.
	Fase 2: Estimulación del cerebro izquierdo (Atender, analizar, reflexionar)	El docente instruye sobre el concepto científico del tema tomando en cuenta los aportes previos de los estudiantes. Se reflexiona sobre las similitudes y diferencias encontradas.
Cuadrante II	**Fase 3:** Estimulación del cerebro derecho (Imaginar, integrar, opinar)	Se continúa reflexionando sobre el paso anterior. El uso de imágenes y símbolos ayuda a alcanzar el aprendizaje del tema de forma conceptual y científica.
	Fase 4: Estimulación del cerebro izquierdo (Informar, definir, pensar)	El estudiante aprende nuevos conceptos científicos (teorías, principios y axiomas) mediante recursos como la resolución de problemas (RPB). El docente verifica el aprendizaje y realiza retroalimentación si es necesario.

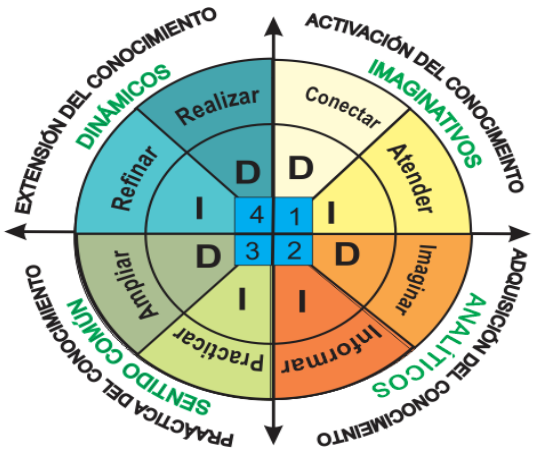
Cuadrante	Fase y enfoque cerebral	Descripción metodológica
Cuadrante III	**Fase 5:** Estimulación del cerebro izquierdo (Practicar, intentar)	Los estudiantes realizan una práctica en el laboratorio para contrastar los principios o leyes aprendidas anteriormente.
	Fase 6: Estimulación del cerebro derecho (Ampliar, explorar)	El estudiante hace sus propias aplicaciones de lo aprendido, reflexionando sobre el vínculo entre lo práctico y lo teórico.
Cuadrante IV	**Fase 7:** Estimulación del cerebro izquierdo (Refinar, analizar y evaluar)	La estudiante refina lo aprendido, extendiéndolo y contextualizándolo a lo cotidiano. Para lograrlo, enseña lo que aprehendió a sus compañeros.
	Fase 8: Estimulación del cerebro derecho (Realizar, integrar, aplicar, compartir)	El estudiante confirma el logro de su aprendizaje aplicándolo a la solución de problemas reales y situaciones más complejas, como inventar o crear una tecnología.

2.2.4. Construcción de una actividad de instrucción bajo el Sistema 4MAT

Con base en los fundamentos teóricos y en concordancia con la propuesta de McCarthy (1985), se generó un ciclo de instrucción para el contenido de Mecánica Rotacional (Figura 2). En este ciclo se desarrollaron subtemas como el momento angular, el momento de inercia, la conservación del momento lineal y angular, y las aplicaciones de las leyes de Newton a la mecánica rotacional. Estos contenidos se impartieron a los estudiantes del curso de Física I en la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA), siguiendo la metodología del Sistema 4MAT; posteriormente, se evaluaron según se detalla más adelante.

Figura 1

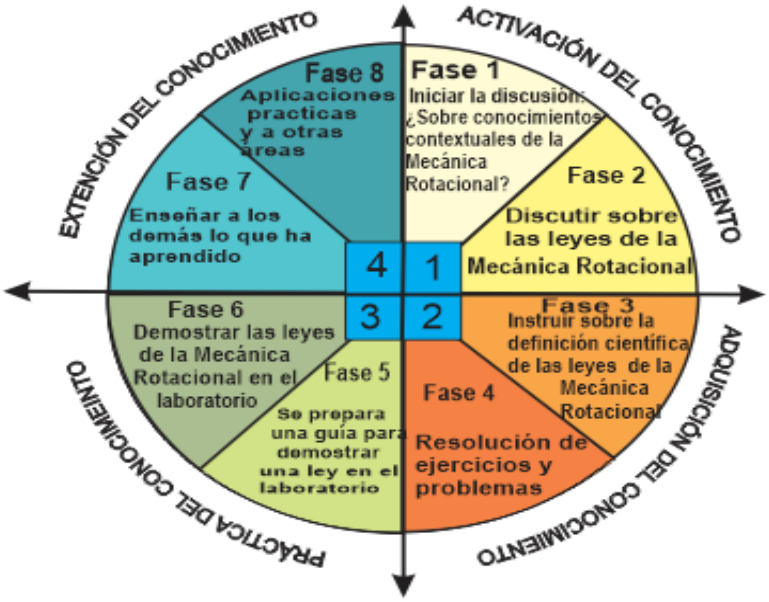
La secuenciación gráfica del Sistema 4MAT



Fuente. Adaptado de Valencia et al., 2020.

Figura 2

Actividades de enseñanza- aprendizaje de Mecánica Rotacional bajo el Sistema 4MAT



Fuente. Adaptado de Valencia et al., 2020.

2.2.5. Dimensiones del Sistema 4MAT

Nikolaou y Koutsouba (2012), Nowacki (2011) y Şeker y Övez (2018) mencionan que la enseñanza-aprendizaje de las materias de ciencias y, para este caso particular, la Física, puede sistematizarse en:

a) **Activación del conocimiento:** En esta etapa del ciclo de enseñanza-aprendizaje según el sistema 4MAT (primer cuadrante), interesa el significado detrás del aprendizaje y concierne a las fases 1 y 2. En la fase 1 se estimula al hemisferio derecho; aquí se debe proponer una actividad real que se relacione con el contenido científico, es decir, que los estudiantes vinculen sus experiencias con el tema. En la fase 2 se estimula al hemisferio izquierdo, espacio donde los estudiantes deben reflexionar sobre sus experiencias a través del método de la discusión.

b) **Adquisición del conocimiento:** En esta parte del ciclo, correspondiente al segundo cuadrante, interesa la adquisición de nuevos conocimientos científicos y concierne a las fases 3 y 4. En la fase 3 se estimula al hemisferio derecho, donde se profundiza la reflexión con el objeto de llegar a interiorizar el contenido científico. En la fase 4 se estimula al hemisferio izquierdo, etapa en la cual el

estudiante debe haber aprehendido los contenidos científicos; una forma de reforzar los conceptos es por medio de ejercicios y problemas.

c) **Práctica del conocimiento:** En esta etapa del ciclo, perteneciente al tercer cuadrante, interesa la aplicación práctica de los nuevos conocimientos adquiridos y concierne a las fases 5 y 6. En la fase 5, que comprende la estimulación del hemisferio izquierdo, el estudiante debe demostrar en el laboratorio las leyes o principios teóricos. En la fase 6 se estimula al hemisferio derecho, donde el estudiante tendrá que concatenar la teoría con la práctica.

d) **Síntesis y extensión del conocimiento:** En esta sección del ciclo, ubicada en el cuarto cuadrante, interesa la síntesis y extensión del conocimiento, lo cual concierne a las fases 7 y 8. En la fase 7 se estimula al hemisferio izquierdo; aquí el estudiante está obligado a sintetizar y organizar lo aprendido de modo personal, así como a compartirlo con los demás. En la fase 8, que comprende la estimulación del hemisferio derecho, se capacita al estudiante para demostrar lo aprendido del tema al extender su aplicación a situaciones más complejas que muestren soluciones respecto de su profesión.

2.2.6. Logro de aprendizaje de Física I

2.2.6.1. Definición

De acuerdo con Hederich (como se citó en Gonzales, 2021), Gul et al. (2020) y Nurdiana (2018), definen los logros del aprendizaje de Física I como el producto que alcanza el estudiante después de la instrucción. Estos deben ser constatados a través de una evaluación (evocación, comprensión, aplicación y actitud) de los conocimientos científicos adquiridos, definición que se adopta en el presente trabajo.

Otros autores fortalecen la definición anterior. Por ejemplo, el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES, como se citó en Marzano, 2014) plantea que: Los resultados o logros de aprendizaje enuncian de manera detallada los conocimientos que los estudiantes deben tener, la capacidad de aplicarlos y el comportamiento, actitudes que deben practicar al momento de su graduación.

2.2.6.2. Evaluación del logro de aprendizaje

Con el fin de cuantificar el logro de instrucción, en este trabajo nos basamos en la taxonomía revisada de Bloom (RBT, por sus siglas en inglés); esta propuesta se sustenta en que, posteriormente al proceso de instrucción, el estudiante adquiere nuevos conocimientos científicos y desarrolla sus habilidades (Santana, 2019). La propuesta actualizada de Bloom, desarrollada por Lorin Anderson y David Krathwohl, proporciona un mecanismo jerarquizado que ordena los procesos cognitivos desde la memorización básica hasta la crítica y el pensamiento imaginativo (Adesoji, 2018; Nurdiana, 2018; Zareian et al., 2015). Benjamín Bloom y un grupo de psicólogos brindaron recomendaciones en 1956 para establecer objetivos educativos, marco conocido como la taxonomía de Bloom. Esta propuesta se sustenta en tres dominios graduados para organizar los fines educativos de instrucción en niveles de complejidad y especificidad. El propósito de este modelo es identificar y distinguir diversos niveles de comprensión y cognición del estudiante. De acuerdo con esta taxonomía, las metas educativas se dividen en tres: (a) dominio afectivo, (b) dominio psicomotor y (c) dominio cognitivo. Los seis niveles del dominio cognitivo, ordenados a partir del pensamiento elemental al complejo, son: evocación, comprensión, aplicación, análisis, evaluación y creación (Gul et al., 2020; Santana, 2019; Zhao et al., 2021). En este contexto, Fernández et al. (2022) definen los niveles de logro como la evaluación del aprendizaje adquirido por un estudiante al terminar el proceso de enseñanza-aprendizaje, el cual no debe estar limitado únicamente al producto, sino que también exige que el estudiante demuestre las competencias, habilidades y destrezas requeridas en el currículo. Al terminar la aplicación del Sistema 4MAT sobre la mecánica rotacional, se administró un postest de preguntas conceptuales, problemas y ejercicios para evaluar los conocimientos y desempeños adquiridos. A través de este instrumento, los estudiantes resuelven problemas e interpretan situaciones problemáticas. La evaluación de los aprendizajes de Física I llevada a cabo en el presente trabajo fue de tipo sumativa.

2.2.7. Dimensiones del Logro de Aprendizaje de Física I

Según Gul et al. (2020), Santana (2019) y Zhao et al. (2021), el nivel de logro de aprendizaje de los contenidos de Física propuesto en el sílabo de Física I para el tema de mecánica rotacional fue evaluado a través de:

a) **Evocación:** Es la habilidad para recordar o retrotraer a la memoria hechos, conceptos y definiciones previamente conocidos. Los verbos de acción seleccionados para evaluar la evocación en este trabajo son: definir, nombrar, identificar y reconocer.

b) **Comprensión:** Es la habilidad para explicar e interpretar la información aprendida. Los verbos de acción seleccionados en esta evaluación son: describir, contrastar, inferir e interpretar.

c) **Aplicación:** Es la habilidad para usar conocimientos y recursos con el fin de resolver o dar respuesta a nuevos problemas (por ejemplo, explicar la resolución de problemas mediante estudios de casos o textos problemáticos). Los verbos de acción seleccionados para evaluar la aplicación son: ordenar, desarrollar, experimentar y solucionar.

d) **Actitudinal:** Cajavilca y Placencia (2010) y Ontiveros et al. (2019) argumentan que las actitudes son manifestaciones importantes en la obtención de nuevos contenidos y en el reforzamiento de capacidades personales y sociales. En este trabajo de investigación se tomaron como indicadores de lo actitudinal: la motivación personal, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico, los hábitos de trabajo, las técnicas de estudio y la resolución de ejercicios y problemas. De los diversos métodos para medir el componente actitudinal, en esta investigación se optó por el método de Likert.

2.2.8. Aspectos complementarios del Logro de Aprendizaje de Física I

Para evaluar la materia de Física en general se deben tener en cuenta aspectos teóricos y procedimentales (prácticos) enfocados en la resolución de problemas y la práctica de laboratorio. Con base en Marzano (2014) y Meza et al. (2013), en su enseñanza deben plantearse los siguientes objetivos:

i. Inducir la responsabilidad y el trabajo de los estudiantes para su propio aprendizaje.
ii. Orientar al estudiante en lo que desconoce.
iii. Alentar la dialéctica entre los estudiantes sobre las teorías, leyes y principios de la Física.
iv. Desarrollar el razonamiento inductivo y deductivo en los alumnos.

Por ser la Física un conocimiento científico, su campo de estudio y aprendizaje es operativo y complejo debido a que su conocimiento depende del campo material tanto en la teoría como en la práctica. Al respecto, Varela (1996, como se citó en Marzano, 2014, p. 10), Cubas (2018) y Meza et al. (2013, como se citó en Estupiñán, 2023, p. 191) coinciden en la relevancia de estas premisas analíticas dentro de la enseñanza de las ciencias experimentales. Particularmente, el enfoque estructural dictamina que: «La resolución de problemas en un dominio como Física, tiene la ventaja de tener características del mundo real, al mismo tiempo que está asociada a un dominio de conocimiento bien estructurado (los principios de la Física) y unos procedimientos bien definidos en la resolución de problemas».

2.2.9. Logro de Aprendizaje de Mecánica Rotacional

Este se produce cuando el estudiante recuerda las definiciones, leyes y principios de la mecánica rotacional, comprende una situación problemática y aplica métodos de solución. Asimismo, calcula el momento de inercia de los cuerpos en el laboratorio, aplica los principios de conservación del momento angular, enseña a sus compañeros lo aprendido, traslada a su vida diaria la utilidad de la mecánica rotacional y extiende dicho conocimiento a situaciones más complejas como la conservación de la energía y el trabajo.

2.2.10. Indicadores del Nivel de Logro de Aprendizaje

Son las conductas visibles, demostraciones representativas o cualquier rasgo observable y cuantificable en el desempeño de un estudiante. Un indicador de logro de aprendizaje tiene tres componentes: condición, acción y producto.

Para la cuantificación del indicador de logro de aprendizaje en esta investigación, se adaptó lo propuesto por Marzano (2014) y Sánchez al. (2022). Estos logros pueden graduarse según el nivel de habilidad desarrollada:

- **Nivel 1:** El estudiante demuestra poca exactitud al enunciar los conocimientos sobre contenidos científicos o al desarrollar los procedimientos en la solución de ejercicios y el desarrollo de prácticas de laboratorio.

- **Nivel 2:** El estudiante manifiesta un conocimiento dudoso de los contenidos científicos, así como una escasa agilidad práctica tanto en los procedimientos de solución de ejercicios como en el laboratorio.

- **Nivel 3:** El estudiante se siente bastante seguro al enunciar los conocimientos científicos, realizar los procedimientos, ejecutar las prácticas en el laboratorio y solucionar problemas.

- **Nivel 4:** El estudiante demuestra dominio de los conocimientos, de los contenidos científicos y habilidad en los procedimientos para la solución de ejercicios y prácticas de laboratorio.

En concordancia con esta clasificación, se puede distribuir la puntuación vigesimal de acuerdo con el sistema de calificación de la UNIA por nivel de logro del aprendizaje (ver Tabla 3).

Tabla 3

Distribución de la puntuación vigesimal de la UNIA por nivel de logro del aprendizaje

Nivel de logro	Rango Cualitativo	Escala vigesimal
Nivel 4	Dominio	18-20
Nivel 3	Esperado	14-17
Nivel 2	Proceso	11-13
Nivel 1	Débil	0-10

Nota. Adaptado de la escala de calificación vigesimal de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA) en concordancia con los criterios de Marzano (2014) y Sánchez et al. (2022).

2.3. Definiciones conceptuales

- **Aprendizaje:** El aprendizaje es un procedimiento para el desarrollo de una habilidad con el fin de modificar una conducta en la que influye la experiencia (Alonso, como se citó en Ramírez, 2014). Existen diversos tipos de aprendizaje, así como teorías de este; sin embargo, en lo que compete al aprendizaje instruccional, los estudiantes no pueden construir solos su conocimiento, sino que siempre necesitarán de un guía o docente que los oriente e instruya en lo que requieren para lograr el aprendizaje esperado.

- **Efecto:** Se define como el cambio que se produce cuando algo sucede: una ocurrencia, evento o condición que es el producto de una causa específica (Ishmirekha, como se citó en Alsalhi et al., 2021).

- **Escala de tipo Likert:** Es un arreglo basado en proposiciones y valoraciones —las cuales pueden ser afirmaciones o razonamientos— frente a las que los estudiantes reaccionan valorándolas al momento de ser administradas (Cajavilca y Plasencia, 2010, p. 49).

- **Evaluación:** Es un proceso técnico de valoración que faculta medir cuantitativamente si la instrucción ha interiorizado aprendizajes y si se ha realizado una instrucción de calidad planificada por el docente. Además, debe ser continua y secuencial para que sirva como instrumento de exploración y de orientación hacia los estudiantes y docentes (Arribas, 2017).

- **Física:** Es una ciencia experimental que busca interpretar el comportamiento fenomenológico de la materia y la energía al encontrar patrones que terminan en teorías o principios cuando están bien establecidas y relacionadas. Está constituida por la mecánica, ondas y acústica, termodinámica, electromagnetismo, óptica y física moderna (Young y Freedman, 2019).

- **Física I:** Es una asignatura conformada por temas de la mecánica, según el Plan Curricular de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA) para la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

- **Logro:** Es el resultado de lo que estudiaron los alumnos al finalizar el curso en el cual se matricularon, el cual es evaluado por el rendimiento en los exámenes (Alsalhi et al., 2021).

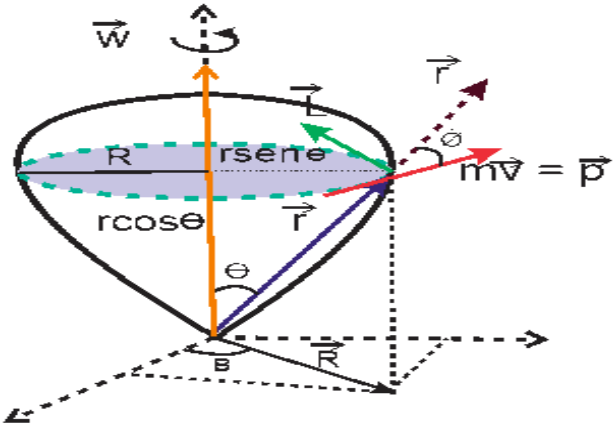
- **Percepción:** Es un proceso observacional de un sistema mediante los sentidos, cuya realidad tiene que ser comprobada aun con las modificaciones no sustanciales (Rosales, 2015).

- **Procesamiento cerebral:** Es una actividad en la que intervienen los transmisores y los receptores neuronales para transformar los estímulos percibidos y otros órganos más en el procesamiento temporal, a través

de una modalidad activa y reflexiva; actualmente se sabe que la transmisión de la información no solo se da a nivel neuronal, sino también a nivel de los astrocitos (Camacho-Valadez, 2014; Pastur-Romay, 2018).

Figura 3

Representación del momento angular



- **Mecánica Rotacional**. Es parte de la mecánica clásica en el cual analiza el movimiento de sistemas de partículas y del sólido rígido. Para ésta investigación se ha tenido en cuenta en su desarrollo los subtemas:
  - ✓ **Momento lineal:** $\vec{p} = m\vec{v}$
  - ✓ **Conservación del momento lineal:** $\overrightarrow{P_i} = \overrightarrow{P_f}$
  - ✓ **Momento de inercia para una distribución discreta**: $I = \sum_{i=1}^{i=n} m_i {r_i}^2$
  - ✓ **Momento de inercia para distribución continua:** $I = \int r^2\, dm$
  - ✓ **Momento angular:** $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$
  - ✓ **Conservación del momento angular:** $I_i\omega_i = I_f\omega_f$
  - ✓ **Torque y momento angular:** $\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$
  - ✓ **Torque neto y aceleración angular:** $\sum_{i=1}^{i=n} \vec{\tau}_i = I\vec{\alpha}$.

    Además de las extensiones hacia teorema del trabajo y energía:
  - ✓ **Teorema del trabajo y energía cinética para la traslación**:

    $\int_{\vec{r}_i}^{\vec{r}_f} \vec{F}.\overrightarrow{dr} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$
  - ✓ **Teorema del trabajo y energía cinética para la rotación**:

    $\int_{\theta_i}^{\theta_f} \vec{\tau}.\overrightarrow{d\theta} = \frac{1}{2}I_0\omega_f^2 - \frac{1}{2}I_0\omega_i^2$
  - ✓ **Energía cinética total para el cuerpo rígido:** $E_k = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\, I\omega^2$

- ✓ **Energía mecánica:** $E_M = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\ I\omega^2 + mgh$
- ✓ **Periodo de un péndulo físico:** $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Dmg}}$ (Hewitt, 2023; Ruina y Pratap, 2019).

2.4. Bases epistémicas

Este trabajo de investigación tomó como marco filosófico al materialismo filosófico, el cual considera a la epistemología como una teoría del conocimiento general en la relación sujeto-objeto (Bueno, 1992). El objetivo de esta investigación fue obtener una explicación coherente, lógica y racional del problema estudiado; por lo tanto, se utilizó el método materialista dialéctico (Marroni et al., 2019), y se entendió por "dialéctico" a las contradicciones inherentes a los procesos analizados. La presente pesquisa tuvo un enfoque cuantitativo, cuya base epistémica se fundamentó en el positivismo y el neopositivismo. Los aportes de estas corrientes se basan en el método científico y en el contraste de hipótesis mediante métodos estadísticos, respectivamente (Matías y Hernández, 2014). En este estudio, el investigador actuó como un observador externo y empleó la deducción en el análisis estadístico de las pruebas y cuestionarios aplicados para la recolección de datos, luego de la implementación del Sistema 4MAT. Finalmente, la muestra seleccionada para el desarrollo de la investigación fue probabilística y representativa del campo de estudio**.**

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación se ejecutó bajo un enfoque cuantitativo, fundamentado en la recolección de datos numéricos y el análisis estadístico inferencial para determinar patrones de comportamiento institucional. De acuerdo con la clasificación metodológica orientada a las ciencias de la educación propuesta por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), el estudio es de tipo experimental y se operacionaliza mediante un diseño cuasi-experimental.

3.2. Diseño y esquema de investigación

Diseño. Al estructurarse como un estudio cuasi-experimental, la investigación se guio por las directrices teóricas de Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), quienes señalan que en los diseños cuasi-experimentales se manipula deliberadamente al menos una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes; la particularidad de este enfoque radica en que los sujetos no se asignan al azar, sino que se trabaja con grupos intactos establecidos antes del experimento.

Aplicación. En consistencia con la definición del diseño, la experimentación se realizó con dos grupos intactos preexistentes por cada periodo académico, donde las aulas asignadas como grupos de control no recibieron el tratamiento experimental y continuaron con la enseñanza tradicional de la asignatura. Se garantizó la homogeneidad analítica inicial mediante la evaluación de equivalencia en el pretest. El esquema formal del diseño se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4

Esquema del diseño cuasi-experimental con el Sistema 4MAT

Grupo	Pretest	Variable	Postest
GE (Experimental)	O_1	Sistema 4MAT (X)	O_2
GC (Control)	O_3	----------	O_4

Nota. Adaptado de *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas* (p. 151), por R. Hernández-Sampieri y C. P. Mendoza, 2018, McGraw-Hill Editores. O_1 y O_3 representan las observaciones de la preprueba; O_2 y O_4 representan las observaciones de la posprueba; X indica la aplicación del estímulo.

Como se observa en el diseño, el Grupo Experimental (GE) fue expuesto a la variable independiente mediante un programa de sesiones de aprendizaje estructuradas bajo las ocho fases del Sistema 4MAT. Por su parte, el Grupo de Control (GC) continuó con el desarrollo habitual e instruccional de sus clases teóricas. El análisis comparativo de las observaciones previas y posteriores permitió cuantificar el impacto pedagógico real de la variable independiente.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población de estudio estuvo conformada por un universo de 108 estudiantes universitarios pertenecientes al tercer ciclo de la asignatura de Física I de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (IAI), adscrita a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA). El grupo poblacional se distribuyó en dos periodos académicos consecutivos del año 2023: 56 estudiantes correspondientes al semestre 2023-I y 52 estudiantes pertenecientes al semestre 2023-II. Los criterios de inclusión poblacional se verificaron mediante los reportes oficiales del Sistema de Gestión Académica (SIGA) de la institución (ver Tabla 5).

Tabla 5

Distribución de la Población de Estudiantes de Ingeniería Agroindustrial de la UNIA (2023)

Escuela profesional y semestre	**Aula A**	**Aula B**	Total
Ingeniería Agroindustrial semestre 2023-I	28	28	56
Ingeniería Agroindustrial semestre 2023-II	26	26	52
Total	**54**	**54**	**108**

Nota. Datos obtenidos del Sistema de Gestión Académica (SIGA).

3.3.2. Muestra

En conformidad con las restricciones metodológicas del diseño cuasi-experimental, los sujetos de estudio no fueron seleccionados mediante técnicas de aleatorización probabilística. Los grupos se hallaban previamente organizados por criterios administrativos de matrícula institucional antes del inicio de la fase experimental, configurando la categoría metodológica de grupos intactos (Hernández-Sampieri et al., 2018).

La muestra se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, evaluando dos cohortes semestrales sucesivas (2023-I y 2023-II) integradas por estudiantes distintos inscritos en la materia de Física I. Los grupos de análisis definitivo se conformaron de la siguiente manera: para el semestre 2023-I, el GE incluyó a 23 estudiantes del Aula A y el GC incorporó a 23 estudiantes del Aula B. De modo homólogo, durante el semestre 2023-II, el GE quedó constituido por 23 alumnos del Aula A y el GC por 23 alumnos del Aula B, consolidando una muestra total de 92 unidades de análisis validadas por el SIGA (ver Tabla 6).

Tabla 6

Conformación de los grupos de estudio en los semestres 2023-I y 2023-II

Semestres	Grupos	Aula A(GE)	Aula B (GC)	Total
2023-I	GE	23	--------	23
	GC	---------	23	23
2023-II	GE	23	---------	23
	GC	----------	23	23
Total		46	46	92

Nota. Datos obtenidos del Sistema de Gestión Académica de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (SIGA-UNÍA).

Criterios de selección:

- **Criterios de inclusión:** (a) Estudiantes con condición de regulares formalmente matriculados en la asignatura de Física I, en el ciclo y los semestres académicos correspondientes al año de la investigación; (b) participación voluntaria en el proceso de evaluación, validada mediante la firma del consentimiento informado.

- **Criterios de exclusión**: (a) Instrumentos de recolección que evidenciaron duplicidad de opciones marcadas en un mismo ítem, procediendo a calificar dicha respuesta con un puntaje de cero; (b) cuestionarios con omisiones sistemáticas o datos incompletos (sin registrarse pruebas totalmente vacías); (c) estudiantes que incurrieron en el abandono definitivo o retiro formal de la asignatura durante el desarrollo de la investigación. Debido a este factor de deserción académica en ambas cohortes, la muestra final analizable se estandarizó en 23 participantes por grupo.

3.4. Instrumentos de recolección de datos

La recopilación de la información empírica se realizó mediante un conjunto de instrumentos de medición estructurados, clasificados de acuerdo

con las variables del estudio. En relación con la variable independiente «El Sistema 4MAT», se emplearon las siguientes herramientas instruccionales:

Programa de actividades: Secuencia cronológica planificada conforme a la carga horaria de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial. El programa original se extendió metodológicamente para integrar sesiones de retroalimentación sistemática basadas en las ocho fases del modelo 4MAT.

Guía de laboratorio: Documento procedimental y experimental diseñado para guiar al estudiante en la verificación empírica de las leyes y principios fundamentales de la física rotacional.

Cuestionario de estilos de aprendizaje y hemisfericidad cerebral: Reactivo diagnóstico aplicado al GE para caracterizar el perfil cognitivo y de procesamiento cerebral de los alumnos, adaptado de la propuesta metodológica de Ramírez (2014; ver Anexo 9.2).

En relación con la variable dependiente «Logros de aprendizaje de Física I», se estructuraron herramientas con una escala de calificación vigesimal (0 a 20 puntos):

Pretest de entrada: Prueba objetiva diseñada para medir los conocimientos científicos iniciales en el tema de Mecánica Rotacional, operacionalizada en las dimensiones de evocación, comprensión y aplicación.

Postest de salida: Instrumento de evaluación paralelo y equivalente al pretest, diseñado para cuantificar el nivel de logro final alcanzado en las dimensiones cognitivas de evocación, comprensión y aplicación tras el tratamiento experimental.

Test de actitud: Escala adaptada de las investigaciones de Cajavilca y Plasencia (2010) y Ontiveros et al. (2019), orientada a medir el componente afectivo y la disposición del estudiante hacia la materia.

Los instrumentos analíticos fueron ordenados internamente de acuerdo con el nivel de complejidad cognitiva determinado por la Taxonomía Revisada de Bloom. La dimensión de Evocación comprendió los ítems del 1 al 8; la dimensión de Comprensión abarcó los ítems del 9 al 16; y la dimensión de Aplicación se operacionalizó en los ítems del 17 al 27 (ver Anexo 9.1).Validez de contenido por juicio de expertos. Los instrumentos cognitivos se sometieron a una evaluación de validez de contenido mediante la colaboración de tres especialistas de la comunidad académica con competencias profesionales en las áreas temáticas del estudio: un educador, un antropólogo y un físico. El proceso de validación se gestionó formalmente mediante el

envío de cartas de invitación acompañadas de los reactivos y una matriz de consistencia con criterios estandarizados. Las respuestas y opiniones favorables se recolectaron tras un periodo de 10 días hábiles, dictaminando un 100% de validez. El panel de expertos estuvo integrado por los siguientes catedráticos:

- Dr. Fulgencio Villegas Silva
- Dr. Jesús Taylor Dávila Francia
- Dr. Nazario Aguirre Baique

Aspectos Éticos

La ejecución de la presente investigación se rigió bajo los principios éticos de la Declaración de Helsinki y las directrices normativas del Código de Ética para la Investigación de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. Se garantizó el derecho de autonomía de los estudiantes a través de la firma del consentimiento informado, asegurando la confidencialidad absoluta de los datos personales, el anonimato en el tratamiento de los puntajes y el respeto estricto a los derechos de propiedad intelectual mediante la citación formal de las fuentes consultadas.

Resultados de la Validez y Fiabilidad del Instrumento

Para determinar la validez del instrumento, este fue sometido a un juicio de expertos. En este proceso, un grupo de especialistas evaluó el contenido a nivel de indicador y por ítem, cuyos resultados metodológicos se detallan en las Tablas 7 y 8. Por otro lado, la fiabilidad se determinó mediante el análisis de consistencia interna utilizando el ***Kuder Richardson***.

Tabla 7

Consolidado de la validación del instrumento por indicador

Criterios de evaluación	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3
Relación entre la variable y la dimensión.	*100%*	*100%*	*100%*
Relación entre la dimensión y el indicador.	*100%*	*100%*	*100%*
Relación entre el indicador y el ítem.	*100%*	*100%*	*100%*
Relación entre el ítem y la opción de respuesta.	*100%*	*100%*	*100%*

Nota: elaborado en base a la validación del instrumento por cada especialista.

Tabla 8

Resultados de la validación de los test de Mecánica Rotacional por ítem

Ítems	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Acuerdos	V de Aiken
1	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
2	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
3	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
4	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
5	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
6	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
7	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
8	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
9	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
10	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
11	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
12	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
13	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
14	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
15	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
16	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
17	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
18	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
19	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
20	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
21	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
22	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
23	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
24	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
25	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
26	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
27	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
Total				**27**	**1,00**

Nota. V = S / [N(c-1)]. Los valores calculados corresponden a la concordancia total, entre los tres especialistas. Elaborado a partir de la base de datos de validación del instrumento.

De los 27 ítems evaluados se ha obtenido un coeficiente de validez V de Aiken de 1.00. Por lo tanto, se demuestra que el instrumento cuenta con una validez perfecta y es apto para su aplicación experimental.

Confiabilidad del instrumento para la muestra piloto.

El test se administró a una muestra piloto de **15 estudiantes** del tercer ciclo de la carrera de Ingeniería Agroindustrial en el Semestre 2022-II, quienes poseían conocimientos previos sobre el tema de Mecánica Rotacional.

Tabla 9

*Niveles de confiabilidad según el coeficiente **Kuder Richardson***

Nivel	Rangos
Excelente	0,81 a 1,00
Muy bueno	0,61 a 0,80

Moderado	0,41 a 0,60
Bajo	0,21 a 0,40
Muy bajo	0,01 a 0,20

Nota, Adecuado de Corral, (2022).

Tabla 10

Grado de confiabilidad por dimensión del test piloto en Mecánica Rotacional mediante el estadístico Kuder-Richardson

,Aspectos	**Sujetos**	**Ítems**	**Grado de confiabilidad**
Dimensión 1: Evocación	15	8	0,96
Dimensión 2: Comprensión	15	8	0,90
Dimensión 3: Aplicación	15	11	0,64
Variable: Logro de aprendizaje de Física I	15	27	0,82

*Nota***:** elaborado a partir de los resultados estadísticos de la muestra Piloto.

Interpretación: Para determinar el grado de confiabilidad del test de investigación se utilizó el estadístico Kuder-Richardson (KR-20). El coeficiente obtenido para la variable general *Logro de aprendizaje de Física I* en el tema de Mecánica Rotacional fue de 0,82. Respecto a las dimensiones, la Dimensión 1 (Evocación) obtuvo un coeficiente de 0,96; la Dimensión 2 (Comprensión), de 0,90; y la Dimensión 3 (Aplicación) arrojó un valor de 0,64, De acuerdo con los criterios de la Tabla 9, estos resultados oscilan entre niveles moderados y excelentes, lo que asegura que el instrumento cuenta con la confiabilidad requerida para la investigación.

Tabla 11

Escala de medición por variable y dimensión

Variable/dimensión	**ítem**	**Escala**
Logro de aprendizaje en Física I	Del 1 al 27	De 0 a 20
Dimensión 1: Evocación	Del 0 al 8	De 0 a 4,48
Dimensión 2: Compresión	Del 9 al 16	De 4,48 a 8,96
Dimensión 3: Aplicación	Del 17 al 27	De 8, 96 a 19,96=20
Dimensión 4: Actitudinal	Del 1 al 15	De 0 a 60,

Nota, Elaborado a partir de la escala vigesimal de calificación de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA).

Interpretación: La Tabla 11 presenta la escala de valoración cuantitativa para la variable *Logro de aprendizaje en Física I* y sus respectivas dimensiones en el tema de Mecánica Rotacional, estructurada de acuerdo con la escala vigesimal institucional.

3.5. Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos

La recolección de la información se realizó a través de un pretest y un postest (pruebas escritas de selección múltiple), un cuestionario de estilos de aprendizaje y asimetría funcional cerebral, y un test actitudinal. Estos instrumentos se administraron durante el proceso de investigación, según el horario establecido en el programa de actividades para la aplicación del Sistema 4MAT a los dos grupos de estudio: el grupo experimental (GE) y el grupo de control (GC), Asimismo, la aplicación del cuestionario de estilos, la asimetría funcional cerebral y el test actitudinal se llevó a cabo en sus respectivos horarios, previa coordinación anticipada de la fecha y hora de evaluación. Respecto a la práctica de laboratorio, tras su realización, se solicitó a los estudiantes la elaboración de un reporte que fue recogido en la sesión siguiente. Antes de la aplicación de los instrumentos, se brindó orientación a los participantes sobre el procedimiento para marcar las respuestas.

3.5.1. Procesamiento de datos

Luego de la aplicación de las pruebas, se revisó y calificó cada ítem mediante la codificación de las respuestas, cuyos atributos corresponden a un valor específico de la variable (ver Tabla 11). Posteriormente, los datos se organizaron en matrices de Excel para luego someterlos al análisis a través de las diversas pruebas estadísticas que ofrece el programa informático IBM SPSS (versión 29). Antes de someter los datos a la prueba paramétrica t de Student, se verificó el comportamiento de la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Asimismo, para realizar el contraste de hipótesis del semestre 2023-I, se analizaron con la prueba t de Student los resultados del postest respecto al logro de aprendizaje de Física I y la dimensión D4; las demás dimensiones se analizaron con la prueba de Wilcoxon (ver Tabla 20), De forma análoga, para el semestre 2023-II, se analizó con el estadístico t de Student el pretest solo para la dimensión D1, mientras que las demás dimensiones se evaluaron con la prueba de

Wilcoxon (ver Tabla 21). El análisis estadístico incluyó los siguientes elementos:

Diferenciación porcentual (%) de los estudiantes de cada grupo, de acuerdo con el nivel de logro de aprendizaje antes y después de la experimentación.

Puntaje total del pretest y postest del GE.

Puntaje total del pretest y postest del GC.

Prueba t de Student: Se utilizó para comparar las medias de dos grupos independientes de estudio mediante la fórmula: $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\delta_{dif}}$, donde, $\bar{x}_1, \bar{x}_2$ son las medias de las muestras observadas y $\delta_{dif} = \sqrt{\delta_{\bar{x}_1}^2 + \delta_{\bar{x}_2}^2}$ es el error estándar de la diferencia. Para observaciones libres $gl = N_1 - N_2 - 2$ (Mendenhall et al., 2020, p,387).

La prueba de Wilcoxon. Es una alternativa no paramétrica a la prueba \(t\) de Student para muestras relacionadas. Su aplicación no requiere el supuesto de normalidad ni la homogeneidad de varianzas, El contraste está determinado por: $Z = \frac{S_+ - n(n+1)/4}{\sqrt{n(n+1)(2n+1)/4}}$, donde S_- y S_+ representan la suma de los rangos negativos y positivos, respectivamente. El contraste se evalúa directamente para $n < 20$ (el cual sigue una distribución específica), mientras que para muestras grandes (n grande), la variable Z aproxima una distribución normal (Mendenhall et al., 2020).

3,5,2, Presentación de datos

Con el propósito de visualizar los resultados obtenidos en esta investigación, se elaboraron tablas descriptivas para optimizar la información de la variable de estudio. Asimismo, se generaron gráficos estadísticos (barras, cajas, entre otros) para facilitar el manejo y la comprensión de los resultados. Finalmente, se realizó una discusión y un análisis dialéctico sobre la problemática del estudio, el cumplimiento de los objetivos y la contrastación de las hipótesis propuestas (Mendenhall et al., 2020).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Niveles de Logro del Aprendizaje

Tabla 12

Resultados del Pretest en Mecánica Rotacional por Dimensiones y Nivel de Logro durante el Semestre 2023-I

N°	Grupo de Experimental						Grupo de Control					
	Dm1	Dm2	Dm3	Dm4	T	Nivel	Dm1	Dm2	Dm3	Dm4	T	Nivel
1	2,80	0,00	0,00	61,00	2,80	Débil	1,68	0,00	0,00	56,00	1,68	Dé0bil
2	3,92	0,00	0,00	47,00	3,92	Débil	0,00	0,00	0,00	53,00	0,00	Débil
3	0,00	0,00	0,00	56,00	0,00	Débil	0,00	0,00	0,00	53,00	0,00	Débil
4	0,00	0,00	0,00	54,00	0,00	Débil	0,00	0,00	0,00	49,00	0,0	Débil
5	2,24	1,12	0,00	52,00	3,36	Débil	0,00	0,00	0,00	44,00	0,00	Débil
6	2,80	3,36	2,00	50,00	8,16	Débil	1,68	0,00	2,00	33,00	3,68	Débil
7	1,12	0,56	0,00	55,00	1,68	Débil	2,24	0,00	1,00	33,00	3,24	Débil
8	0,00	0,00	0,00	51,00	0,00	Débil	0,56	0,00	0,00	5,007	0,56	Débil
9	0,00	0,00	0,00	48,00	0,00	Débil	2,80	1,68	4,00	23,00	8,48	Débil
10	2,24	0,56	1,00	54,00	3,80	Débil	2,80	1,12	6,00	45,00	9,92	Débil
11	2,80	1,12	0,00	49,00	3,92	Débil	2,80	1,68	1,00	51,00	5,48	Débil
12	3,36	0,00	0,00	56,00	3,36	Débil	2,80	2,24	4,00	53,00	9,04	Débil
13	2,24	1,12	0,00	61,0	3,36	Débil	0,00	0,00	0,00	48,00	0,00	Débil
14	3,36	1,12	0,00	42,00	4,48	Débil	2,24	0,00	0,00	50,00	2,24	Débil
15	2,24	0,00	0,00	46,00	2,24	Débil	0,56	0,00	0,00	56,00	0,56	Débil
16	1,12	1,12	0,00	50,00	2,24	Débil	2,80	1,12	0,00	58,00	3,92	Débil
17	2,80	0,00	0,00	56,00	2,80	Débil	3,92	0,56	0,00	55,00	4,48	Débil
18	1,12	0,00	0,00	55,00	1,12	Débil	3,36	1,12	0,00	48,00	4,48	Débil
19	2,24	0,00	0,00	44,00	2,24	Débil	3,36	0,56	1,00	43,00	4,92	Débil
20	1,68	0,00	0,00	56,00	1,68	Débil	2,24	0,00	0,00	46,00	2,24	Débil
21	2,24	1,12	5,00	55,00	8,36	Débil	2,24	0,56	1,00	38,00	3,80	Débil
22	2,24	2,24	0,00	53,00	4,48	Débil	2,24	1,68	1,00	55,00	4,92	Débil
23	2,24	1,12	0,00	58,00	3,36	Débil	2,24	1,12	3,00	50,00	6,36	Débil

Nota, GE = Grupo Experimental; *GC* = Grupo de Control; *Dm* = Dimensión; *T* = Puntaje Total.

Tabla 13

Frecuencias y Porcentajes del pretest en Mecánica Rotacional, Semestre 2023-I

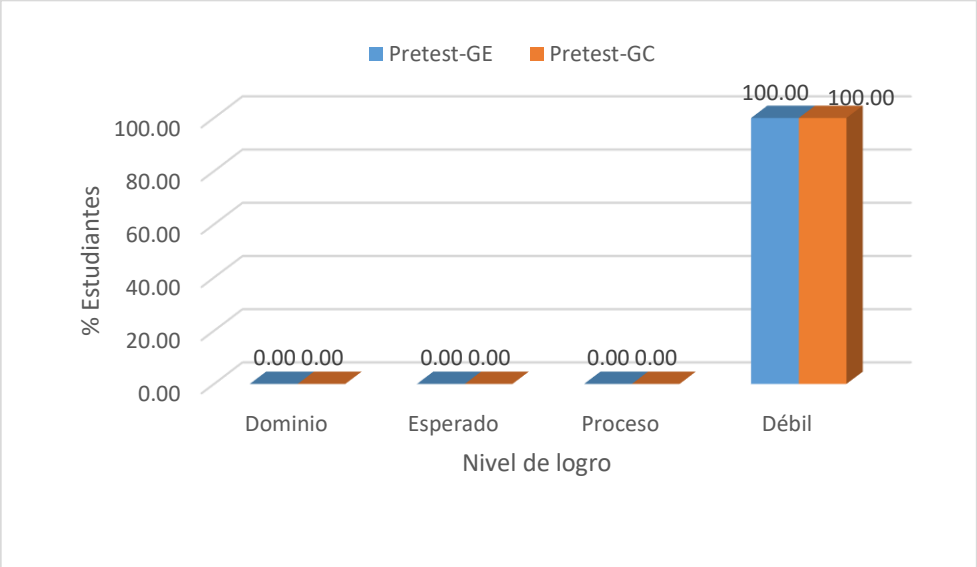
Nivel	Escala	Grupo Experimental		Grupo de control	
		f_i	%	f_i	%
Dominio	18-20	0	0,00	0	0,00
Esperado	14-17	0	0,00	0	0,00

Proceso	11-13	0,	0,00	0	0,00
Débil	0 -10	23	100,00	23	100,00
Total		23	100,00	23	100,00

Nota, f_i = frecuencia absoluta, Datos obtenidos del consolidado del Pretest.

Figura 4

Niveles de Logro del Aprendizaje en el pretest sobre Mecánica Rotacional, Semestre 2023-I



Los resultados del pretest sobre los conocimientos en Mecánica Rotacional muestran que el 100% de los estudiantes se encuentra en el nivel débil, tanto en el grupo experimental (GE) como en el grupo control (GC), durante el semestre 2023-I (Tabla 13 y Figura 4),

Tabla 14

Resultados del Postest en Mecánica Rotacional por Dimensiones y Nivel de Logro durante el Semestre 2023-I

N°	Grupo de Experimental						Grupo de Control					
	Dm1	Dm2	Dm3	Dm4	T	Nivel	Dm1	Dm2	Dm3	Dm4	T	Nivel
1	4,48	2,24	5,00	67,00	11,72	Proceso	4,48	1,68	3,00	53,00	9,16	Débil
2	4,48	2,24	4,00	46,00	10,72	Débil	4,48	1,68	4,00	48,00	10,16	Débil
3	3,36	1,68	4,00	65,00	9,04	Débil	3,36	2,24	5,00	58,00	10,60	Débil
4	4,48	2,24	4,00	62,00	10,72	Débil	2,80	2,80	1,00	40,00	6,60	Débil
5	3,92	1,68	4,00	54,00	9,60	Débil	4,48	1,12	4,00	63,00	9,60	Débil
6	4,48	2,24	4,00	64,00	10,72	Débil	4,48	1,68	4,00	53,00	10,16	Débil

7	4,48	2,24	6,00	61,00	12,72	Proceso	3,36	2,80	2,00	51,00	8,16	Débil
8	2,8	1,68	3,00	58,00	7,48	Débil	2,80	1,68	1,00	38,00	5,48	Débil
9	3,92	1,68	5,00	55,00	10,60	Débil	2,80	1,12	3,00	66,00	6,92	Débil
10	4,48	2,8	7,00	53,00	14,28	Esperado	2,24	1,12	5,00	55,00	8,36	Débil
11	4,48	2,24	7,00	56,00	13,72	Proceso	3,92	1,68	2,00	50,00	7,60	Débil
12	4,48	3,92	5,00	64,00	13,4	Proceso	3,36	0,56	3,00	60,00	6,92	Débil
13	4,48	2,24	5,00	46,00	11,72	Proceso	2,80	1,68	4,00	47,00	8,48	Débil
14	4,48	2,8	3,00	52,00	10,28	Débil	3,36	1,68	5,00	63,00	10,04	Débil
15	4,48	2,24	7,00	58,00	13,72	Esperado	3,36	0,56	1,00	52,00	4,92	Débil
16	4,48	2,24	6,00	57,00	12,72	Proceso	3,92	1,68	4,00	56,00	9,60	Débil
17	4,48	2,24	5,00	59,00	11,72	Proceso	3,92	1,68	4,00	56,00	9,60	Débil
18	4,48	2,24	5,00	48,00	11,72	Proceso	2,80	1,12	2,00	48,00	5,92	Débil
19	4,48	2,24	6,00	62,00	12,72	Proceso	3,36	1,68	6,00	48,00	11,04	Proceso
20	4,48	3,36	4,00	57,00	11,84	Proceso	3,36	1,68	4,00	49,00	9,04	Débil
21	4,48	2,8	4,00	60,00	11,28	Proceso	2,24	1,68	2,00	61,00	5,92	Débil
22	4,48	3,36	6,00	60,00	13,84	Proceso	2,80	1,12	2,00	52,00	5,92	Débil
23	4,48	2,24	4,00	58,00	10,72	Débil	2,80	1,68	5,00	57,00	9,48	Débil

Nota, GE = Grupo Experimental; *GC* = Grupo de Control; *Dm* = Dimensión; *T* = Puntaje Total.

Tabla 15

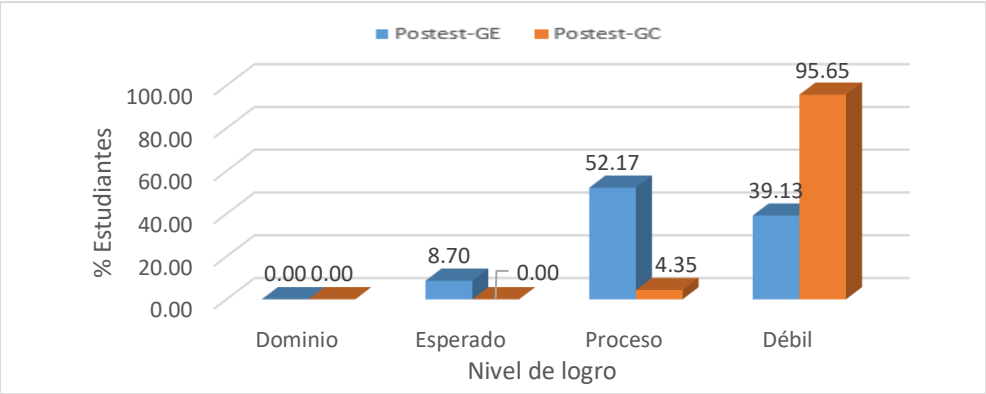
Frecuencias y Porcentajes del Postest en Mecánica Rotacional, Semestre 2023-I

Nivel	**Escala**	**Grupo Experimental**		**Grupo de control**	
		fi	**%**	**fi**	**%**
Dominio	18-20	0	0,00	0	0,00
Esperado	14-17	2	8,70	0	0,00
Proceso	11-13	12	52,17	1	4,35
Débil	0 – 10	9	39,13	22	95,65
Total		23	100,00	23	100,00

Nota, f_i = frecuencia absoluta, Datos obtenidos del consolidado del postest.

Figura 5

Niveles de Logro del Aprendizaje en el Postest sobre Mecánica Rotacional, semestre 2023-I



En la Tabla 15 y la Figura 5 se presentan los resultados del postest sobre los conocimientos en Mecánica Rotacional tras la aplicación del Sistema 4MAT. Se evidencia que en el grupo experimental (GE), el 52,17% de los estudiantes alcanzó el nivel de proceso, el 39,13% se situó en el nivel débil y un 8,70% logró el nivel esperado. Por el contrario, la mayoría de los estudiantes del grupo de control (GC) se ubicó en el nivel débil (95,65%), mientras que solo el 4,35% alcanzó el nivel de proceso durante el semestre 2023-I.

Tabla 16

Resultados del Pretest en Mecánica Rotacional por Dimensiones y Nivel de Logro durante el Semestre 2023-II

N°	Grupo de Experimental						Grupo de Control					
	Dm1	Dm2	Dm3	Dm4	T	Nivel	Dm1	Dm2	Dm3	Dm4	T	Nivel
1	2,24	0,56	0,00	46,00	2,80	Débil	2,24	1,12	3,00	46,00	6,36	Débil
2	3,36	0,00	4,00	43,00	7,36	Débil	2,24	0,56	1,00	52,00	3,80	Débil
3	3,36	3,36	1,00	50,00	7,72	Débil	2,80	0,00	0,00	40,00	2,80	Débil
4	1,68	1,68	2,00	47,00	5,36	Débil	0,56	0,00	0,00	55,00	0,56	Débil
5	2,80	0,00	0,00	39,00	2,80	Débil	2,80	1,68	0,00	0,00	4,48	Débil
6	2,24	1,12	2,00	51,00	5,36	Débil	1,68	0,00	1,00	60,00	2,68	Débil
7	3,92	1,12	2,00	58,00	7,04	Débil	1,12	0,00	0,00	48,00	2,24	Débil
8	3,36	1,68	1,00	47,00	6,04	Débil	1,68	2,24	0,00	32,00	3,92	Débil
9	1,12	0,00	0,00	56,00	1,12	Débil	2,80	0,00	1,00	52,00	3,80	Débil
10	2,80	0,56	1,00	54,00	4,36	Débil	0,00	0,00	0,00	53,00	0,00	Débil
11	4,48	0,56	0,00	38,00	5,04	Débil	2,24	0,00	0,00	52,00	2,24	Débil
12	3,36	1,68	0,00	53,00	5,04	Débil	3,36	0,00	0,00	59,00	3,36	Débil
13	2,24	1,12	0,00	45,00	3,36	Débil	2,80	0,00	0,00	49,00	2,80	Débil
14	2,24	1,12	0,00	42,00	3,36	Débil	0,56	0,56	3,00	40,00	4,12	Débil
15	1,68	0,00	0,00	49,00	1,68	Débil	1,68	0,56	1,00	54,00	3,24	Débil
16	2,24	0,00	0,00	52,00	2,24	Débil	2,24	1,12	0,00	48,00	3,36	Débil
17	2,24	0,00	4,00	68,00	6,24	Débil	3,36	0,00	4,00	44,00	7,36	Débil
18	2,24	0,00	0,00	55,00	2,24	Débil	2,24	0,56	1,00	48,00	3,80	Débil
19	1,68	0,56	0,00	45,00	2,24	Débil	2,80	0,00	0,00	52,00	2,80	Débil
20	2,24	0,00	0,00	63,00	2,24	Débil	3,36	0,56	3,00	52,00	6,92	Débil
21	2,24	0,00	0,00	52,00	2,24	Débil	2,24	0,56	0,00	46,00	2,80	Débil
22	2,80	1,12	0,00	49,00	3,92	Débil	1,12	0,00	2,00	45,00	3,12	Débil
23	0,56	0,00	0,00	42,00	0,56	Débil	0,56	0,00	3,00	48,00	3,56	Débil

Nota, GE = Grupo Experimental; *GC* = Grupo de Control; *Dm* = Dimensión; *T* = Puntaje Total.

Tabla 17

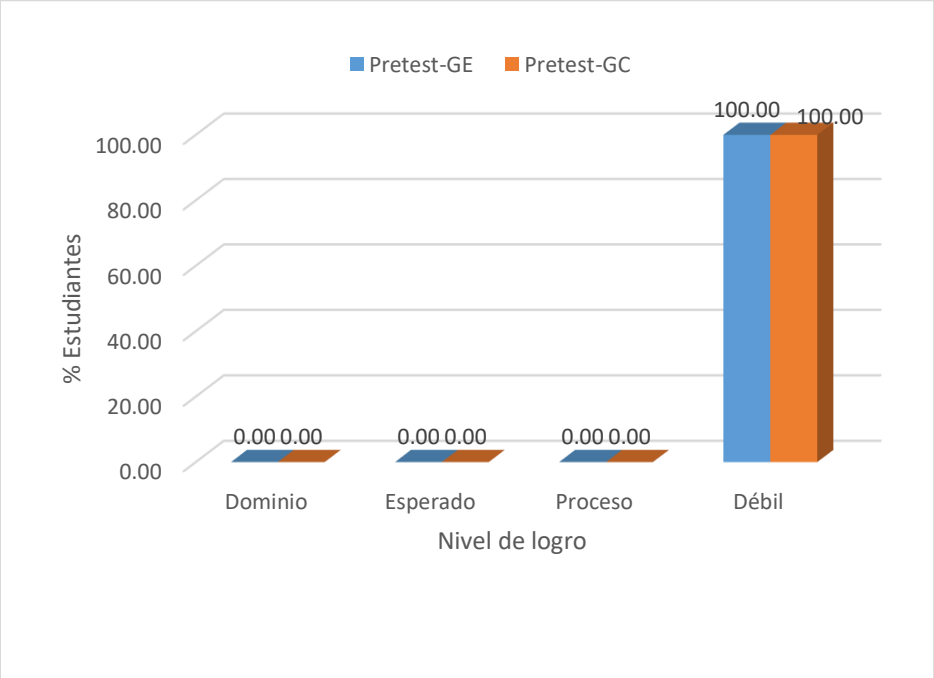
Frecuencias y Porcentajes del Pretest en Mecánica Rotacional, Semestre 2023-I

Nivel	Escala	Grupo Experimental		Grupo de control	
		Fi	%	Fi	%
Dominio	18 – 20,	0	0,00	0	0,00
Esperado	14 – 17	0	0,00	0	0,00
Proceso	11- 13,	0	0,00	0	0,00
Débil	0 – 10	23	100,00	23	100,00
Total		**23**	**100,00**	**23**	**100,00**

Nota. f_i = frecuencia absoluta, Datos obtenidos del consolidado del pretest (Semestre 2023-I).

Figura 6

Niveles de Logro del Aprendizaje en el Pretest sobre Mecánica Rotacional, Semestre 2023-II



En consonancia con la Tabla17 y Figura 6, sobre los conocimientos en Mecánica Rotacional en el semestre 2023-II, el 100,0% de estudiantes de ambos grupos (GE, GC) se ubican en el “nivel de débil”.

Tabla 18

Resultados del Postest en Mecánica Rotacional por Dimensiones y Nivel de Logro durante el Semestre 2023-II

N°	Grupo de Experimental						Grupo de Control					
	Dm1	Dm2	Dm3	Dm4	T	Nivel	Dm1	Dm2	Dm3	Dm4	T	Nivel
1	3,36	2,8	6,00	67,00	12,16	Proceso	1,68	2,80	4,00	46,00	9,04	Débil
2	3,92	2,8	7,00	46,00	13,72	Proceso	3,36	2,24	5,00	59,00	11,16	Proceso
3	3,36	2,8	7,00	65,00	13,16	Proceso	2,80	2,80	3,00	53,00	9,16	Débil
4	3,92	3,36	9,00	62,00	16,28	Esperado	2,80	2,80	3,00	49,00	9,16	Débil
5	3,36	2,24	6,00	54,00	11,6	Proceso	2,24	2,24	3,00	57,00	8,04	Débil
6	3,36	2,8	8,00	64,00	14,16	Esperado	3,36	2,24	2,00	61,00	8,16	Débil
7	3,36	2,24	8,00	61,00	13,6	Proceso	2,80	2,24	3,00	42,00	8,60	Débil
8	2,80	2,8	7,00	58,00	12,6	Proceso	1,68	2,8	3,00	55,00	8,04	Débil
9	2,80	2,8	8,00	55,00	13,6	Proceso	2,24	1,68	3,00	33,00	7,48	Débil
10	3,36	2,24	6,00	53,00	11,6	Proceso	2,80	2,24	3,00	60,00	8,60	Débil
11	3,92	2,8	8,00	56,00	14,72	Esperado	3,36	1,68	4,00	54,00	9,60	Débil
12	2,80	2,8	9,00	64,00	14,6	Esperado	2,24	2,80	3,00	59,00	8,60	Débil
13	4,48	2,24	9,00	46,00	15,72	Esperado	3,36	2,80	2,00	59,00	8,72	Débil
14	3,92	3,36	6,00	52,00	13,28	Esperado	2,24	2,80	1,00	64,00	6,60	Débil
15	4,48	2,8	10,00	58,00	17,28	Esperado	2,24	2,80	2,00	59,00	7,60	Débil
16	4,48	2,8	8,00	57,00	15,28	Esperado	3,36	3,36	7,00	53,00	14,28	Esperado
17	3,92	3,36	10,00	59,00	17,28	Esperado	2,80	1,68	8,00	41,00	13,04	Proceso
18	2,80	2,8	9,00	48,00	14,6	Esperado	1,68	1,12	2,00	42,00	5,36	Débil
19	2,80	2,8	6,00	62,00	11,6	Proceso	3,36	2,80	7,00	51,00	13,72	Proceso
20	2,24	2,8	10,00	57,00	15,04	Esperado	1,12	1,12	3,00	58,00	5,80	Débil
21	2,80	2,24	6,00	60,00	11,04	Proceso	2,80	1,12	1,00	49,00	5,48	Débil
22	2,80	3,36	5,00	60,00	11,16	Proceso	2,24	2,24	1,00	21,00	5,48	Débil
23	3,36	1,68	2,00	58,00	7,04	Débil	2,80	2,24	4,00	53,00	9,60	Débil

Nota. GE = Grupo Experimental; *GC* = Grupo de Control; *Dm* = Dimensión; *T* = Puntaje Total.

Tabla 19

Frecuencias y Porcentajes del Postest en Mecánica Rotacional, Semestre 2023-II

Nivel	Escala	Grupo Experimental		Grupo de control	
		fi	%	fi	%
Dominio	18 – 20,	0	0,00	0	0,00
Esperado	14 – 17,	11	47,83	1	4,35
Proceso	11 – 13,	11	47,83	3	13,04
Débil	0 – 10,	1	4,35	19	82,61
Total		**23**	**100,00**	**23**	**100,00**

Nota. f_i = frecuencia absoluta, Datos obtenidos del consolidado del postest (Semestre 2023-II).

En relación con la Tabla 19 y la Figura 7, los resultados del postest sobre los conocimientos en Mecánica Rotacional —luego de aplicar el Sistema 4MAT en el semestre 2023-II— evidencian que, en el grupo experimental (GE), el 47,83 % de los estudiantes alcanzó los niveles en proceso y esperado, mientras que el 4,35 % se ubicó en el nivel débil. Por el contrario, los estudiantes del grupo de control (GC) se

distribuyeron de la siguiente manera: el 82,61 % en el nivel débil, el 13,04 % en el nivel en proceso y el 4,35 % en el nivel esperado.

Figura 7

Niveles de Logro del Aprendizaje en el Postest sobre Mecánica Rotacional, Semestre 2023-II

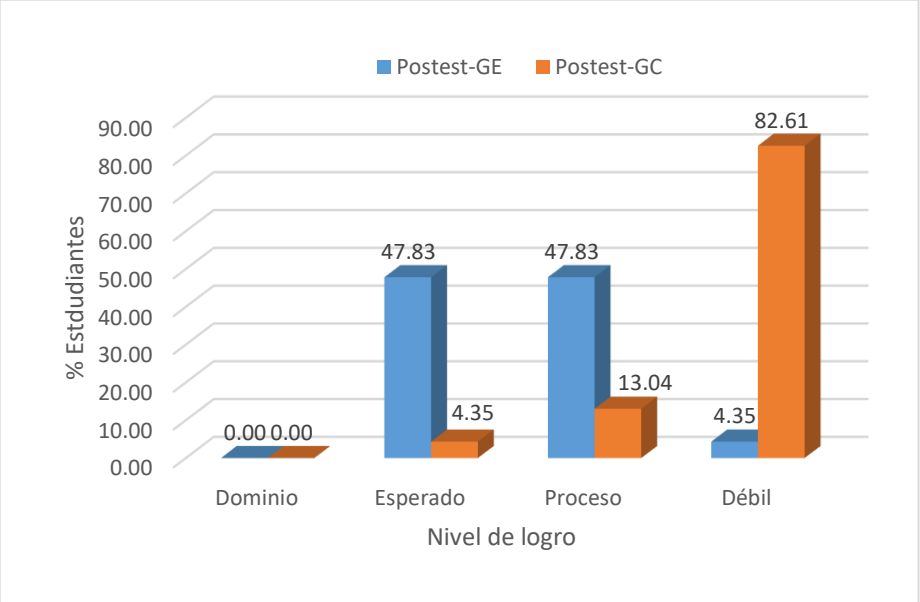


Tabla 20

Caracterización de los Estilos de Aprendizaje y Hemisfericidad Cerebral del Grupo Experimental, Semestre 2023-I

Estilos de aprendizaje	Estudiantes	%	Hemisfericidad	Estudiantes	%
Imaginativo	5	21,74	Izquierdo	13	56,52
Analítico	9	39,13			
Sentido común	7	30,44	Derecho	10	43,48
Dinámico	2	08,69			
Total	**23**	**100,00**		**23**	**100,00**

Nota. Elaborado a partir de la base de datos de los cuestionarios de estilos de aprendizaje y hemisfericidad cerebral.

Figura 8

Caracterización de los Estilos de Aprendizaje, Semestre 2023-I

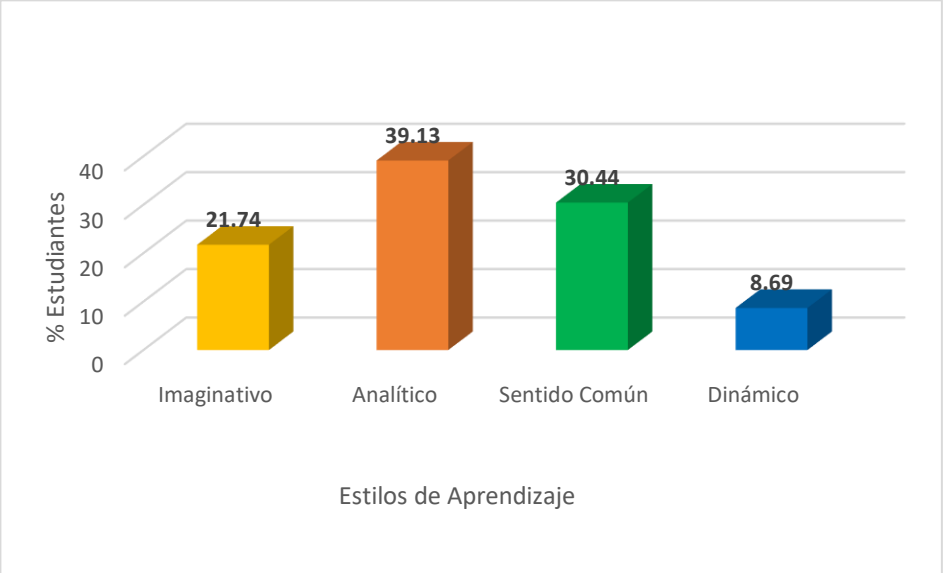


Tabla 21

Caracterización de los Estilos de Aprendizaje y Hemisfericidad Cerebral del Grupo Experimental, Semestre 2023-II

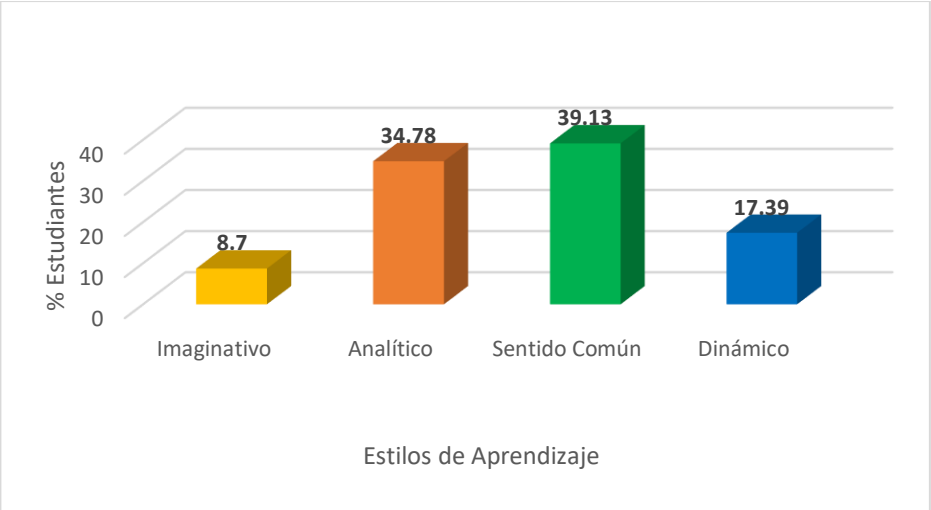
Estilos de aprendizaje	Estudiantes	%	Hemisfericidad	Estudiantes	%
Imaginativo	2	8,7	Izquierdo	9	39,13
Analítico	8	34,78			
Sentido común	9	39,13	Derecho	14	60,87
Dinámico	4	17,39			
Total	**23**	**100,00**		**23**	**100,00**

Nota. Elaborado con los datos de los cuestionarios de estilos de aprendizaje y hemisfericidad cerebral.

Según se puede deducir de Tabla 20 y Figura 8, el estilo preponderante, es decir, aquel con mayor número de estudiantes, es el estilo analítico con 39,13 % y el menos predominante es el estilo dinámico con 8,69 %; así mismo el 56,52 % de estudiantes tienen más características de funcionalidad del hemisferio izquierdo y el 43,48 % tienen más características de funcionalidad del hemisferio derecho.

Figura 9

Caracterización de los Estilos de Aprendizaje, Semestre 2023-II



Como se deduce de la Tabla 20 y la Figura 9, el estilo preponderante es el analítico (39,13 %), mientras que el menos frecuente es el d imaginativo (8,7 %). Asimismo, el 39,13 % de los estudiantes presenta una mayor funcionalidad del hemisferio izquierdo, frente a un 60,87 % que muestra mayor funcionalidad del hemisferio derecho.

4.2. Prueba de normalidad

Con la finalidad de verificar la distribución normal de los datos del pretest y postest evaluados en el grupo experimental (GE) y el grupo de control (GC), se plantearon las siguientes hipótesis:

H_0: Los datos provienen de una población con distribución normal.

H_1: Los datos no provienen de una población con distribución normal.

Tras la comprobación, se obtuvieron los resultados que se detallan a continuación, organizados por dimensiones y acompañados de la prueba estadística correspondiente para su análisis posterior. La región crítica considerada para la regla de decisión fue un nivel de significancia $\alpha = ,05$, donde si el valor $p \geq \alpha$, se acepta la hipótesis nula H_0.

Tabla 22

Resultados de la Prueba de Normalidad, Semestre 2023-I

Evaluación	Variable/Dimensión	Shapiro-Wilk		Prueba estadística sugerida
		GE(p)	GC(p)	
Pretest	Nivel de logro de aprendizaje	,019	,049	Wilcoxon
	Dm1: Evocación	,028	,011	Wilcoxon
	Dm2: Comprensión	,000	,000	Wilcoxon
	Dm3: Aplicación	,000	,000	Wilcoxon
	Dm4: Actitud	,603	,011	Wilcoxon
Postest	Nivel de logro de aprendizaje	,474	,138	T de Student
	Dm1: Evocación	,000	,027	Wilcoxon
	Dm2: Comprensión	,001	,002	Wilcoxon
	Dm3: Aplicación	,033	,087	Wilcoxon
	Dm4: Actitud	,388	,814	T de Student

Nota. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo de Control; Dm = Dimensión, Los datos corresponden al curso de Física I, tema de Mecánica Rotacional.

Tabla 23

Resultados de la Prueba de Normalidad, Semestre 2023-II

Evaluación	Variable/Dimensión	Shapiro-Wilk		Prueba estadística sugerida
		GE(p)	GC(p)	
Pretest	Nivel de logro de aprendizaje	,279	,040	Wilcoxon
	Dm1: Evocación	,290	,087	T Student
	Dm2: Comprensión	,000	,000	Wilcoxon
	Dm3: Aplicación	,000	,000	Wilcoxon
	Dm4: Actitud	,659	,000	Wilcoxon
Postest	Nivel de logro de aprendizaje	,320	,039	Wilcoxon
	Dm1: Evocación	,041	,024	Wilcoxon
	Dm2: Comprensión	,000	,008	Wilcoxon
	Dm3: Aplicación	,053	,003	Wilcoxon
	Dm4: Actitud	,388	,008	Wilcoxon

Nota. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo de Control; Dm = Dimensión, Los datos corresponden al curso de Física I, tema de Mecánica Rotacional.

Interpretación de los datos

En concordancia con los resultados de la Tabla 22 (semestre 2023-I), se observó que en el pretest de conocimientos y actitudes del GE y GC, la variable "nivel de logro de aprendizaje" y sus dimensiones (Dm1, Dm2, Dm3 y Dm4) obtuvieron valores *p* inferiores al nivel de significancia $\alpha = ,05$. La única excepción fue la Dm4 en el GE $p = ,603$; sin embargo, dado que el GC no cumplió con la normalidad en esa misma dimensión $p = ,011$, se determinó que los puntajes globales no presentan una

distribución normal. Por lo tanto, para el análisis de significancia del pretest se optó por la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Por otra parte, en el postest del mismo semestre, la variable general "nivel de logro de aprendizaje" y la dimensión Dm4 presentaron valores *p* superiores a $\alpha = ,05$ en ambos grupos, lo que demuestra un comportamiento estadísticamente normal; por consiguiente, se seleccionó la prueba paramétrica t de Student para su contraste. En cambio, las dimensiones Dm1, Dm2 y Dm3 no alcanzaron la normalidad en al menos uno de los grupos, lo que justificó el uso de la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

De forma análoga, en la Tabla 23 (semestre 2023-II), los resultados del pretest evidenciaron que únicamente la dimensión Dm1 (Evocación) cumplió con el criterio de normalidad en ambos grupos $p > ,05$, analizándose posteriormente con la prueba t de Student. Para la variable general y las dimensiones Dm2, Dm3 y Dm4, los valores de \(p\) fueron mayoritariamente menores a $\alpha = ,05$, reflejando una distribución no normal, por lo que se aplicó el estadístico de Wilcoxon.

Finalmente, en el postest de este segundo semestre, tanto la variable "nivel de logro de aprendizaje" como la totalidad de sus dimensiones (Dm1, Dm2, Dm3 y Dm4) arrojaron valores *p* comparativamente menores a $\alpha = ,05$ en alguno o en ambos grupos evaluados. Al no aproximarse a una distribución normal, se empleó la estadística no paramétrica mediante la prueba de Wilcoxon para verificar la significancia de los cambios.

4.3. Contraste de Hipótesis General

> “Mejora significativamente el nivel del logro del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT”.
>
> H_1: Mejora significativamente el nivel del logro del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.
>
> H_0: No mejora significativamente el nivel del logro del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

Los resultados del semestre 2023-I indican que, antes de la aplicación del experimento (pretest), no existían diferencias significativas en el nivel de logro de aprendizaje en Mecánica Rotacional entre ambos grupos (*p* = ,614 > *α* = ,05). Esto demuestra la homogeneidad inicial de las muestras con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 24

Resultados del Nivel de Logro de Aprendizaje y de la Magnitud de la Efectividad en Mecánica Rotacional para los Grupos Experimental y de Control (Semestres 2023-I y 2023-II)

Evaluación	Estadística	Grupo Experimental	Grupo de Control	Prueba Inferencial	Efectividad (d de Cohen)
		Semestre 2023-I			
Pretest	Media *(M)*	2,93	3,48	Z:- 0,504[c] *p*: ,614	d = - 0,21 (No relevante)
	Mediana (*Mdn*)	2,80	3,68		
	Desviación estándar (*DS*)	2,21	3,02		
Postest	Media *(M)*	11,61	8,75	t: 4,822 *p:* ,001	d = 1,36 (Muy Alto)
	Mediana (*Mdn*)	11,72	8,60		
	Desviación estándar (*DS*)	1,68	2,45		
		Semestre 2023-II			
Pretest	Media *(M)*	3,93	3,48	Z:- 0,685[b] P: ,494	d = 0,24 (Bajo)
	Mediana (*Mdn*)	3,36	3,36		
	Desviación estándar (*DS*)	2,07	1,70		
Postest	Media *(M)*	13,53	8,75	Z:- 4,031[b] *p*: ,001	d = 2,00 (Muy Alto)
	Mediana (*Mdn*)	13,60	8,60		
	Desviación estándar (*DS*)	2,316	2,45		

Nota. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo de Control; DE = Desviación Estándar, Los valores de la d de Cohen se interpretan según los criterios convencionales de Cohen (1988): alrededor de 0,20 define un efecto bajo; 0,50 moderado; y a partir de 0,80 un efecto alto o muy alto. Las letras en superíndice (b, c) corresponden a las notas de los rangos de la prueba estadística original.

Sin embargo, tras la administración del Sistema 4MAT, el Grupo Experimental (GE) incrementó su media, superando al Grupo de Control (GC) por 2,86 puntos en el postest. Esta diferencia resultó estadísticamente significativa mediante la prueba *t* de Student ($t = 4{,}822$; $p = ,001 < \alpha = ,05$), confirmando un nivel de confianza superior al 95%, Con base en estos valores calculados, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: la aplicación del Sistema 4MAT mejora significativamente el nivel del logro del aprendizaje de la Física I en los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial.

De manera análoga, en el semestre 2023-II, las evaluaciones del pretest confirmaron la ausencia de diferencias significativas entre los grupos (p = ,494 > α = ,05), ratificando su equivalencia inicial. Posteriormente, en el postest, se observó una disparidad de 4,78 puntos en las medias a favor del GE. La prueba de Wilcoxon validó esta diferencia como altamente significativa (Z = - 4,031; p = ,001 < α = ,05). Este hallazgo faculta el rechazo de la hipótesis nula y ratifica la hipótesis alterna de que el Sistema 4MAT optimiza significativamente el aprendizaje evaluado.

Para determinar con rigor metodológico la efectividad de la intervención didáctica a través del Sistema 4MAT en la asignatura de Física I, no basta con identificar diferencias estadísticamente significativas mediante las pruebas de hipótesis (p); se requiere cuantificar la magnitud pragmática del cambio mediante el tamaño del efecto, operacionalizado con la d de Cohen. Este índice evalúa qué tan distante se encuentra la distribución de los logros de aprendizaje del GE respecto al GC.

Durante el semestre 2023-I, los estadísticos revelaron que en el pretest la magnitud del efecto no era relevante (d = - 0,21), lo que ratifica la equivalencia y homogeneidad analítica inicial entre ambos grupos. No obstante, al evaluar el postest, el tamaño del efecto calculado ascendió sustancialmente a d = 1,36. Bajo los parámetros establecidos por la literatura científica, cualquier valor que supere el umbral de 0,80 es catalogado como un efecto grande; por consiguiente, un coeficiente de 1,36 dictamina que el Sistema 4MAT posee una efectividad muy alta para optimizar la comprensión en Mecánica Rotacional.

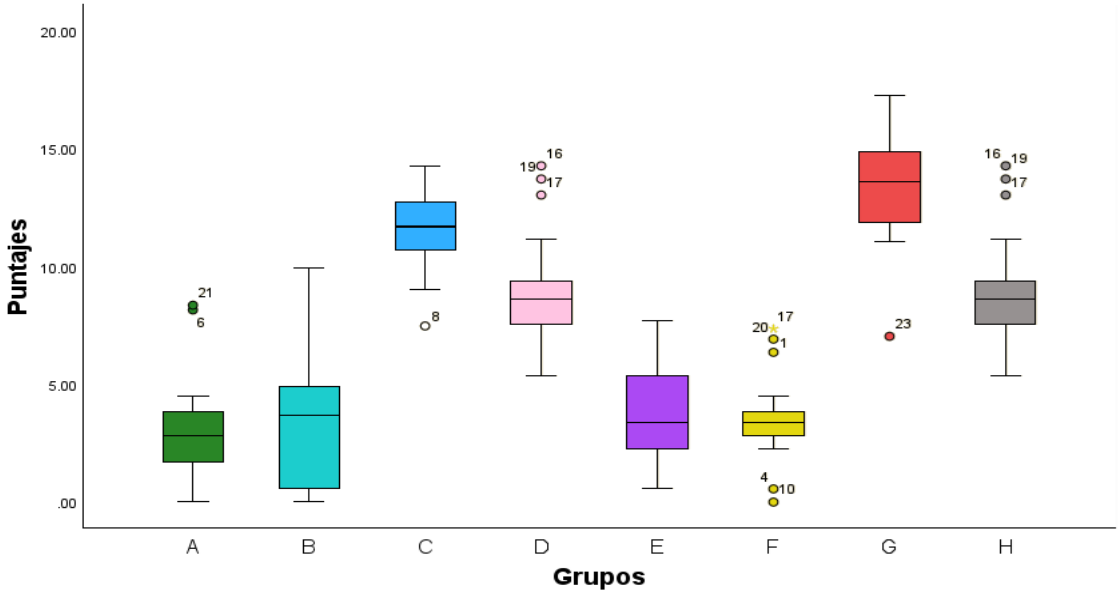
Esta tendencia se consolidó con mayor énfasis en el semestre 2023-II, En la evaluación inicial (pretest), la brecha se mantuvo baja (d = 0, 24). Al concluir el experimento en el postest, la magnitud del efecto escaló sustancialmente hasta alcanzar una d de Cohen de 2,00. En términos metodológicos, un efecto de esta dimensión manifiesta que el promedio ponderado de los estudiantes expuestos al Sistema 4MAT se posicionó a dos desviaciones estándar completas por encima del grupo de enseñanza tradicional. Ello valida la alta replicabilidad, solidez y potencia pedagógica de la propuesta didáctica implementada.

Por otra parte, el análisis complementario de la Figura 10 permite constatar la distribución de los puntajes. En el pretest del semestre 2023-I, el GC evidenció una ligera ventaja inicial con una diferencia de 0,88 en su mediana respecto al GE, acompañada de una mayor dispersión de sus datos (DE = 3,02 frente a DE = 2,21). No obstante, en el postest, la dinámica se revirtió notablemente: el GE superó en la mediana al GC por 3,12 puntos, registrando además una estructura de datos más homogénea (DE = 1,68) en comparación con la dispersión reflejada en el GC (DE = 2,45).

Finalmente, en el pretest del semestre 2023-II, ambas medianas se mantuvieron idénticas (*Mdn* = 3,36), aunque el GE denotó una dispersión ligeramente mayor (*DE* = 2,07 frente a *DE* = 1,70 del GC). Tras la experimentación (postest), el GE consolidó una clara ventaja de 5,00 puntos en su mediana respecto al GC, mientras que este último mantuvo una mayor variabilidad interna en sus puntuaciones (*DE* = 2,45 frente a *DE* = 2,32 del GE), Este estrechamiento de los puntajes en el GE durante el postest ratifica visualmente la *d* de Cohen de 2,00, demostrando que casi la totalidad del grupo experimental migró hacia el nivel de logro previsto de forma uniforme.

Figura 10

Distribución de los Puntajes del Nivel de Logro de Aprendizaje en los Grupos Experimental y de Control durante los Semestres 2023-I y 2023-II



Nota. Gráfico de cajas para las fases de pretest (A, B, E, F) y postest (C, D, G, H) en el Grupo Experimental (GE) y el Grupo de Control (GC) durante ambos semestres. Las líneas internas representan las medianas y los círculos indican los valores atípicos.

4.4. Contraste de Hipótesis Especificas

Hipótesis específica 1

“Mejora significativamente el nivel de evocación del aprendizaje de la Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT”.

H_1: Mejora significativamente el nivel de evocación del aprendizaje de la Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

H_o: No mejora significativamente el nivel de evocación del aprendizaje de la Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

Tabla 25

Resultados de la Dimensión Evocación en Mecánica Rotacional para los Grupos Experimental y de Control (Semestres 2023-I y 2023-II)

Evaluación	Estadística	Grupos		Wilcoxon/T de Student
		Grupo Experimental	**Grupo de control**	
		Semestre 2023-I		
Pretest	Media *(M)*	1,95	1,85	Z:- 0,238[b]
	Mediana (*Mdn*)	2,24	2,24	*p*: ,812
	Desviación estándar (*DS*)	1,14	1,26	
Postest	Media *(M)*	4,31	3,36	*Z*: - 3,653[b]
	Mediana (*Mdn*)	4,48	3,36	*p:* ,001
	Desviación estándar (*DS*)	0,43	0,70	
		Semestre 2023-II		
Pretest	Media *(M)*	2,48	2,02	T=1,777
	Mediana (*Mdn*)	2,24	2,24	*p* = ,089
	Desviación estándar (*DS*)	0,89	0,98	
Postest	Media *(M)*	3,41	2,58	*Z*= - 3,898[b]
	Mediana (*Mdn*)	3,36	2,80	*p*= ,001
	Desviación estándar (*DS*)	0,63	0,64	

Nota. Elaboración propia a partir de las pruebas estadísticas T de Student y Wilcoxon. La diferencia de rangos se basa en rangos negativos.

De acuerdo con la Tabla 25, se analizó que en el semestre 2023-I, al evaluar los conocimientos de Mecánica Rotacional en la dimensión de evocación mediante el pretest, la prueba estadística de Wilcoxon señaló un valor p = ,812 > α = ,05, Esto demuestra que no existían diferencias significativas entre los grupos antes de la intervención. Por el contrario, en los resultados posteriores a la aplicación del Sistema 4MAT (postest), se observó una diferencia de 0,95 puntos en las medias a favor del grupo experimental (GE) respecto al grupo de control (GC). Esta diferencia es estadísticamente significativa según la prueba de Wilcoxon *(Z* = - 3,653, p = ,001 < α = ,05), lo que permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna: “La aplicación del Sistema 4MAT mejora significativamente el nivel de evocación en el aprendizaje de la Física I de los estudiantes de ingeniería agroindustrial”.

En forma similar, durante el semestre 2023-II, la evaluación diagnóstica del pretest mediante la prueba *t* de Student indicó que p = ,089 > α = ,05, lo que confirma

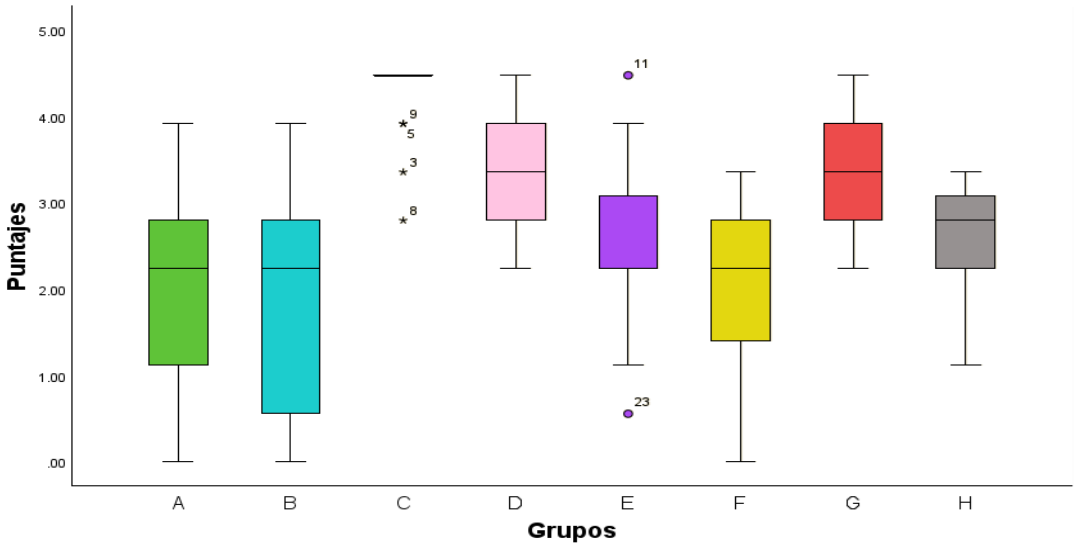
que inicialmente no había diferencias significativas entre ambos grupos. Sin embargo, tras la experimentación (postest), el GE superó al GC por una diferencia de 0,83 puntos en sus medias. La prueba de Wilcoxon validó este incremento como estadísticamente significativo *(Z* = - 3,898, *p* = ,001 < *α* = ,05). Este resultado respalda nuevamente la hipótesis alterna del estudio y demuestra la efectividad del Sistema 4MAT.

Asimismo, al analizar la Figura 11 para el semestre 2023-I, se constató que en el pretest las medianas de ambos grupos fueron idénticas *(Mdn* = 2,24); no obstante, el GC presentó una desviación estándar ligeramente mayor (+0,12), lo que refleja una dispersión de datos sutilmente superior, Tras la intervención (postest), la mediana del GE superó a la del GC por 1,12 puntos, y este último mantuvo una mayor dispersión en sus puntuaciones *(SD* = 0,70 para el GC frente a *SD* = 0,43 para el GE).

Finalmente, en el semestre 2023-II, el pretest mostró nuevamente una igualdad en las medianas de ambos grupos *(Mdn* = 2,24), con una dispersión levemente mayor en el GC *(SD* = 0,98). En el postest, la mediana del GE se posicionó 0,56 puntos por encima del GC, lo que redujo la brecha de dispersión entre ambos grupos a una diferencia mínima de apenas 0,01 en sus desviaciones estándar.

Figura 11

Distribución de los Puntajes de la Dimensión Evocación en los Grupos Experimental y de Control durante los Semestres 2023-I y 2023-II



Nota. Gráfico de cajas para las fases de pretest (A, B, E, F) y postest (C, D, G, H),en el Grupo Experimental (GE) y el Grupo de Control (GC) durante ambos semestres. Las líneas internas representan las medianas y los círculos indican los valores atípicos.

Hipótesis especifica 2

“Mejora significativamente el nivel de compresión del aprendizaje de la Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT”.

H_1: Mejora significativamente el nivel de compresión del aprendizaje de la Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

H_o: No mejora significativamente el nivel de compresión del aprendizaje de la Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

Tabla 26

Resultados de la Dimensión Comprensión en Mecánica Rotacional para los Grupos Experimental y de Control (Semestres 2023-I y 2023-II)

,Evaluacion	**Estadística**	**Grupos**		**Wilcoxon**
		Grupo Experimental	**Grupo de control**	
		Semestre 2023-I		
Pretest	Media *(M)*	0,63	0,58	Z:- 0,128[b]
	Mediana (*Mdn*)	0,00	0,00	P: 0,898
	Desviación estándar (*DS*)	0,87	0,73	
Postest	Media *(M)*	2,39	1,58	Z:- 3,484[b]
	Mediana (*Mdn*)	2,24	1,68	*p*: 0,001
	Desviación estándar (*DS*)	0,57	0,55	
		Pre Test semestre 2023-II		
Pretest	Media *(M)*	0,71	0,41	Z = -1,183[b]
	Mediana (*Mdn*)	0,56	0,00	*p* = 0,237
	Desviación estándar (*DS*)	0,85	0,61	
		Post Test semestre 2023-II		
Postest	Media *(M)*	2,73	2,29	Z = -2,587[b]
	Mediana (*Mdn*)	2,80	2,24	*p* = 0,010
	Desviación estándar (*DS*)	0,42	0,63	

Nota. Elaborado a partir de las pruebas estadísticas de rangos con signo de Wilcoxon. Las "b" en los valores *Z* originales de la salida de SPSS se omiten aquí por estética, ya que solo indican la dirección de los rangos.

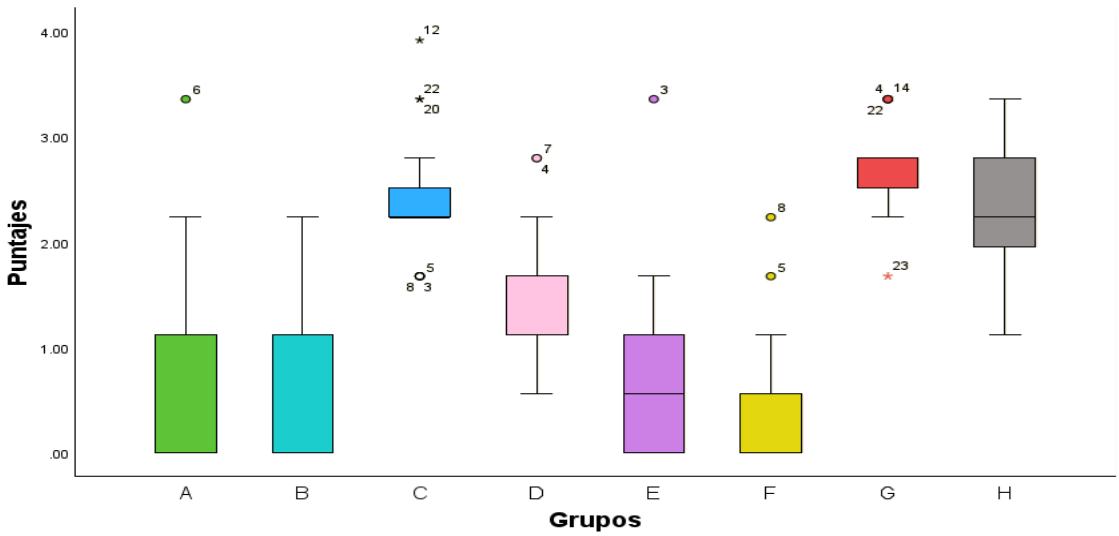
Conforme a los datos de la Tabla 26, se advirtió que para el semestre 2023-I, en la dimensión de comprensión según el pretest, la prueba de Wilcoxon arrojó un *p* = ,898. Debido a que este valor es mayor al nivel de significancia *α* = ,05, se demuestra que no existían diferencias estadísticas significativas iniciales entre ambos grupos. En ese mismo contexto, tras aplicar el Sistema 4MAT (postest), se observó que la media del

Grupo Experimental (GE) alcanzó los 2,39 puntos, superando en 0,81 puntos al Grupo de Control (GC), el cual registró 1,58 puntos. Esta discrepancia derivó en una diferencia estadísticamente significativa (Z = - 3,484; p = ,001 < α = ,05), con un nivel de confianza superior al 95%, En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: “Al aplicar el Sistema 4MAT, se mejora significativamente el nivel de comprensión del aprendizaje de la Física I en estudiantes de Ingeniería Agroindustrial”.

Asimismo, se examinó que en los resultados del pretest para el semestre 2023-II, la prueba de Wilcoxon señaló un p = ,237 > ,05, Esto evidenció nuevamente la homogeneidad inicial de las muestras y confirmó que no había diferencias significativas previas al experimento. En forma análoga, después de aplicar el Sistema 4MAT (postest), se apreció que la media del GE (2,73) superó a la del GC (2,29) por una diferencia de 0,44 puntos. Este incremento validó la existencia de una diferencia altamente significativa (Z = - 2,587; p = ,010 < α = ,05), lo que permite ratificar la hipótesis alterna con un nivel de confianza del 95%.

Figura 12

Distribución de los Puntajes de la Dimensión Comprensión en los Grupos Experimental y de Control durante los Semestres 2023-I y 2023-II



Nota. Gráfico de cajas para las fases de pretest (A, B, E, F) y postest (C, D, G, H) en el Grupo Experimental (GE) y el Grupo de Control (GC) durante ambos semestres. Las líneas internas representan las medianas y los círculos indican los valores atípicos

Por otra parte, a partir de la Figura 12, se notó que para el semestre 2023-I en el pretest no existían diferencias en las medianas de ambos grupos (*Mdn* = 0,00). No obstante, la desviación estándar del GE fue 0,14 puntos mayor que la del GC, lo que indica una dispersión inicial ligeramente superior en el grupo experimental. Tras la experimentación (postest), se identificó una brecha de 0,56 puntos en la mediana del

GE respecto al GC. En cuanto a la variabilidad, las desviaciones se mostraron muy homogéneas, con una diferencia de apenas 0,02 a favor del GE. En una línea similar, para el semestre 2023-II en el pretest, las medianas mostraron una ligera ventaja inicial para el GE (*Mdn* = 0,56) frente al GC (*Mdn* = 0,00), con una dispersión de datos mayor en el GE por 0,24 puntos. Finalmente, en el postest de este periodo se consolidó una ventaja de 0,56 puntos en la mediana del GE frente al GC; en contraste con los periodos anteriores, en esta etapa final el GC exhibió una mayor dispersión interna, superando la desviación estándar del GE en 0,21 puntos.

Hipótesis especifica 3

"Mejora significativamente el nivel de aplicación del aprendizaje de la Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT".

H_1: Mejora significativamente el nivel de aplicación del aprendizaje de la Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

H_o: No mejora significativamente el nivel de aplicación del aprendizaje de la Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

Tabla 27

Resultados de la Dimensión Aplicación en Mecánica Rotacional para los Grupos Experimental y de Control (Semestres 2023-I y 2023-II)

Evaluación	Estadística	Grupos		Wilcoxon
		Grupo Experimental	Grupo de control	
		Semestre 2023-I		
Pretest	Media *(M)*	0,35	1,04	Z: - 1,859[c]
	Mediana (*Mdn*)	0,00	0,00	*p:* ,063
	Desviación estándar (*DS*)	1,11	1,66	
Postest	Media *(M)*	4,91	3,30	Z: - 3,172[b]
	Mediana (*Mdn*)	5,00	4,00	*p*: ,002
	Desviación estándar (*DS*)	1,20	1,46	
		Semestre 2023-II		
Pretest	Media *(M)*	0,74	1,00	Z: - 0,751[b]
	Mediana (*Mdn*)	0,00	0,00	*p*: ,453
	Desviación estándar (*DS*)	1,25	1,31	
Postest	Media *(M)*	7,39	3,34	Z: - 4,024[c]
	Mediana (*Mdn*)	8,00	3,00	*p*,001
	Desviación estándar (*DS*)	1,90	1,87	

Nota, Los valores de *p* corresponden a la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Las diferencias estadísticas se calcularon utilizando un nivel de significancia ∝= ,05. El tamaño de la muestra se distribuye en Grupo Experimental (GE) y Grupo de Control (GC).

En la Tabla 27 se presentan los resultados correspondientes a los semestres 2023-I y 2023-II. En la evaluación diagnóstica (pretest) del semestre 2023-I, para la dimensión Aplicación en Mecánica Rotacional, la prueba de Wilcoxon indicó que no existían diferencias significativas entre ambos grupos (Z = -1,86, p = ,063). Este valor de p, al ser superior al nivel de significancia establecido (α = ,05), confirma la homogeneidad inicial de las muestras y evidencia que las diferencias iniciales no son estadísticamente significativas.

Por el contrario, tras la implementación del Sistema 4MAT en el grupo experimental (GE), los resultados del postest revelaron un incremento sustancial en este grupo. La media del GE se situó en 4,91 puntos frente a los 3,30 puntos obtenidos por el grupo de control (GC), lo que representa una diferencia de 1,61 puntos a favor del grupo intervenido. Esta diferencia resultó estadísticamente significativa de acuerdo con la prueba de Wilcoxon (Z = -3,17, p = ,002), lo que permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna de la investigación.

Un comportamiento análogo se observó durante el semestre 2023-II. En el pretest, la prueba estadística de Wilcoxon arrojó un valor de Z = - 0,75, p = ,453, lo que ratifica que no existían diferencias significativas entre el GE y el GC antes de iniciar el experimento. Sin embargo, en el postest, el GE alcanzó una media de 7,39 puntos en comparación con los 3,34 puntos del GC, generando una brecha de 4,05 puntos a favor del grupo con la propuesta metodológica activa. La prueba de Wilcoxon validó la alta significancia de este incremento (Z = - 4,02, p = ,001), lo que respalda nuevamente la efectividad pedagógica del Sistema 4MAT.

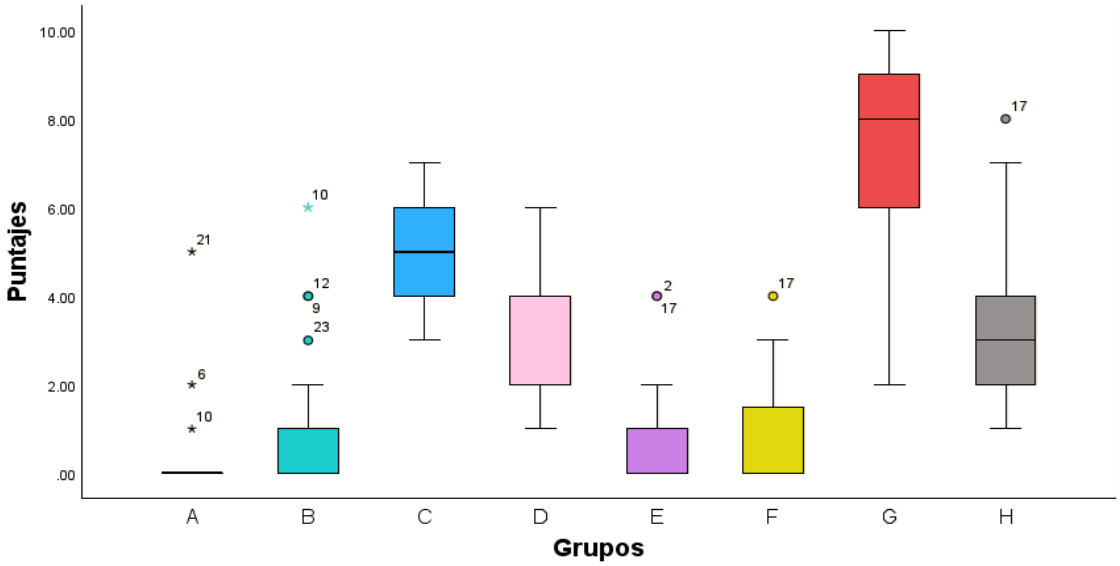
El análisis complementario de la variabilidad de los datos, apoyado en la Figura 13, detalló que durante el pretest del semestre 2023-I las medianas de ambos grupos coincidieron en 0,00 puntos; no obstante, el GC exhibió una mayor dispersión en sus puntajes con una desviación estándar superior en 0,55 unidades respecto al GE. Tras la intervención, el postest de este mismo ciclo evidenció un desplazamiento de la mediana del GE, la cual superó en 1,00 punto a la del GC. Asimismo, la desviación estándar del GC continuó siendo mayor por una diferencia de 0,26, lo que confirma una persistente dispersión en las calificaciones de los estudiantes que no recibieron el tratamiento experimental.

Finalmente, en el semestre 2023-II se replicó la igualdad de medianas (0,00) en el pretest, identificándose una diferencia mínima en la desviación estándar de apenas

0,06 unidades a favor de una mayor dispersión en el GC. No obstante, las transformaciones estadísticas más marcadas ocurrieron en el postest de este periodo: la mediana del GE aventajó a la del GC por 5,00 puntos enteros. En este escenario específico, a diferencia de los periodos anteriores, el GE reportó una desviación estándar sutilmente mayor por 0,03 unidades respecto al GC, lo que denota que los puntajes del grupo experimental se tornaron levemente más dispersos luego de la internalización del Sistema 4MAT.

Figura 13

Distribución de los Puntajes de la Dimensión Aplicación en los Grupos Experimental y de Control durante los Semestres 2023-I y 2023-II



Nota. Gráfico de cajas para las fases de pretest (A, B, E, F) y postest (C, D, G, H) en el Grupo Experimental (GE) y el Grupo de Control (GC) durante ambos semestres. Las líneas internas representan las medianas y los círculos indican los valores atípicos.

Hipótesis especifica 4

"Mejora significativamente el nivel actitudinal del aprendizaje de la Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT".

H_1: Mejora significativamente el nivel actitudinal del aprendizaje de la Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

H_o: Mejora significativamente el nivel actitudinal del aprendizaje de la Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

En concordancia con la Tabla 28, se analizó la dimensión actitudinal en mecánica rotacional para el semestre 2023-I, En el pretest, la prueba estadística de Wilcoxon señaló una diferencia significativa $Z = -2{,}06, p = {,}040 < \alpha = {,}05)$, lo que demuestra una confiabilidad del 95%. Asimismo, en el postest, tras aplicar el Sistema

4MAT, se observó una diferencia de medias de 4,27 a favor del GE sobre el GC. De acuerdo con la prueba *t* de Student, esta diferencia fue significativa ($t = 2{,}33, p = {,}029$), manteniendo una confiabilidad del 95%, Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna: “El Sistema 4MAT mejora significativamente el nivel actitudinal del aprendizaje de la Física I en estudiantes de Ingeniería Agroindustrial”.

Tabla 28

Resultados de la dimensión Actitudinal en Mecánica Rotacional para los Grupos Experimental y de Control (Semestres 2023-I y 2023-II)

Evaluación	Estadística	Grupos		Wilcoxon/T Student
		Grupo Experimental	Grupo de control	
		Semestre 2023-I		
Pretest	Media *(M)*	52,57	47,70	Z:- 2,055[b]
	Mediana (*Mdn*)	54,00	50,00	*p*: ,040
	Desviación estándar (*DS*)	5,00	8,86	
Postest	Media *(M)*	57,48	53,21	t: 2,333
	Mediana (*Mdn*)	58,00	53,00	p: ,029
	Desviación estándar (*DS*)	5,74	7,01	
		Semestre 2023-II		
Pretest	Media *(M)*	49,74	46,74	Z:- 0,796[b]
	Mediana (*Mdn*)	49,00	48,00	*p*: ,426
	Desviación estándar (*DS*)	7,32	11,95	
Postest	Media *(M)*	57,48	51,22	Z:- 2,146[b]
	Mediana (*Mdn*)	58,00	53,00	*p:* ,032
	Desviación estándar (*DS*)	5,74	10,10	

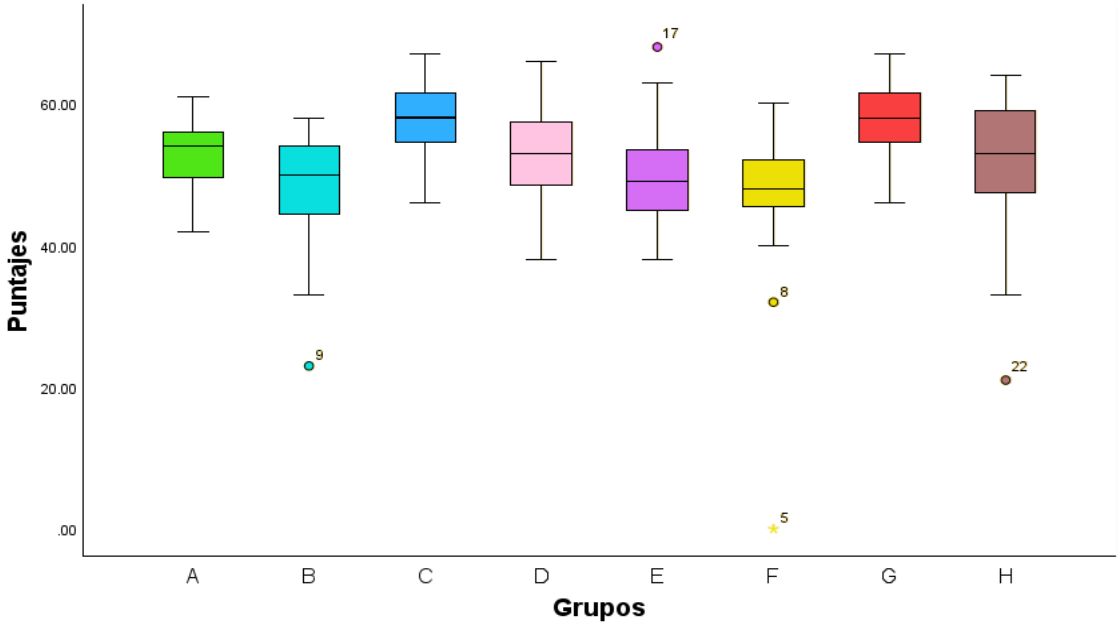
Nota. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo de Control, Los valores de p menores a ,05 indican diferencias significativas, b Basado en rangos negativos.

De forma análoga, se examinaron los resultados del semestre 2023-II, En el pretest, la prueba de Wilcoxon indicó que no existían diferencias significativas entre los grupos ($Z = -0{,}80, p = {,}426 > \alpha = {,}05$). Sin embargo, en el postest, posterior a la intervención con el Sistema 4MAT, se registró una diferencia de medias de 6,26 a favor del GE. Esta diferencia resultó estadísticamente significativa según la prueba de Wilcoxon ($Z = -2{,}15, p = {,}032 > \alpha = {,}05$), con una confiabilidad del 95%, En consecuencia, se acepta la hipótesis alterna para este periodo académico.

Complementariamente, a partir de la Figura 14, se evaluó la dispersión y las medianas de los datos. Para el semestre 2023-I, el pretest mostró una diferencia de 4,00 puntos en las medianas a favor del GE; asimismo, la desviación estándar del GC fue mayor por 8,86 puntos respecto al GE, lo que evidencia una mayor dispersión en el grupo de control. En el postest, la diferencia entre las medianas aumentó a 5,00 puntos a favor del GE, mientras que el GC continuó mostrando una mayor variabilidad, con una desviación estándar superior en 1,27 puntos respecto al GE. En el semestre 2023-II, el pretest reveló una diferencia inicial en las medianas de 1,00 punto a favor del GE y una desviación estándar notablemente mayor en el GC (superior por 4,63 puntos). Finalmente, en el postest de este semestre, se verificó una diferencia de 5,00 puntos en la mediana a favor del GE, manteniéndose una mayor dispersión de los datos en el GC, cuya desviación estándar superó a la del GE en 4,36 puntos.

Figura 14

Distribución de los Puntajes de la Dimensión Actitudinal en los Grupos Experimental y de Control durante los Semestres 2023-I y 2023-II



Nota. Gráfico de cajas para las fases de pretest (A, B, E, F) y postest (C, D, G, H) en el Grupo Experimental (GE) y el Grupo de Control (GC) durante ambos semestres. Las líneas internas representan las medianas y los círculos indican los valores atípicos.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la ejecución de este estudio, se propusieron inicialmente los medios metodológicos para la recolección de datos, los cuales se sometieron a controles de calidad y pertinencia analítica antes de su aplicación. En ese sentido, se determinó la validez de los test mediante el juicio de expertos y la confiabilidad a través del coeficiente Kuder-Richardson (KR-20). El dictamen de los especialistas otorgó un 100% de validez a los instrumentos propuestos, mientras que el análisis estadístico arrojó un índice de confiabilidad general de ,82, lo que sitúa a las herramientas en un nivel muy bueno. Estos resultados demuestran que la herramienta diagnóstica, compuesta por 27 ítems, es plenamente válida y confiable para los fines de la investigación.

En cuanto a la evaluación del nivel de logro del aprendizaje de Física I para el tema de Mecánica Rotacional en el semestre 2023-I, el pretest evidenció que tanto el Grupo Experimental (GE) como el Grupo de Control (GC) se ubicaban en un nivel de logro inicial o de bajo desempeño. Esto demuestra analíticamente que los estudiantes poseían un bajo conocimiento del tema antes de iniciar la intervención metodológica con el Sistema 4MAT.

Por otra parte, los resultados del postest reflejaron los conocimientos adquiridos tras la aplicación del Sistema 4MAT. En el GE, el 52,17% de los estudiantes alcanzó un nivel de proceso, mientras que en el GC, el 95,65% permaneció en un nivel débil. Al comparar ambos grupos, la diferencia en los niveles de logro es notable; tras la intervención didáctica, el 60% de los estudiantes del GE logró superar el nivel débil, en contraste con el GC, donde solo el 4% logró superar dicha categoría de rendimiento.

Respecto al semestre 2023-II, la evaluación diagnóstica o pretest arrojó de igual forma que el 100% de los integrantes de ambos grupos se encontraba en un nivel de logro débil, ratificando las carencias cognitivas previas a la introducción de la variable experimental.

Posteriormente, los resultados del postest para este periodo académico mostraron que el 47,83% de los estudiantes del GE se posicionó en el nivel de proceso, en tanto que el 82,61% del GC se mantuvo en el nivel débil. La comparación intergrupal confirma una brecha significativa: con la implementación del Sistema 4MAT, el 95,66%

de los estudiantes del GE logró superar el nivel débil, frente a un escaso 17,39% observado en el GC. Estos hallazgos concuerdan de forma directa con las investigaciones previas de Alsalhi et al, (2021) y Conde (2017) respecto a la efectividad pedagógica y la optimización instruccional del Sistema 4MAT.

Discusión de resultados con respecto al contraste de hipótesis

En relación con la hipótesis general para el semestre 2023-I (ver Tabla 24 y Figura 10), los resultados posteriores a la aplicación del Sistema 4MAT indicaron un incremento sustancial en el GE, el cual superó al GC por una diferencia de medias de 2,86 puntos en el postest. Esta variación resultó estadísticamente significativa según la prueba t de Student para muestras independientes, con un valor de t = 4,822 y un nivel de significancia de $p = ,001 < \propto = ,05$. Esto permite alcanzar un nivel de confianza superior al 95%, facultando el rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de la hipótesis alterna de investigación: la aplicación del Sistema 4MAT mejora significativamente el nivel de logro del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial. Asimismo, el cálculo del tamaño del efecto arrojó un valor de d = 1,36, lo que representa una magnitud del efecto muy alta bajo los parámetros científicos convencionales.

De forma análoga, el contraste de la hipótesis general para el semestre 2023-II evidenció una disparidad de 4,78 puntos en las medias a favor del GE respecto al GC. La prueba inferencial de Mann-Whitney validó esta diferencia como altamente significativa, registrando un valor de $Z = -4,031$ con una significancia de $p = ,001 < \propto = ,05$. Este escenario probabilístico ratifica la hipótesis alterna de que el Sistema 4MAT optimiza sustancialmente el aprendizaje de la asignatura, consolidando además un tamaño del efecto de d = 2,00. Metodológicamente, esto implica que el promedio del grupo expuesto se posicionó a dos desviaciones estándar por encima del grupo bajo enseñanza de modelo por competencias.

Los hallazgos expuestos confirman que el Sistema 4MAT constituye una metodología de enseñanza-aprendizaje idónea para las ciencias físicas. Esta efectividad coincide con lo reportado por Artamónova et al, (2014) en un curso de mecánica y por Uttumadathil y Gupta (2023) en el área de matemáticas, quienes demostraron la utilidad de este enfoque interactivo desde diversas perspectivas académicas en disciplinas de alta complejidad cuantitativa.

De igual forma, se validó el comportamiento estadístico de las hipótesis específicas 1, 2, 3 y 4 (ver Tablas 25, 26, 27 y 28). Para el semestre 2023-I, se observaron mejoras significativas en las dimensiones de: Evocación (analizada mediante la prueba de Wilcoxon con un (*Z = -3,653 y p = ,001)*. Comprensión (mediante Wilcoxon con un (*Z = -3,484 y p = ,001)*. Aplicación (mediante Wilcoxon con un (Z = -3,17 y p = ,002) y la dimensión Actitudinal (verificada a través de la prueba t de Student con un t = 2,33 y p = ,029).

Para el semestre 2023-II, el análisis estadístico determinó que la dimensión Evocación fue altamente significativa mediante la prueba de Wilcoxon (Z = -3,898; p = ,001), al igual que las dimensiones de Comprensión (Z = -2,587; p = ,010). Aplicación (Z = -4,02; p = ,001) y Actitudinal (Z = -2,146; p = ,032).

Los análisis estadísticos descritos sustentan de manera sólida que la aplicación del Sistema 4MAT mejora significativamente el aprendizaje de la Física I y promueve una actitud favorable en los estudiantes del tercer ciclo de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA). Por consiguiente, se respalda formalmente la adopción de este sistema como modelo instruccional estratégico en la educación superior técnica.

La práctica docente universitaria en el campo de las ciencias exige el empleo de metodologías de aprendizaje respaldadas por evidencia científica y validación empírica rigurosa. El Sistema 4MAT posee un marco teórico robusto fundamentado en los estilos de aprendizaje y la especialización hemisférica, cualidades que justifican plenamente su continuidad experimental y su transferencia hacia otras áreas del conocimiento. La versatilidad de este modelo se alinea con lo planteado por Conde (2017) al extender exitosamente su uso hacia los procesos de gestión del conocimiento en el sector corporativo.

Asimismo, la efectividad didáctica observada en esta investigación se encuentra sólidamente respaldada por una amplia literatura científica especializada (A, S, Ahmad et al,, 2021; S, S, Ahmad & Umate, 2018; Alsalhi et al,, 2021; Artamónova et al,, 2014; Cengizhan & Özer, 2016; Irfan et al,, 2016; Marzano, 2014; Muñoz et al,, 2020; Nikolaou & Koutsouba, 2012; Obaya-Valdivia et al,, 2023; Ramírez, 2014; Ramírez et al,, 2015; Silva-Barragán & Ramos-Galarza, 2020; Suárez & Mora, 2018).

Finalmente, se sugiere la contextualización y transferencia de los resultados de este trabajo de investigación hacia otras áreas de la instrucción académica universitaria. Este esfuerzo no solo busca enriquecer los procesos formativos y de diseño curricular, sino también servir como un marco de referencia que contribuya a fortalecer de forma sistemática la enseñanza de las ciencias básicas en el entorno universitario actual.

CONCLUSIONES

- Los análisis estadísticos manifiestan divergencias significativas entre los grupos de estudio en relación con el "nivel de logro de aprendizaje general", registrando un valor de $p = ,001 < \propto = ,05$, en los semestres 2023-I y 2023-II. En correspondencia con el análisis descriptivo de las medias, el semestre 2023-II evidenció un incremento numérico marginalmente superior en el rendimiento del grupo intervenido. Estos hallazgos demuestran de forma concluyente la optimización del nivel de logro del aprendizaje de la Física I para el tema de Mecánica Rotacional en los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial como consecuencia directa de la aplicación del Sistema 4MAT.

- Los datos inferenciales reflejan diferencias estadísticas altamente significativas entre las muestras respecto a la dimensión de Evocación, obteniendo un valor de $p = ,001 < \propto = ,05$ en ambos periodos académicos del año 2023. Al contrastar las puntuaciones medias del postest, se constató que el semestre 2023-I alcanzó un desempeño cuantitativo superior en comparación con el periodo posterior, Ello comprueba la eficacia del Sistema 4MAT para maximizar la retención y evocación de conocimientos teóricos sobre Mecánica Rotacional.

- Se comprueba la existencia de discrepancias significativas entre los grupos evaluados relativas a la dimensión de Comprensión, con valores de significancia de $p = ,001 < \propto = ,05$ en el semestre 2023-I y de $p = ,010 < \propto = ,05$ en el semestre 2023-II. Al verificar los estadígrafos 10de tendencia central, el grupo del semestre 2023-II demostró una mayor consolidación de los puntajes promedios. Esto certifica que la metodología aplicada optimizó de manera notable los procesos cognitivos de interpretación y asimilación conceptual de la asignatura.

- Los resultados estadísticos evidencian variaciones significativas entre el Grupo Experimental y el Grupo de Control en lo concerniente a la dimensión de Aplicación, reportando un $p = ,002 < \propto = ,05$ para el semestre 2023-I y un $p = ,001 < \propto = ,05$ para el semestre 2023-II. De acuerdo con las medias obtenidas en el postest, el semestre 2023-II reflejó el mayor índice de logro adaptativo (*M* = 7,39). Lo anterior ratifica que el Sistema 4MAT promueve de forma efectiva la transferencia práctica y la resolución de problemas reales de física básica.

- La evaluación inferencial manifiesta divergencias significativas entre los grupos en el componente Actitudinal, mostrando valores de $p = ,029 < \propto = ,05$ en el semestre 2023-I y de $p = ,032 < \propto = ,05$ en el semestre 2023-II. En correspondencia con los puntajes de las variables, en ambos semestres académicos se aprecia un marcado desplazamiento hacia puntuaciones que denotan una alta actitud positiva hacia la materia tras el tratamiento experimental. Ello demuestra que la estructura del Sistema 4MAT optimiza y estimula favorablemente la disposición afectiva y motivacional de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial.

SUGERENCIAS

- Promover la ejecución de nuevas líneas de investigación enfocadas en la aplicación del Sistema 4MAT en diversas áreas del conocimiento científico y humanístico. Este esfuerzo permitirá constatar la validez externa y la transversalidad de la metodología estudiada, con el propósito de generar un cuerpo de evidencia empírica robusto que fundamente su estandarización y recomendación formal como modelo estratégico de enseñanza-aprendizaje en los diferentes niveles del sistema educativo nacional.

- Desarrollar estudios de carácter cuasiexperimental y experimental a nivel de posgrado (maestría y doctorado) orientados a evaluar el impacto del Sistema 4MAT sobre las dimensiones cognitivas de orden superior que no fueron el objeto central de esta tesis, tales como el Análisis, la Evaluación y la Creación, Ello complementará de forma sustancial la comprensión de la efectividad de este enfoque instruccional en procesos de alta complejidad intelectual.

- Ampliar la discusión teórica y metodológica en futuros trabajos respecto a la interacción entre los "estilos de aprendizaje" y la "hemisfericidad cerebral" dentro del rendimiento académico. Si bien en el presente estudio estas variables se emplearon únicamente para la caracterización diagnóstica de las muestras del periodo 2023, se sugiere profundizar en su análisis a la luz de los modelos neuropsicológicos contemporáneos (como las unidades funcionales de Alexander Luria o los mecanismos de transmisión y modulación de información mediada por astrocitos). Lo anterior se justifica debido a que la literatura científica determina que la optimización de los estilos cognitivos y la integración hemisférica exigen periodos prolongados de intervención experimental sistemática para evidenciar cambios estructurales significativos.

- Incorporar de manera explícita la dominancia cerebral y los estilos de aprendizaje en calidad de variables intervinientes o moderadoras dentro de los diseños metodológicos de investigaciones experimentales futuras que utilicen el Sistema 4MAT. Esto permitirá controlar con mayor rigor el sesgo de selección inicial y analizar con precisión matemática los efectos diferenciales del sistema sobre los perfiles cognitivos específicos de los estudiantes.

- Integrar de forma transdisciplinaria en los marcos conceptuales de futuras investigaciones sobre el Sistema 4MAT los hallazgos recientes derivados de la neuroeducación y las neurociencias cognitivas. El análisis de la plasticidad sináptica y las redes de conectividad funcional dinámica aportará un valioso sustento explicativo de base biológica a las transformaciones del aprendizaje observadas en el aula tras la aplicación de este modelo instruccional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adesoji, F. A. (2018). Bloom taxonomy of educational objectives and the modification of cognitive levels. *Advances in Social Sciences Research Journal*, *5*(5), 292–297. https://doi.org/10.14738/assrj.55.4233

Ahmad, A. S., El-Helaly, A.-R., & Al-Tanany, A. (2021). The effectiveness of 4MAT model in developing argumentative writing skills among EFL majors. *Al-Azhar University College of Education in Cairo, Education Magazine*, *3*(192), 631–655.

Ahmad, S. S., & Umate, B. A. (2018). Meta-analysis of four modes application technique on the academic achievement of students in science. *AJSTME*, *4*(1), 45–52. https://www.ajstme.com.ng/admin/img/paper/45-52%20Ahmad%20&%20Umate.pdf.

Aliustaoğlu, F., & Tuna, A. (2022). Analysis of the pedagogical content knowledge development of prospective teachers in the lesson plan development process: 4MAT model. *International Journal of Progressive Education*, *18*(1), 298–321. https://doi.org/10.29329/ijpe.2022.426.17

AlSaleem, B. I. (2019). The 4MAT model in English language teaching. *Arab World English Journal*, *10*(4), 112–120. https://doi.org/10.24093/awej/vol10no4.9

Alsalhi, N. R., Eltahir, M., Dawi, E., Abdelkader, A., & Zyoud, S. (2021). The effect of blended learning on the achievement in a physics course of students of a dentistry college: A case study at Ajman University. *The Electronic Journal of E-Learning*, *19*(1), 1–17. https://doi.org/10.34190/ejel.19.1.2141.

Aragón, M. (2016). Correlación inherente de los estilos del aprendizaje y las estrategias de enseñanza-aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, *3*(5), 1–15. https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/578.

Arévalo, V. F. (2020). *Motivación, estrategias de aprendizaje y el nivel de logro de aprendizaje en estudiantes del II ciclo de la Facultad de Pedagogía y Cultura Física de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle 2015*

[Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. Repositorio Institucional UNE. https://repositorio.une.edu.pe.

Arribas, J. (2017). La evaluación de los aprendizajes, problemas y soluciones. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, *21*(4), 381–404. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56754639020.

Artamónova, I., Mosquera, J. C., & Mosquera, J. D. (2014). Resultados cuantitativos de la aplicación del sistema 4MAT en Mecánica en la Universidad del Quindío. *Latin-American Journal of Science Education*, *1*, 1–14. https://www.lajse.org/may14/2014_12013.pdf.

Baron, A. P. (2023). Tipos psicológicos de Carl Gustav Jung y la didáctica de la enseñanza de la segunda lengua. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, *4*(1). https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.459.

Belecina, R. R., & Ocampo, J. M. (2019). Brain dominance, learning styles, and mathematics performance of pre-service mathematics teachers. *ATIKAN: Jurnal Kajian Pendidikan*, *9*(1), 1–14. https://journals.mindamas.com/index.php/atikan/article/view/1167.

Bohórquez, V. M. (2024). Desafíos en la enseñanza de la física: Análisis a partir de una revisión bibliográfica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(1), 8702–8715. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10202.

Bueno, G. (1992). *Teoría del cierre categorial* (Vol. 1). Pentalfa Ediciones.

Cajavilca, P. R., & Placencia, S. (2010). *Factores relacionados con el rendimiento académico en matemática en los estudiantes de la Universidad Nacional de Educación "Enrique Guzmán y Valle" en el año 2010* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. https://biblioteca.une.edu.pe/bib/59042.

Camacho-Valadez, D. (2014). Estructuras cerebrales implicadas en el procesamiento temporal. *Revista Chilena de Neuropsicología*, *9*(1–2), 1–3. https://doi.org/10.5839/rcnp.2014.090102.01.

Casadellà, M., Massip, M., González, N., Dias-Gomes, A., & Barroso-Hortas, M. J. (2022). Imaginación, educación para el futuro y cultura democrática: Políticas educativas en la Península Ibérica. *Comunicar*, *30*(73), 57–67. https://doi.org/10.3916/C73-2022-05.

Cengizhan, S., & Özer, S. (2016). The effect of the 4MAT learning style model on academic achievement and learning retention in teaching “ratio and proportions”. *Journal of Theory and Practice in Education*, *12*(3), 568–589. https://dergipark.org.tr/en/pub/eku/issue/26699/280865.

Chadwick, G. (2022). Reflexiones sobre la enseñanza de la Física. *Sinergia Académica*, *5*(3), 1–10. https://doi.org/10.51736/sa.v5i3.94.

Conde, M. G. (2017). *Aplicación del Ciclo 4MAT para facilitar la gestión del conocimiento en equipos de trabajo* [Tesis doctoral, Universitat de les Illes Balears]. TDX (Tesis Doctorals en Xarxa). http://hdl.handle.net/10803/454784.

Corral, Y. (2022). Validez y confiabilidad en instrumentos de investigación: Una mirada teórica. *Revista Ciencias de la Educación*, *32*(60), 562–586. http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/60/art07.pdf.

Cubas, J. (2018). Blog educativo de física general para estudiantes universitarios de ingeniería y rendimiento académico. *Educare et Comunicare*, *4*(1), 25–37. https://doi.org/10.35383/educare.v1i6.89.

Cuevas, J. (2015). Is learning styles-based instruction effective? A comprehensive analysis of recent research on learning styles. *Theory and Research in Education*, *13*(3), 308–333. https://doi.org/10.1177/1477878515606621.

Erşen, Z. B., & Güven, B. (2018). Examining mathematics teachers’ views on 4MAT teaching model. *Advances in Social Sciences Research Journal*, *5*(6), 487–504. https://doi.org/10.14738/assrj.56.4754.

Estupiñan, E. (2023). *La enseñanza de la física en la educación superior, desde las concepciones de docentes universitarios* [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Experimental Libertador]. https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/711.

Farid, S., & Saif, S.-U.-R. (2014). Learning styles: History, conceptualization and continuum. *Social Sciences Review (SSR)*, *2*, 15–31. https://www.researchgate.net/publication/276920745.

Fernández, D. S., Banay, J. W., De la Cruz, L. D., Alegre, J. A., & Breña, Á. M. (2022). Logros de aprendizaje y desarrollo de competencias a través de la evaluación formativa. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, *6*(23), 418–428. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i23.344.

Garza, L. P. (2022). Aplicación del Modelo 4MAT en educación de nivel superior en modo virtual. *Company Games & Business Simulation Academic Journal*, *2*(1), 7–25. https://www.businesssimulationjournal.com/index.php/CGJ/article/view/18.

Germain, C. (2002). *Historical perspective: Major theories modeled in the 4MAT system for teaching, learning and leadership*. About Learning, Inc.

Gonzales, R. (2021). Desempeño docente y logro de aprendizajes en estudiantes universitarios. *Revista Innova Educación*, *4*(2), 25–44. https://doi.org/10.35622/j.rie.2022.02.002.

Guevara, W. N. (2019). *Aplicación del sistema 4MAT en la optimización del aprendizaje de la Física en los estudiantes de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco – 2017* [Tesis doctoral, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio Académico USMP. https://hdl.handle.net/20.500.12727/5312.

Gul, R., Kanwal, S., & Khan, S. (2020). Preferences of the teachers in employing revised Bloom's taxonomy in their instructions. *Sir Syed Journal of Education & Social Research*, *3*(2), 258–266. https://doi.org/10.36902/sjesr-vol3-iss2-2020(258-266).

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (1.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Hewitt, P. (2023). *Conceptual physics* (13.ª ed.). Pearson Education Limited.

Ilkorucu, S., Broutin, M. S. T., & Boyaci, M. (2022). The effect of the critical thinking based 4MAT instruction applied in science education on critical thinking dispositions. *Journal of Turkish Science Education*, *19*(2), 641–659. https://doi.org/10.36681/tused.2022.142

Irfan, O. M., Almufadi, F. A., & Brisha, A. M. (2016). Effect of using 4MAT method on academic achievement and attitudes toward engineering economy for undergraduate students. *International Journal of Vocational and Technical Education*, *8*(1), 1–11. https://doi.org/10.5897/IJVTE2015.0183.

Kaur, K., & Sharma, A. (2020). Effect of 4MAT model of teaching on achievement in economics in relation to learning styles. *Indian Journal of Psychological Science*, *13*(1), 60–68. https://www.napsindia.org/wp-content/uploads/2020/04/08-Kiranpreet-Kaur.pdf.

Marroni, S., Domaneski, T., Dos Anjos, F., & Torres, L. (2019). El materialismo histórico dialéctico como base epistemológica para la investigación de la ciudad y la urbanización turística. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, *28*(2), 372–392. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180760431007.

Marzano, R. F. (2014). *Aplicación del sistema multimedia interactivo (SAMI) en la enseñanza de Física para el logro de aprendizajes de los estudiantes de la Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional de Educación "Enrique Guzmán y Valle"* [Tesis doctoral, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio Académico USMP. https://hdl.handle.net/20.500.12727/1145.

Matías, A., & Hernández, A. (2014). Positivismo, dialéctica materialista y fenomenología: Tres enfoques filosóficos del método científico y la investigación educativa. *Actualidades Investigativas en Educación*, *14*(3), 1–20. https://www.scielo.sa.cr/pdf/aie/v14n3/a21v14n3.pdf.

McCarthy, B. (2018). *4MAT model research 1985–2018*. About Learning, Inc.

McCarthy, B., & McCarthy, D. (2006). *Teaching around the 4MAT cycle: Designing instruction for diverse learners with diverse learning styles*. Corwin Press.

Mendenhall, W., Beaver, R., & Beaver, B. (2020). *Introducción a la probabilidad y estadística* (Z. Espejel, Trad.; 14.ª ed.). Cengage Learning S.A. de C.V.

Meza, S., Ibarra, Z., Rodríguez, S., Yfran, M., Cleva, M., & Espasandin, F. (2013). Aprendizajes logrados por alumnos en un curso de física. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, *4*(3), 103–110. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323629265011.

Muñoz, R., Muñoz, O. M., Muñoz, A., Gustavo, E., & Coronel, E. G. (2020). Modelo 4MAT y su influencia en el aprendizaje del inglés, Lima-Perú. *Journal of Business and Entrepreneurial Studies*, *4*(2). https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.69.

Nikolaou, A., & Koutsouba, M. (2012). Incorporating 4MAT model in distance instructional material – An innovative design. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, *15*(1), 1–10. https://eric.ed.gov/?id=EJ979595.

Nowacki, A. S. (2011). Using the 4MAT framework to design a problem-based learning biostatistics course. *Journal of Statistics Education*, *19*(3), 1–24. https://doi.org/10.1080/10691898.2011.11889618.

Nurdiana. (2018). An evaluation of revised Bloom's taxonomy on a general English test for non-English major students. *JETAFL (Journal of English Teaching as a Foreign Language)*, *4*(1), 18–31. http://jetafl.id/index.php/JETAFL/article/view/25.

Obaya-Valdivia, A. E., Parrales-Vargas, D., & Montaño, C. (2023). Different learning styles and the 4MAT in science. *International Journal of Education (IJE)*, *11*(3), 35–43. https://doi.org/10.5121/ije.2023.11304.

Ontiveros, G., Bosco, M. D., Díaz, C., Valdés, R., Vargas, R., & Viniegra, M. (2019). Desarrollo de un instrumento para evaluar actitudes hacia la formación universitaria: Un estudio de caso en la UAM-I. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, *21*, 1–13. https://doi.org/10.24320/redie.2019.21.e38.1998.

Ord, J. (2012). John Dewey and experiential learning: Developing the theory of youth work. *Youth & Policy*, (108), 55–72. https://www.youthandpolicy.org/wp-content/uploads/2017/06/ord-john-dewey-and-experiential-learning.pdf.

Parrales, D., Obaya, A. E., Morales, M. L., Galicia, M., & Botello, J. C. (2017). Estudio exploratorio sobre la aplicación del sistema 4MAT de estilos de aprendizaje, en la enseñanza de Biomoléculas. *CORE*, 1883–1889. https://core.ac.uk/download/pdf/230594173.pdf.

Pastur-Romay, L. A. (2018). *Modelos de procesamiento de la información en el cerebro aplicados a sistemas conexionistas, redes neuro gliales artificiales y deep learning* [Tesis doctoral, Universidade da Coruña]. RUC (Repositorio da Universidade da Coruña). http://hdl.handle.net/2183/20748.

Ramírez, M. H. (2014). *El sistema 4MAT de estilos de aprendizaje en la enseñanza de la física a nivel universitario*. Servicios Académicos Internacionales para eumed.net. https://www.eumed.net/libros-gratis/2014/1386/index.htm.

Ramírez, M. H. (2015). El desarrollo de competencias específicas en Física por medio del sistema 4MAT de estilos de aprendizaje. *Latin-American Journal of Science Education*, *2*, Artículo 22005. https://www.lajse.org/nov15/2015_22005.pdf.

Ramírez, M. H., Gracia, A. L., & Chávez, D. (2015). Comportamiento de estudiantes de física de diferentes estilos de aprendizaje en un ciclo de aprendizaje basado en el Sistema 4MAT. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, *10*(2), 59–67. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273343060006.

Rodríguez, L. G. (2020). Estilos de aprendizaje basados en la teoría de Kolb predominantes en los universitarios. *Revista Científica Internacional*, *3*(1), 81–88. https://doi.org/10.46734/revcientifica.v3i1.22.

Rosado, C., Sánchez, D., & García, R. (2016). Sistema 4MAT apoyado con tutores inteligentes en estudiantes de Ingeniería. *Latin-American Journal of Physics Education*, *10*(1), 15051–15058. https://www.lajpe.org/mar16/1505_Rosado_2016.pdf.

Rosales, J. (2015). Percepción y experiencia. *Episteme*, *35*(1), 21–36. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-43242015000100002.

Ruina, A., & Pratap, R. (2019). *Introduction to mechanics for engineers*. Springer. https://ruina.tam.cornell.edu/Book/RuinaPratap-July-12-2019.pdf.

Ruiz, G. (2013). La teoría de la experiencia de John Dewey: Significación histórica y vigencia en el debate teórico contemporáneo. *Foro de Educación*, *11*(15), 103–124. https://doi.org/10.14516/fde.2013.011.015.005.

Sánchez, C. S., Salas-Cernades, H., Maldonado, A. R., & Aguirre, E. J. (2022). Rendimiento académico de estudiantes en una universidad pública peruana: Un diagnóstico significativo para la toma de decisiones. *Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, *4*(1), 4–20. https://www.educas.com.pe.

Santana, J. L. (2019). *Evaluación del desarrollo de competencias en Física de bachillerato con el uso de taxonomías* [Tesis doctoral, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Digital IPN. https://tesis.ipn.mx.

Sarkingobir, Y., Egbebi, L. F., & Awofala, A. O. (2023). Bibliometric analysis of the thinking styles in math and its implication on science learning. *International Journal of Essential Competencies in Education*, *2*(1), 75–87. https://doi.org/10.36312/ijece.v2i1.1391.

Segarra, M., Estrada, M., & Monferrer, D. (2015). Estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios: Lateralización vs. interconexión de los hemisferios cerebrales. *Revista Española de Pedagogía*, *73*(262), 583–600. https://revistadepedagogia.org/lxxiii/no-262/estilos-de-aprendizaje-en-estudiantes-universitarios-lateralizacion-vs-interconexion-de-los-hemisferios-cerebrales/101400003708/.

Şeker, B. S., & Övez, F. T. D. (2018). The integration of the 4MAT teaching model with the interdisciplinary structure: A new model proposal and test. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(5), 1767–1790. https://doi.org/10.29333/EJMSTE/82986.

SIGA-UNIA. (2021). *Actas de notas de estudiantes*. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía.

Silva-Barragán, M., & Ramos-Galarza, C. (2020). Modelos de organización cerebral: Un recorrido neuropsicológico. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, *29*(3), 74–83. https://doi.org/10.46997/REVECUATNEUROL29300074.

Suárez, O. J., & Mora, C. (2018). Efecto de una secuencia didáctica basada en los estilos de aprendizaje y el aprendizaje activo en el logro de aprendizaje de cinemática. *Latin-American Journal of Physics Education*, *12*(4), Artículo 4308. https://www.lajpe.org/dec18/12_4_4308.pdf.

Tellez, N., Sanabria, I. Z., & Hernández, H. R. (2023). Habilidades cognitivas, metacognición en la resolución de problemas de Física. *Dialéctica*, (21), 179–184. https://revistas.upel.edu.ve/index.php/dialectica/article/view/1388.

Tezcan, G., & Güvenç, H. (2017). The effects of 4MAT teaching model and whole brain model on academic achievement in science. *Eğitim ve Bilim*, *42*(192), 303–325. https://doi.org/10.15390/EB.2017.7085.

Uttumadathil, D., & Gupta, S. (2023). The effect of the 4MAT system of instruction of teaching on retention of mathematics concepts. *International Journal for Innovative Research in Multidisciplinary Field*, *9*(6), 87–92. https://doi.org/10.2015/IJIRMF/202306029.

Valencia, E., Vergara, S. E., Carbajal, L., & Sánchez, M. J. (2020). Aplicación del modelo 4MAT y su influencia en el rendimiento académico de cinemática en estudiantes universitarios. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Sociales y Humanidades*, *2*(2), 55–62. https://doi.org/10.25127/rcsh.20192.530.

Ventosilla, D. N., Santa María, H. R., Ostos, F., & Flores, A. M. (2021). Aula invertida como herramienta para el logro de aprendizaje autónomo en estudiantes universitarios. *Propósitos y Representaciones*, *9*(1), Artículo e1043. https://doi.org/10.20511/pyr2021.v9n1.1043.

Young, H., & Freedman, R. (2019). *University physics with modern physics* (15.ª ed., Vol. 1). Pearson Education / Addison-Wesley.

Zareian, G., Davoudi, M., Heshmatifar, Z., & Rahimi, J. (2015). An evaluation of questions in two ESP coursebooks based on Bloom's new taxonomy of cognitive learning domain. *International Journal of Education and Research*, *3*(8), 313–326. https://www.ijern.com/journal/2015/August-2015/26.pdf.

Zhao, Y., Muhamad, M., & Mustakim, S. (2021). English teaching objectives from the perspective of Bloom's cognitive domain: A case study of Yuxi Normal University,

China. *Journal of Positive School Psychology*, *6*(3), 5622–5635. https://journalppw.com/index.php/jpsp/article/view/3404

ANEXOS

Anexo 1

Pretest y Postest

PRUEBA DE MECÁNICA ROTACIONAL

Apellidos y Nombres_____

Carrera profesional_____

Fecha_____ **Hora**_____

Presentación: señor estudiante, a continuación, se presentan una serie de ítems, sobre el curso de ***Física I: tema de Mecánica Rotacional Y Energía*** mucho te agradeceremos que RESPONDAS correctamente las preguntas según tu conocimiento, la información es uso exclusivo del docente y su procesamiento y resultados serán reservados, por lo que pedimos sinceridad en sus respuestas.

EVOCACIÓN

1. La razón de cambio de la cantidad de movimiento angular respecto al tiempo es igual al momento o torque de las fuerzas externas aplicadas a cuerpo o sistema, y también es igual al producto del momento de inercia por la aceleración angular.
   A) Verdadero
   B) Falso.
2. El momento angular o cinético de una partícula sometida a una fuerza central, respecto del centro de la fuerza, es un vector constante.
   A) Verdadero
   B) Falso.
3. En la Tabla N.º 1 se relaciona algunas definiciones del movimiento de traslación con el movimiento de rotación, decir verdadero si está bien escrito o falso si está mal escrito alguna magnitud.
   Tabla N.º 1

	Traslacional	Rotacional
Segunda ley de Newton	$\vec{F} = m\vec{a}$	$\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$
Energía cinética	$E_c = \frac{1}{2}mv^2$	$E_r = \frac{1}{2}I\vec{\alpha}$
Inercia	m	I

   A) Verdadero
   B) Falso.
4. El momento de inercia es para la rotación como la masa para una translación.
   A) Verdadero
   B) Falso.
5. La segunda ley de Newton para la rotación es:

$$\sum_{i=1}^{i=n} \vec{\tau}_i = I\vec{\alpha}$$

   A) Verdadero
   B) Falso.

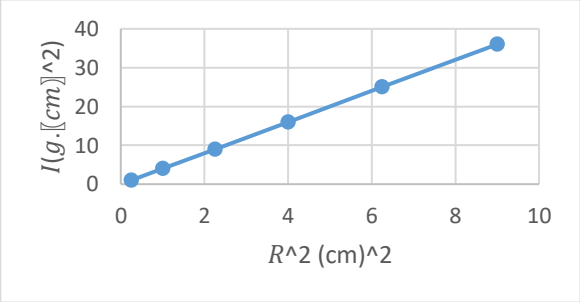
6. El teorema del trabajo y energía mecánica de un cuerpo rígido es: $W_{Total} = E_{Mf} - E_{Mi} + mgI$
   A) Verdadero
   B) Falso.
7. Si un sistema rígido gira alrededor de un eje fijo, la conservación del momento angular exige el cumplimiento de la ecuación: $I_i\vec{w}_i = I_f\vec{w}_f$.
   A) Verdadero
   B) Falso.
8. La formulación matemática de la energía mecánica para un cuerpo rígido es: $E_M = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\,mw^2 + mgh$, donde "h" es la altura entre el centro de masa del cuerpo y el nivel de referencia.
   A) Verdadero
   B) Falso.

COMPRENSIÓN

9. De la tabla de datos Nº2 y de la gráfica adjunta, I versus R^2. Hallar la masa de la partícula, donde R es la distancia al eje de giro e I es el momento de inercia.
   Tabla N.º 2

$I\ (g.cm^2)$	1	4	9	16	25	36
$R^2(cm^2)$	0,25	1,00	2,25	4,00	6,25	9,00

   A) 11 g
   B) 8 g
   C) 6 g
   D) 4 g.



10. Dos cilindros macizos de igual radio y uno de ellos tiene masa doble que el otro, parten del reposo y bajan rodando sin deslizar una distancia d por un plano inclinado hasta el final de ´este. ¿Al llegar al final del plano que se puede afirmar como correcto?
    A) Los cilindros tienen la misma energía cinética de traslación
    B) El cilindro de menor masa tendrá menor energía cinética.
    C) Ambos cilindros tienen la misma energía cinética de rotación.
    D) El cilindro de masa doble tendrá mayor energía cinética.

11. En la Tabla N.º 3 ordene la correspondencia de la magnitud o ecuación con su verdadero significado desde el punto de vista de la Física.
    Tabla N.º 3

I.I	Momento de inercia	a a	Es un escalar

III.	Masa	bb	Es un tensor
III I	Momento angular	cc	Periodo de un péndulo físico.
II V	$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Dmg}}$	dd	Vector axial

A) I-c, II-a, III-d y IV-b

B) I-b, II-c, III-d y IV-a.

C) I-d, II-a, III-c y IV-b

D) I-b, II-a, III-d y IV-c

12. Si un cilindro solido se deja rodar sin deslizar sobre una superficie horizontal, de forma que se desplaza con velocidad constante, asimismo considerando el rozamiento entre la superficie horizontal y el cilindro y despreciando la fricción con el aire; en estas condiciones se puede afirmar que:

A) Por causa de la fuerza de rozamiento seguirá rodando sin deslizar, pero cada vez más lento, hasta que al final se detienen.

B) La fuerza de rozamiento es diferente de cero, ya que de otra manera no podrá rodar sin deslizar, pero el movimiento no se detiene.

C) La fuerza de rozamiento es cero.

D) La fuerza de rozamiento siempre vale $\vec{f} = \mu\vec{N}$.

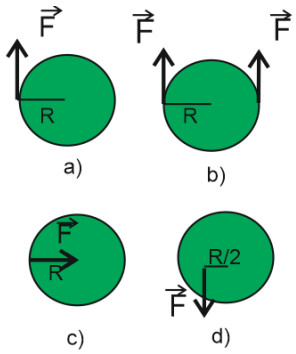
13. Un disco macizo y homogéneo de radio R, que se encuentra inicialmente en reposo, dicho disco puede rotar en un plano vertical respecto a un eje fijo que pasa por su centro de masa bajo la acción de fuerzas diferentes, en ese contexto cuál de las siguientes alternativas es la correcta:

I. El módulo de la aceleración angular en (a) es doble que en (b)

II. El momento de inercia del disco es igual en (a) y en (b)

III. El módulo del momento de la fuerza en (d) es la mitad del módulo del momento en (a) calculados ambos con respecto al centro de masa.

IV. La aceración angular en (c) tiene el mismo módulo que en (b)



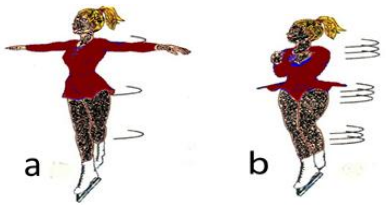
A) Sólo I es verdadero

B) Sólo I y II es verdadero

C) III es falso

D) Todos son verdaderos.

14. La bailarina del dibujo (a) está girando con una velocidad angular $w_0 = 0{,}25\ rad/s$, luego pega sus brazos a su cuerpo según el grafico (b) reduciendo su momento de inercia a la sexta parte, entonces su velocidad angular final es:



A) $w_f = 1{,}2\ rad/s$

B) $. w_f = 1{,}6\ rad/s$

C) $. w_f = 1{,}5\ rad/s$

D) $w_f = 1{,}7\ rad/s$

15. La diferencia entre la masa de un objeto y su momento de inercia consiste en que el primero es una propiedad intrínseca del objeto para velocidades no relativistas en cambio el momento de inercia:
    A) Depende de la masa y del movimiento de traslación
    B) Depende de la masa y de la distribución alrededor del eje de giro.
    C) El momento de inercia es una constante.
    D) Depende del punto de vista del observador.

16. Si las fuerzas son las causas del movimiento en la Mecánica de traslación y en la Mecánica de rotación cuáles son esas causas de las rotaciones

A) Los vientos suaves

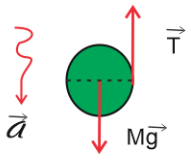
B) La fuerza centrífuga.

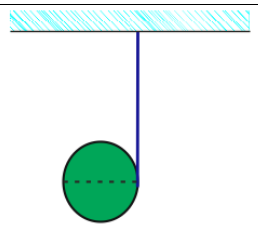
C) Los torques o momentos.

D) La fuerza gravitacional

APLICACIÓN

17. En el siguiente problema su solución está al lado derecho, un término en el proceso de su solución se ha cometido un error, indicar cuál es:

<table>
<tr>
<td rowspan="4">Problema
Un carrete cilíndrico de radio $R = 40\ cm$, masa $M = 2\ kg$ y momento de inercia $I = 0{,}8\ kg.m^2$, respecto a su centro de masa como se muestra en figura, desciende linealmente al ser abandonado del reposo. Hallar la aceleración angular del cilindro en estas condiciones.
(asuma que $g = 10\ m/s^2$)</td>
<td>Solución
DCL

</td>
<td>Planteamiento de las ecuaciones:
Por la segunda ley de Newton
$T - Mg = -Ma$ (1)</td>
</tr>
<tr><td colspan="2">$TR = I\alpha$ (2) rotación</td></tr>
<tr><td colspan="2">$a_{cm} = \alpha I$ (3) relación entre aceleración angular y lineal, si no hay deslizamiento.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Luego de reemplazar (2) y (3) en (1)
Resulta:$\alpha = \frac{MgR}{I+R^2M}$</td></tr>
</table>

	Finalmente reemplazando los valores obtenemos el módulo de la aceleración angular: $\alpha = 7{,}14 rad/s^2$

A) $T - Mg = -Ma$

B) $a_{cm} = I\alpha$

C) $\alpha = \frac{MgR}{I+R^2M}$

D) $\alpha = 7{,}14 rad/s^2$

18. Un cilíndrico de masa $M = 100\,kg$ y radio $R = 50\,cm$, rota sin deslizarse por una superficie horizontal con una velocidad angular de $w_0 = 10\,rad/s$ en el sentido anti horario. En estas condiciones su energía cinética total es:

    A) $E_{kT} = 200j$

    B) $E_{kT} = 1250j.$

    C) $E_{kT} = 1650j.$

    D) $E_{kT} = 1875j$

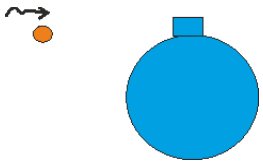
19. Un cilindro macizo puede girar en torno a su eje de simetría fijo, tiene radio $R = 10\,cm$ y masa M, en su superficie lleva un dispositivo saliente ingrávido. Una bala de masa m, impacta en el saliente, con velocidad de $v = 6\,m/s$. después del impacto ambos cuerpos quedan pegados y giran juntos. Si $M = 4m$. Calcular que porcentaje de la energía cinética se ha perdido durante la colisión.

    A) $67{,}88\%$

    B) $69{,}70\%.$

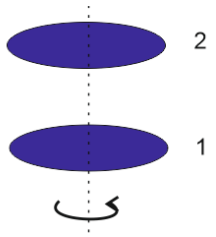
    C) $30{,}23\%.$

    D) $66{,}67\%.$

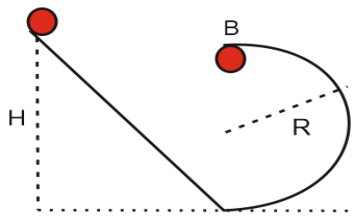


20. Un disco de $m_1 = 4\,kg$ de masa y $R_1 = 20\,cm$ de radio gira alrededor de su eje a $w_1 = 40\,rad/s$. Encima del él se encuentra otro disco de $m_2 = 3\,kg$ de masa del mismo radio, sin hacer contacto y en reposo, cuando el disco de encima se deja caer, ambos quedan pegados y se mueven con la misma velocidad angular. Calcular la velocidad angular final.

A) $w_f = 22{,}86\ rad/s$
B) $w_f = 24{,}29\ rad/s$
C) $w_f = 25{,}29\ rad/s$
D) $w_f = 23{,}29\ rad/s$



21. Una esfera de cobre maciza de masa $M = 2\ kg$ y diámetro $D = 40\ cm$ rueda sin deslizar por la rampa mostrada en la figura. Si la esfera parte del reposo en punto A. calcular la altura H de tal manera que al pasar por el punto B no exista reacción entre la rampa y esfera, si el radio de la rampa esférica es $R = 2\ m$.



A) $H = 2{,}86\ m$
B) $H = 3{,}86\ m$
C) $H = 4{,}86\ m$
D) $H = 5{,}86\ m$

Enunciado para los ítems 22 y 23

En el Laboratorio Física se desea calcular el momento de inercia experimental de una esfera maciza de radio r y masa M, para ello se mide el periodo de oscilación de la esfera sometida a un resorte de torsión de constante de elasticidad $K = 0{,}045\ \frac{N}{m}$, después de someterla a un movimiento oscilatorio periódico, se obtuvo que el tiempo para 10 oscilaciones completas es: $t = 15{,}3\ s$.

22. . Utilizando la relación $T = 2\pi\sqrt{\frac{I_{cm}}{K}}$ y datos calculados en el laboratorio, el momento de inercia experimental es:
    A) $I = 3{,}996x10^{-3}\ kg.m^2$
    B) $I = 2{,}6710x10^{-3}\ kg.m^2$
C) $I = 3{,}304x10^{-3}\ kg.m^2$
D) $I = 4{,}096x10^{-3}\ kg.m^2$

23. Si el momento de inercia teórico de la mencionada esfera es $I = 3{,}096x10^{-3}\ kg.m^2$, entonces el error relativo porcentual es:

A) 17,72 %
B) 12,72 %
C) 16,72 %
D) 13,73 %

24. Un cilindro hueco de masa $M = 80\ kg$ y radio $R = 60\ cm$, rueda por un plano inclinado de $\emptyset = 53^{\circ}$ respecto a la horizontal, si es abandonado desde una altura de $h = 12\ m$. Calcular su velocidad angular al llegar a la base horizontal del plano. (asuma que su masa está concentrada en su superficie cilíndrica, es decir, $I = MR^2$, $g = 10\ m/s^2$).

A) $w_f = 18{,}26\ rad/s$

B) $w_f = 9{,}00 rad/s$

C) $w_f = 11{,}02 rad/s$

D) $w_f = 17{,}56 rad/s$

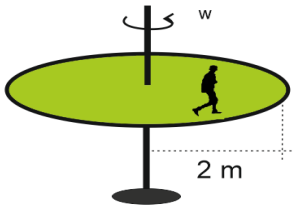
25. Un atleta con $M = 100\ kg$ de masa está parado en el borde de una plataforma giratoria de $R = 2\ m$ de radio y momento de inercia de $I = 4000 kg.m^2$, esta puede girar sobre su eje central sin fricción. El sistema se encuentra inicialmente en reposo. El atleta comienza a caminar por el borde de la plataforma con una velocidad de modulo $v = 1\ m/s$ respecto de un observador en tierra. Hallar la velocidad angular y la dirección que girara la plataforma.

A) $w = +\frac{0{,}05 rad}{s}, antihorario$

B) $w = -\frac{0{,}05 rad}{s}, horario$

C) $w = -\frac{0{,}07 rad}{s}, horario$

D) $w = -0{,}08 rad/s, horario$



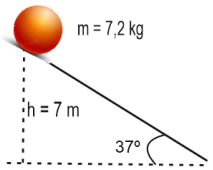
26. Una esfera solida de resina de masa $M = 7{,}2\ k$ y radio $R = 0{,}34\ m$ rueda sin deslizar por un plano hacia abajo de 37º de inclinación. Si la esfera parte del reposo de una altura $h = 7m$ del plano inclinado Hallar la velocidad del centro de masa (asuma $g = 10\ m/s^2$).

A) $v = 7{,}14\ m/s$

B) $v = 8{,}2\ m/s$

C) $v = 9{,}4\ m/s$

D) $v = 10{,}0\ m/s$



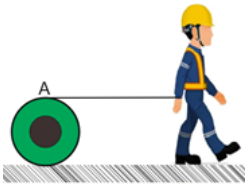
27. Un obrero jala un carrete de alambre eléctrico, el cual rueda sin deslizar, su masa es de $M = 30\ kg$ y sus radios $R_{in} = 30\ cm, y\ R_{ext} = 50\ cm$ respectivamente, con una fuerza de modulo $F = 2\ N$ horizontalmente como se muestra en el gráfico. Calcular la velocidad en el punto A suponiendo que partió del reposo y que ha recorrido 3 m**.**

A) $v = 2{,}3\ m/s$

B) $v = 2{,}4\ m/s$

C) $v = 2{,}4\ m/s$

D) $v = 3{,}0\ m/s$



Anexo 2

Test de Actitud

ACTITUDINAL

Estimado estudiante, se solicita tu opinión respecto de la “Mecánica rotacional”. En este cuestionario no hay respuestas correctas o incorrectas, solo se desea saber si estás de acuerdo o en desacuerdo con cada una de las afirmaciones que se presentan a continuación, de acuerdo a la siguiente escala.

0 = Totalmente en desacuerdo
1 = En desacuerdo
2= No sabe o no puede responder, indiferente
3= De acuerdo
4 = Totalmente de acuerdo

*Marca con una **X** dentro del recuadro que corresponde la escala. No tomes mucho tiempo en ninguna de las afirmaciones, más bien asegúrese de responder a cada una de ellas, lo que nos interesa es su opinión.*

No	**Afirmación**	**Escala**				
		0	***1***	***2***	***3***	***4***
1	Disfruto de las clases de Mecánica rotacional					
2	En los exámenes de Mecánica rotacional me siento tranquilo y seguro					
3	Confío en que si me esfuerzo en estudiar logrará mis metas.					
4	Considero al conocimiento y superación personal como mis valores más preciados.					
5	Me gusta participar en discusiones sobre temas de Física.					
6	Antes de opinar o tomar una decisión primero analizo la información disponible de un tema determinado					
7	Evalúo la información recibida por su claridad y relevancia.					
8	Me gusta profundizar en el conocimiento de la física, formulando diferentes preguntas					
9	Presento las tareas asignadas oportunamente					
10	Estudio anticipadamente los temas de cada clase					
11	Siempre me esfuerzo por aprender nuevos conceptos					
12	Reconozco que sin la práctica no se puede perfeccionar ninguna habilidad.					
13	No tengo problemas para trabajar en equipo o para trabajar individualmente.					
14	Considero que puedo aprender de mis compañeros					
15	Entender el problema es primordial para poder resolverlo.					
16	Me apoyo más en los conocimientos que en la intuición para resolver los problemas.					
17	Analiza y utilizo diferentes estrategias para resolver un problema					

Anexo3

Cuestionario de Estilos de Aprendizaje

Las siguientes preguntas están formuladas para localizarlas preferencias a su estilo de aprendizaje, cuando Ud. aprende, cuál de las opciones lo describe mejor. Usando las ponderaciones 1, 2, 3, y 4. Coloque 4 en la mejor opción que lo describe a Ud. 1 en la que menos lo describa. Luego coloque 2 y 3 en el espacio restante de manera gradual. Debe llenar todos los espacios con los cuatro números sin repetir.

1. Soy excelente cuando			
Tomo decisiones realista	Llego a conclusiones precisas	Descubro relaciones ocultas	Entiendo las relaciones de las personas
2. Es más importante que un ambiente de aprendizaje			
Sea dinámico	Te haga pensar	Sea colaborativo	Este orientado hacia la tarea
3. Aprender mejor al			
Experimentar y manipular	Escuchar y compartir	Intuir y explorar	Reflexionar y pensar
4. La gente me identifica como una persona			
Productiva	Creativa	Sensible	Lógica
5. Una de mis fortalezas es			
Mi experiencia al planear	Mi entusiasmo	Mi practicidad	Mi capacidad de escuchar
6.Al aprender disfruto			
Explorar posibilidades ocultas	Organizar ideas	Crear relaciones propias	Producir resultados
7.Me esfuerzo al lograr			
Consenso	Precisión	Eficiencia	Aventura
8. Generalmente soy			
Creativo	Preciso	Decisivo	Intuitivo
9.Tiendo a ser			
Impulsivo	Muy sensible	Muy ansioso por concluir	Muy critico
10. Generalmente soy			
Cooperativo	Ordenado	Directo	Libre
11. Los ambientes de trabajo deben enfatizar			
El sentido común	La claridad del razonamiento	El compromiso con los valores personales	La adaptación al cambio
12. Estoy más cómodo con la gente que es			
Solidaria	Innovadora	Productiva	Racional
13.Particularmente tengo fricciones con personas que son			
Rígidas	Desorganizadas	Indecisas	Agresivas
14.Generalmente			

Soy estudioso	Estoy orientado hacia la gente	Tengo los pies en la tierra	Innovador
15. Preferiría			
Hacer del mundo un lugar más feliz	Adquirir conocimientos	Resolver problemas prácticos	Crear nuevas maneras de hacer las cosas

Anexo 4

Cuestionario de Hemisfericidad Cerebral

Instrucciones: Para cada elemento enumerado de la izquierda elija una opción de la derecha que mejor lo describa a Ud. y márquela con una X.

1. Al aprender prefiero un ambiente...	silencioso		activo	
2.- Al aprender, prefiero	reflexionar antes de actuar		actuar y luego reflexionar	
3.- Tiendo a...	pensar mucho		hablar de mis ideas	
4.- Soy...	público		privado	
5. Prefiero...	iniciar		evaluar	
6.- La gente me considera...	orientado a la acción		reflexivo	
7.- Al resolver problemas...	pondero		experimento	
8.- Generalmente soy...	reservado		enérgico	
9.- La gente me considera...	parlanchín		callado	
10.- Tiendo más a ser...	extrovertido		introvertido	
11.- Prefiero aprender tareas...	individuales		grupales	

Anexo 5

Matriz de Consistencia

TITULO: Nivel del logro del aprendizaje de Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

<table>
<tr><th>Problema general</th><th>Objetivo general</th><th>Hipótesis general</th><th>Variables e indicadores</th><th>Dimensiones</th><th>Metodología</th></tr>
<tr><td>¿Cuál es el nivel del logro del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT?</td><td>Demostrar que mejora el nivel del logro del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.</td><td>Mejora significativamente el nivel del logro del aprendizaje de Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.</td><td rowspan="2">VI
EL Sistema 4MAT
• Relaciona el contenido científico y su experiencia personal.
• Relaciona las diferencias y similitudes entre el contenido científico y su experiencia.
• Integra sus observaciones dentro de los conceptos.
• Aborda conceptos y teorías por medio de ejercicios
• Practica con el contenido</td><td rowspan="2">Variable “el sistema 4MAT”
• Activación del conocimiento
• Adquisición del conocimiento
• Aplicación práctica del conocimiento
• Síntesis y extensión del conocimiento</td><td rowspan="2">Tipo de investigación
Cuantitativa experimental de diseño cuasi experimental
Esquema de investigación
<table><tr><th>Grupo</th><th>Pretest</th><th>Sistema 4MAT</th><th>Postest</th></tr><tr><td>GE</td><td>O_1</td><td>X</td><td>O_2</td></tr><tr><td>GC</td><td>O_3</td><td>----------</td><td>O_4</td></tr></table>
Nota. Adaptado de Metodología de la investigación: las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas (p. 151), por R. Hernández-Sampieri y C. P. Mendoza, 2018, McGraw-Hill Editores. O1 y O3 representan las observaciones de la preprueba; O2 y O4 representan las observaciones de la posprueba; X indica la aplicación del estímulo.
Población y muestra</td></tr>
<tr><td>Problemas específicos</td><td>Objetivos específicos</td><td>Hipótesis especificas</td></tr>
<tr><td>a) ¿Cuál es el nivel de logro en la Evocación del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al</td><td>a) Determinar que mejora el nivel de Evocación del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al</td><td>a). Mejora significativamente el nivel de Evocación del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

aplicar el Sistema 4MAT? b) ¿Cuál es el nivel de logro en la Comprensión del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al nivel de comprensión al aplicar el Sistema 4MAT? c) ¿Cuál es el nivel de logro en la Aplicación del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT?	aplicar el Sistema 4MAT. b) Evaluar que mejora el nivel de Comprensión del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT. c) Analizar que mejora el nivel de Aplicación del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT d) Determinar que mejora el nivel Actitudinal	aplicar el Sistema 4MAT. b. Mejora significativamente el nivel de Compresión del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT. c. Mejora significativamente el nivel de Aplicación del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT d. Mejora significativamente el nivel Actitudinal del aprendizaje de	• Desarrolla aplicaciones y los adapta a la realidad. • Aplica los conocimientos adquiridos a situaciones reales. • Comparte el aprendizaje aplicando a nuevas experiencias más complejas. **VD** **Logro de aprendizaje de Física I** • Define los conceptos de la Mecánica Rotacional. • Relaciona las leyes de la Mecánica Rotacional. • Nombra con propiedad las leyes de la Mecánica Rotacional.	**variables "logros de aprendizaje de Física** I" • Evocación • Compresión • Aplicación • Actitudinal	La población de estudio estuvo conformada por un universo de 108 estudiantes universitarios pertenecientes al tercer ciclo de la asignatura de Física I de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (IAI), adscrita a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA). El grupo poblacional se distribuyó en dos periodos académicos consecutivos del año 2023: 56 estudiantes correspondientes al semestre 2023-I y 52 estudiantes pertenecientes al semestre 2023-II. Los criterios de inclusión poblacional se verificaron mediante los reportes oficiales del Sistema de Gestión Académica (SIGA) de la institución La muestra se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, evaluando dos cohortes semestrales sucesivas (2023-I y 2023-II) integradas por estudiantes distintos inscritos en la materia de Física I. Los grupos de análisis definitivo se conformaron de la siguiente manera: para el semestre 2023-I, el GE incluyó a 23 estudiantes del Aula A y el GC incorporó a 23 estudiantes del Aula B. De modo homólogo, durante el semestre 2023-II, el GE quedó constituido por 23 alumnos del Aula A y el GC por 23

d) ¿Cuál es el nivel de logro Actitudinal del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial respecto al nivel al aplicar el Sistema 4MAT?	del aprendizaje de la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT	la Física I de los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT	• Reconoce los principios de la Mecánica Rotacional. • Describe las historias graficas de un determinado fenómeno físico. • Interpreta el enunciado de un problema y su método de solución. • Infiere soluciones a partir de observaciones a hechos. • Contrasta las leyes de la Mecánica Rotacional. • Ordena la secuencia lógica de acuerdo al contexto • Soluciona problemas de la Mecánica rotacional • Experimenta con las leyes de la Mecánica Rotacional.		alumnos del Aula B, consolidando una muestra total de 92 unidades de análisis validadas por el SIGA. **Instrumentos de la recolección de datos** La recopilación de la información empírica se realizó mediante un conjunto de instrumentos de medición estructurados, clasificados de acuerdo con las variables del estudio. En relación con la variable independiente «El Sistema 4MAT», se emplearon las siguientes herramientas instruccionales: **Programa de actividades:** Secuencia cronológica planificada conforme a la carga horaria de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial. El programa original se extendió metodológicamente para integrar sesiones de retroalimentación sistemática basadas en las ocho fases del modelo 4MAT. **Guía de laboratorio:** Documento procedimental y experimental diseñado para guiar al estudiante en la verificación empírica de las leyes y principios fundamentales de la física rotacional. **Cuestionario de estilos de aprendizaje y hemisfericidad cerebral:** Reactivo diagnóstico aplicado al GE para caracterizar el perfil cognitivo y de procesamiento cerebral de los alumnos, adaptado de la propuesta metodológica de Ramírez (2014; ver Anexo 9.2).

			• Desarrolla la aplicación de la Mecánica Rotacional en casos reales. • Motivación personal • Pensamiento crítico • Hábitos de trabajo y técnicas de estudio • Trabajo en equipo • Resolución de problemas		En relación con la variable dependiente «Logros de aprendizaje de Física I», se estructuraron herramientas con una escala de calificación vigesimal (0 a 20 puntos): **Pretest de entrada:** Prueba objetiva diseñada para medir los conocimientos científicos iniciales en el tema de Mecánica Rotacional, operacionalizada en las dimensiones de evocación, comprensión y aplicación. **Postest de salida:** Instrumento de evaluación paralelo y equivalente al pretest, diseñado para cuantificar el nivel de logro final alcanzado en las dimensiones cognitivas de evocación, comprensión y aplicación tras el tratamiento experimental. **Test de actitud:** Escala adaptada de las investigaciones de Cajavilca y Plasencia (2010) y Ontiveros et al. (2019), orientada a medir el componente afectivo y la disposición del estudiante hacia la materia **Técnica de la recolección de datos.** La recolección de la información se realizó a través de un pretest y un postest (pruebas escritas de selección múltiple), un cuestionario de estilos de aprendizaje y asimetría funcional cerebral, y un test actitudinal. Estos instrumentos se administraron durante el proceso de investigación, según el horario

					establecido en el programa de actividades para la aplicación del Sistema 4MAT a los dos grupos de estudio: el grupo experimental (GE) y el grupo de control (GC). Asimismo, la aplicación del cuestionario de estilos, la asimetría funcional cerebral y el test actitudinal se llevó a cabo en sus respectivos horarios, previa coordinación anticipada de la fecha y hora de evaluación. Respecto a la práctica de laboratorio, tras su realización, se solicitó a los estudiantes la elaboración de un reporte que fue recogido en la sesión siguiente. Antes de la aplicación de los instrumentos, se brindó orientación a los participantes sobre el procedimiento para marcar las respuestas. **Procesamiento de los datos:** Luego de la aplicación de las pruebas, se revisó y calificó cada ítem mediante la codificación de las respuestas, cuyos atributos corresponden a un valor específico de la variable (ver Tabla 11). Posteriormente, los datos se organizaron en matrices de Excel para luego someterlos al análisis a través de las diversas pruebas estadísticas que ofrece el programa informático IBM SPSS (versión 29). Antes de someter los datos a la prueba paramétrica t de Student, se

					verificó el comportamiento de la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Asimismo, para realizar el contraste de hipótesis del semestre 2023-I, se analizaron con la prueba t de Student los resultados del postest respecto al logro de aprendizaje de Física I y la dimensión D4; las demás dimensiones se analizaron con la prueba de Wilcoxon (ver Tabla 20). De forma análoga, para el semestre 2023-II, se analizó con el estadístico t de Student el pretest solo para la dimensión D1, mientras que las demás dimensiones se evaluaron con la prueba de Wilcoxon (ver Tabla 21).

Anexo 6

Matriz de Validación por el Criterio de Especialistas

MATRIZ DE VALIDACIÓN

Experto 1: Dr. Jesús Taylor Dávila Francia

Titulo: Nivel del logro del aprendizaje de Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

Variable	Dimensión	Indicador	Ítems	Opción de respuesta		Criterio de evaluación								Observación y/o recomendación.
				Correcto	Incorrecto	Relación entre la variable y la dimensión.		Relación entre la dimensión y el indicador.		Relación entre el indicador y el ítems.		Relación entre el ítems y la opción de respuesta.		
						Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Logro de aprendizaje de Física I	Evocación	Define los conceptos de la dinámica rotacional.	1 - 2			X		X		X		X		
		Relaciona las leyes de la dinámica rotacional.	3 - 4			X		X		X		X		
		Nombra con propiedad las leyes de la dinámica rotacional.	5 - 6			X		X		X		X		
		Reconoce los principios de la dinámica rotacional.	7- 8			X		X		X		X		
	Comprensión	Describe las historias graficas de un determinado fenómeno físico.	9 -10			X		X		X		X		
		Interpreta el enunciado de un problema y su método de solución.	11-12			X		X		X		X		
		Infiere soluciones a partir de observaciones a hechos.	13 -14			X		X		X		X		
		Contrasta las leyes de la dinámica rotacional	15-16			X		X		X		X		
	Aplicación	Ordena la secuencia lógica de acuerdo al contexto	17-18			X		X		X		X		
		Soluciona problemas de la dinámica rotacional	19-21			X		X		X		X		
		Experimenta con las leyes de la dinámica rotacional.	22-23			X		X		X		X		
		Desarrolla la aplicación de la dinámica rotacional en casos reales.	24-27			X		X		X		X		

N°	Criterios	Si = 1		No = 0		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%
1	Relación entre la variable y la dimensión.	12	100			12	100
2	Relación entre la dimensión y el indicador.	12	100			12	100
3	Relación entre el indicador y el ítem.	12	100			12	100
4	Relación entre el ítem y la opción de respuesta.	12	100			12	100
	Total						

(*) Resumen

Descripción

Pucallpa,23 de mayo del 2023

Jesús Taylor Dávila Francia
Doctor en Educación

MATRIZ DE VALIDACIÓN

Experto 1: Dr. Nazario Aguirre Baique

Titulo: Nivel del logro del aprendizaje de Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

Variable	Dimensión	Indicador	Ítems	Opción de respuesta		Criterio de evaluación								Observación y/o recomendación.
				Correcto	Incorrecto	Relación entre la variable y la dimensión.		Relación entre la dimensión y el indicador.		Relación entre el indicador y el ítems.		Relación entre el ítems y la opción de respuesta.		
						Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Logro de aprendizaje de Física I	Evocación	Define los conceptos de la dinámica rotacional.	1 - 2			X		X		X		X		
		Relaciona las leyes de la dinámica rotacional.	3 - 4			X		X		X		X		
		Nombra con propiedad las leyes de la dinámica rotacional.	5 - 6			X		X		X		X		
		Reconoce los principios de la dinámica rotacional.	7- 8			X		X		X		X		
	Comprensión	Describe las historias graficas de un determinado fenómeno físico.	9 -10			X		X		X		X		
		Interpreta el enunciado de un problema y su método de solución.	11-12			X		X		X		X		
		Infiere soluciones a partir de observaciones a hechos.	13 -14			X		X		X		X		
		Contrasta las leyes de la dinámica rotacional.	15-16			X		X		X		X		
	Aplicación	Ordena la secuencia lógica de acuerdo al contexto	17-18			X		X		X		X		
		Soluciona problemas de la dinámica rotacional	19-21			X		X		X		X		
		Experimenta con las leyes de la dinámica rotacional.	22-23			X		X		X		X		
		Desarrolla la aplicación de la dinámica rotacional en casos reales.	24-27			X		X		X		X		

N°	Criterios	Si = 1		No = 0		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%
1	Relación entre la variable y la dimensión.	12	100			12	100
2	Relación entre la dimensión y el indicador.	12	100			12	100
3	Relación entre el indicador y el ítem.	12	100			12	100
4	Relación entre el ítem y la opción de respuesta.	12	100			12	100
	Total						

(*) Resumen

Descripción

Pucallpa,23 de mayo del 2023

Nazario Aguirre Baique
Doctor en Educación

MATRIZ DE VALIDACIÓN

Experto 3: Dr. Fulgencio Villegas Silva

Titulo: Nivel del logro del aprendizaje de Física I de estudiantes de Ingeniería Agroindustrial al aplicar el Sistema 4MAT.

Variable	Dimensión	Indicador	Ítems	Opción de respuesta		Criterio de evaluación								Observación y/o recomendación.
				Correcto	Incorrecto	Relación entre la variable y la dimensión.		Relación entre la dimensión y el indicador.		Relación entre el indicador y el ítems.		Relación entre el ítems y la opción de respuesta.		
						Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Logro de aprendizaje de Física I	Evocación	Define los conceptos de la dinámica rotacional.	1 - 2			X		X		X		X		
		Relaciona las leyes de la dinámica rotacional.	3 - 4			X		X		X		X		
		Nombra con propiedad las leyes de la dinámica rotacional.	5 - 6			X		X		X		X		
		Reconoce los principios de la dinámica rotacional.	7- 8			X		X		X		X		
	Comprensión	Describe las historias graficas de un determinado fenómeno físico.	9 -10			X		X		X		X		
		Interpreta el enunciado de un problema y su método de solución.	11-12			X		X		X		X		
		Infiere soluciones a partir de observaciones a hechos.	13 -14			X		X		X		X		
		Contrasta las leyes de la dinámica rotacional.	15-16			X		X		X		X		
	Aplicación	Ordena la secuencia lógica de acuerdo al contexto	17-18			X		X		X		X		
		Soluciona problemas de la dinámica rotacional	19-21			X		X		X		X		
		Experimenta con las leyes de la dinámica rotacional.	22-23			X		X		X		X		
		Desarrolla la aplicación de la dinámica rotacional en casos reales.	24-27			X		X		X		X		

N°	Criterios	Si = 1		No = 0		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%
1	Relación entre la variable y la dimensión.	12	100			12	100
2	Relación entre la dimensión y el indicador.	12	100			12	100
3	Relación entre el indicador y el ítem.	12	100			12	100
4	Relación entre el ítem y la opción de respuesta.	12	100			12	100
	Total	12	100			12	100

(*) Resumen

Descripción

Pucallpa,26 de mayo del 2023

Fulgencio Villegas Silva
Doctor en Física

Anexo 7

Silabo de Fisica I



SÍLABO FÍSICA I (Cuarta unidad- Mecánica Rotacional)

I. IDENTIFICACIÓN ACADÉMICA

1.1. Asignatura

a)	Facultad	FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES
b)	Escuela Profesional:	INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
c)	Semestre académico:	2023-1 y 2023-II
d)	Nombre:	Física I
e)	Horas:	3 prácticas: 2 Total: 5
f)	Duración del periodo	5 semanas
g)	Fecha de Débil y termino	Débil 29/10/2023 Término: 29/11/2023
h)	Sección	Grupo experimental

1.2. Docente(s)

1.2.1. Docente de Teoría

a)	Apellidos y nombres:	VALENCIA SALAZAR EDILBERTO
b)	Correo electrónico institucional:	evalencias@unia.edu.pe.

II. INTRODUCCIÓN AL TEMA

2.1 Sumilla

Es una asignatura de naturaleza teórico-practico. Este dentro de los estudios de especialidad y es obligatorio. Tiene como objetivo que estudiante comprenda los fenómenos de comportamiento de la materia energía e identifique las aplicaciones de sus leyes a la ingeniería. Se desarrollará el tema de Mecánica rotacional.

III. COMPETENCIAS.

3.1. competencias de física

Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías físicas.

CAPACIDADES (LOGROS) después del proceso de aprendizaje, el estudiante habrá adquirido la competencia suficiente que demuestra en sus capacidades:

Código	Descripción
a	Activación de conocimientos previos y comprensión de conocimientos científicos
b	Sintetiza las relaciones abstractas y los aplica en la solución de problemas.
c	Demuestra las leyes de la Física en el laboratorio
d	Aplicar los conocimientos adquiridos en el desarrollo profesional

IV. PROGRAMACION

4.1. Resumen de las sesiones por semana.

Tipo de sesión	Numero de sesión	Grupo	Acceso
Teoría	1	GE	Aula 302
Práctica	1	GE	Laboratorio de Física

4.2. Unidad didáctica

UNIDAD 4: MECÁNICA ROTACIONAL								
SEMANA	**SESION**	**ACTIVIDADES**	**DOMINIO**				**RECURSOS ACADEMICO**	**CAPACIDADES**
			EVOCACIÓN	**COMPRENSIÓN**	**APLICACIÓN**	**ACTITUDINAL**		
1	01	**Pre Test**						
	02	Resumir los Conocimientos previos respecto a: momento angular, segunda ley de Newton para la rotación, conservación del momento angular, analogías entre ecuaciones de traslación y rotación.	Evocar sus conocimientos previos sobre momento angular, segunda ley de Newton para la rotación, conservación del momento angular, analogías entre ecuaciones de traslación y rotación.			Participación en calase.	***Fase 01 del Sistema 4MAT***	a
	03	Conexión del conocimiento empírico con el conocimiento científico		Comprende los conceptos científicos sobre momento angular, segunda ley de Newton para la rotación, conservación del momento angular, analogías entre ecuaciones de traslación y rotación		Responsabilidad Puntualidad Superación personal Participación en calase	***Fase 02 del Sistema 4MAT***	
2	04	Formular los conceptos básicos de las leyes de la Mecánica rotacional	Define en forma correcta las leyes de la Mecánica rotacional	Comprende las leyes de la Mecánica rotacional		Trabajo en equipo Esfuerzo	***Fase 03 del Sistema 4MAT***	b
	5	Resolución de ejercicios y	Define en forma	Comprende las leyes de	Aplica las leyes de	Esfuerzo	***Fase 04 del***	

		problemas (Aprendizaje basado en discusión de problemas	correcta las leyes de la Mecánica rotacional	la Mecánica rotacional	Mecánica rotacional a la resolución de problemas		***Sistema 4MAT***	
3	06	Los estudiantes elaboran una práctica de demostración en el laboratorio			Aplica los fundamentos teóricos para la construcción de la práctica	Trabajo en equipo Esfuerzo	***Fase 05 del Sistema 4MAT***	c
	07	Practica de laboratorio			Calcula en forma experimental el momento de inercia	Responsabilidad Trabajo en equipo Esfuerzo.	***Fase 06 del Sistema 4MAT***	
4	08	Exposición de los estudiantes en grupos sobre sobre ejercidos de la Mecánica rotacional, aprendizaje basado en la enseñanza.	Conoce y explica la aplicación de las leyes de la Mecánica rotacional en la solución de ejercicios	Demuestra que comprende las leyes de la Mecánica rotacional	Demuestra enseñanza la aplicación de las leyes de la Mecánica rotacional	Responsabilidad Trabajo en equipo	***Fase 07 del Sistema 4MAT***	d
	09	Mediante una exposición breve los estudiantes demuestran su aplicación de la Mecánica rotacional a la agroindustria	Recuerda los conceptos correctamente.	Demuestra que comprende las leyes de la Mecánica rotacional	Demuestra la aplicación de las leyes de la Mecánica rotacional a su profesión	Superación personal	***Fase 08 del Sistema 4MAT***	
5	110	**Post Test**						

V. MÉTODOS, ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS DIDÁCTICAS

6.1 Métodos

Métodos para la enseñanza-aprendizaje-enseñanza	
Método	**Explicación**
Sistema 4MAT	Cosiste en una estrategia de ocho pasos, secuenciado bajo cuatro estilos de aprendizaje y el modo cerebral.

6.2 Estrategias de enseñanza-aprendizaje-enseñanza

- Discusiones guiadas
- ABP

- Aprendizaje cooperativo
- Búsqueda de información
- Toma de notas o apuntes,
- Investigación
- Exposición polémica
- Investigación formativa
- Practica de laboratorio

VI. MEDIOS Y MATERIALES DIDÁCTICOS

7.1 Medios didáctico

Catedra presencial.

7.2 Materiales

Material	**Nombre**
Sitios Web	Sitios web de Física - Guía de Ciencias Puras, Experimentales ...https://guiasbus.us.es
Presentaciones	Pizarra, Proyecto Multimedia, Microsoft Power Point
Textos	Guía de Laboratorio
Otros	PDF(ejercicios para resolver en clase por el estudiante).

VII. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

RUBROS A EVALUAR	**TÉCNICAS**	**INSTRUMENTOS**
Capacidad	Evaluación de competencias	Pruebas de conocimientos Lista de cotejo.
Actitud	Participación activa	-Test

7.1. Criterios de evaluación

a) Participación activa en cada una de las sesiones de aprendizaje
b) Presentación de entregables según programación
c) Comportamientos observables hacia la asignatura o disciplina científica (actitudinal)

7.1.1. Estrategias de evaluación

E1. Actividades integradoras
E2. Demostración de procedimientos

7.2. Sistema de evaluación

Pre Test+Post Test + test de Actitud

VIII. BIBLIOGRAFIA

1) Griffith, T. (2014). Física conceptual. México, McGraw Hill.
2) Halliday, D., Resnick, R. y Walker, J. (2012). Fundamentos de Física. (8a Edición.). México: CECSA. (Vol. I, II).
3) Hewitt, P. (2016). Física conceptual. 12ª Edición. México, Pearson.
4) Tipler, P. y Mosca, G. (2008). Física para la ciencia y tecnología. (6ta Edición) España: Reverte.

5) Resnick, R., y Halliday, D. (2002). Física México: CECSA. (Vol. I, II).
6) Serway, R. y Vuille, Ch. (2013). Fundamentos de Física, 9ª Edición. México, Cengage Learning.
7) Young, H. y Freeman, R. (2009). Física universitaria (Sears, F. Zemansky, M.)12ava Edición. Editorial Pearson Prentice Hall. (Vol. I, II).
8) Young; H.y Freedman, R., (Sears, F. Zemansky, M.). (2014). Física: para cursos con enfoque por competencias. 13a Edición. México, Pearson.
9) www.pearsoneducacion.net/sears.

Anexo 8

Sesión de Aprendizaje de Mecánica Rotacional bajo el Sistema 4MAT.

DATOS INFORMATIVOS:

- Institución de Educación Superior: Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia
- Decano: Dra. Teresa Alarcón Castillo.
- Docente: Edilberto Valencia Salazar
- Semestre: 2023-I y 2023-II Ciclo Académico: III
- Fecha de aplicación. Del 22 de septiembre al 22 de octubre y del 15 de febrero al 12 de marzo del 2024.

Título de la sesión

Mecánica Rotacional

Propósitos de aprendizaje y evidencias de aprendizaje

El propósito es que mediante la aplicación del Sistema 4MAT, basado en 8 fases, los estudiantes pueden aprender significativamente el tema de Mecánica rotacional.

Secuencia de actividades de aplicación del modelo 4MAT.

MOMENTOS	**RS.**	**HORARIO DE CLASES**	**DESCRIPCION DE LAS ESTRATEGIAS**	**RECURSOS**
Introducción			Presentación	Presentación personal
Síntesis		7:00- 9:00 am	Planeación del curso	Planeación en pizarra
Desarrollo			Introducción al tema	sesión
Transferencia		7:00 -9:00 am	Aplicación del test de estilos de aprendizaje	Test presencial
			Aplicación de la preprueba de conocimientos y actitud	Prueba presencial
Cierre			Dudas acerca del tema	sesión
Activación del conocimiento				
Capacidad a desarrollar: activación de conocimientos previos y comprensión de conocimientos científicos				
Introducción			Las sesiones de aprendizaje	sesión
Síntesis			Los estudiantes se mueven de la experiencia concreta hacia la experiencia reflexiva	sesión
Desarrollo		7:00- 10:20 am	***Fase 01 4MAT.*** *Evocación del conocimiento basado en observación y experiencia sobre Mecánica rotacional: momento de inercia, momento angular, segunda ley de Newton para la rotación, conservación del momento angular, analogías entre ecuaciones de traslación y rotación.*	sesión

Transferencia			***Fase 02: 4MAT*** *conexión del conocimiento científico con el conocimiento basado en la experiencia y la observación,* guiar la discusión acerca de las leyes de la Mecánica rotacional.	sesión
Cierre			Conclusión acerca de la sesión	sesión
Adquisición del conocimiento				
Capacidad a desarrollar: sintetiza las relaciones abstractas y los aplica en la solución de problemas				
Introducción		7:00- 10:20 am	Las sesiones de aprendizaje	sesión
Síntesis			Los estudiantes se mueven de la experiencia a la conceptualización científica.	sesión
Desarrollo			***Fase 03 4MAT****: en este paso se debe llegar a formular los conceptos básicos de las leyes de la Mecánica rotacional*	sesión
Transferencia			***Fase 04 4MAT:*** *en este paso se debe utilizar las definiciones y leyes de la Mecánica rotacional para la solución de problemas y ejercicios (aprendizaje basado en problemas-ABP).*	sesión
Cierre			Conclusión acerca de la sesión	sesión
Practica del conocimiento				
Capacidad a desarrollar: demuestra las leyes de la Física en el laboratorio				
Introducción		7:00-9:00 am	Las sesiones de aprendizaje	sesión
Síntesis			Los estudiantes se mueven de los conceptos teóricos hacia la experimentación.	sesión
Desarrollo			**Fase 05 4MAT**: solicitar que los estudiantes construyan una práctica de laboratorio sobre demostración y cálculo del memento de inercia, en grupos, (aprendizaje colaborativo).	Plataforma /sesión
Transferencia		7:00- 9:00 am	**Fase 06 4MAT**: Realizar la práctica propuesta en el laboratorio y demostrar las leyes de la Mecánica rotacional, en grupos, (aprendizaje basado en la experiencia).	laboratorio
Cierre			Conclusión acerca de la sesión	
Aplicación y evaluación del conocimiento				
Capacidad a desarrollar: aplicar los conocimientos adquiridos en el desarrollo profesional				
Introducción			Presentación	Sesión
Síntesis			Los estudiantes se mueven de la experiencia concreta hacia la experiencia Mecánica.	sesión

Desarrollo		7:00- 10:20 am	**Fase 07 4MAT:** Exposición de los estudiantes en grupos sobre sobre ejercidos de la Mecánica rotacional, aprendizaje basado en la enseñanza.	sesión
		7:00- 9:00 am	**Fase 08 4 MAT**: Evaluar el concepto adquirido por los estudiantes, mediante su aplicación en la agroindustria(ensayo o exposición breve).	Sesión
Transferencia		7:00- 9:00 am	Evaluación final del trabajo de investigación	Post Test
Cierre			Escala de opinión sobre aplicación del modelo 4MAT	cuestionario

Anexo 9

Base de datos de la Muestra Piloto

VARIABLE: LOGRO DE APRENDIZAJE DE FÍSICA I

	D1: evocación								D2: comprensión								D3: aplicación										
Sujet	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Ítem 8	Ítem 9	Ítem 10	Ítem 11	Ítem 12	Ítem 13	Ítem 14	Ítem 15	Ítem 16	Ítem 17	Ítem 18	Ítem 19	Ítem 20	Ítem 21	Ítem 22	Ítem 23	Ítem 24	Ítem 25	Ítem 26	Ítem 27
S1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
S2	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
S3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1
S4	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
S5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
S6	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1
S7	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1
S8	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
S9	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
S10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0
S11	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S12	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1
S13	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
S14	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S15	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
S16	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 10

Base de datos del Pretest y Postest

PRE-TEST GRUPO EXPERIMENTAL SMESTRE 2023-I

No	D1: EVOCACIÓN								D2: COMPRENSIÓN								D3: APLICACIÓN										
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17	It18	It19	It20	It21	It22	It23	It24	It25	It26	It27
1	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
7	0	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0.56	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0.56	0	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
22	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	0		0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0.56	0.56	0	0	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

No	D4: ACTITUD																
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17
1	0	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
2	0	0	3	3	3	3	3	2	3	3	2	4	4	4	4	3	3
3	0	0	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
4	0	0	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3
5	0	1	4	4	4	0	3	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4
6	2	2	3	4	2	3	2	0	4	4	4	3	3	3	4	3	4
7	0	2	4	4	3	4	4	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4
8	0	1	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3
9	2	1	4	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	3
10	2	1	4	4	1	4	4	3	4	1	3	4	4	4	4	3	4
11	0	1	3	4	2	3	3	3	4	2	3	4	4	3	4	3	3
12	2	1	4	4	4	3	4	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4
13	2	2	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4
14	0	2	4	3	2	2	3	2	1	2	3	3	2	4	4	2	3
15	0	1	3	3	3	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4
16	0	1	4	4	3	3	3	3	4	2	3	4	3	3	4	2	4
17	0	1	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4
18	0	2	4	4	3	4	4	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4
19	0	2	4	3	1	1	2	2	4	2	2	3	4	4	3	4	3
20	0	2	3	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4
21	2	1	4	4	4	3	3	3	4	2	3	4	4	4	4	3	3
22	0	0	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	2	4	3	3	4
23	0	2	2	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4

PRESTET GRUPO DE CONTROL SEMESTRE 2023-I

No	D1: EVOCACIÓN								D2: COMPRENSIÓN								D3: APLICACIÓN										
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17	It18	It19	It20	It21	It22	It23	It24	It25	It26	It27
1	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
10	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0.56	0	0	0	0.56	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0
11	0.56	0.56	0	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
12	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

22	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
23	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0

N°	D4: ACTITUD																
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17
1	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4
2	2	2	4	4	3	3	3	2	4	2	3	4	4	4	3	3	3
3	0	0	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	2	3
4	3	2	4	3	3	3	2	2	4	2	2	4	3	3	4	2	3
5	0	0	3	3	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3	4	1	2
6	1	1	4	2	0	1	1	0	4	0	2	3	4	4	2	2	2
7	0	0	4	2	1	1	2	1	3	1	2	4	3	4	2	1	2
8	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3
9	2	1	3	2	1	0	1	1	2	3	4	2	1	0	0	0	0
10	1	1	4	3	3	3	3	2	4	3	3	2	3	2	3	2	3
11	1	1	3	4	3	4	4	4	4	3	3	3	0	2	4	4	4
12	3	3	4	4	3	3	4	3	2	3	3	4	3	2	3	3	3
13	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14	2	3	4	4	3	3	2	2	4	2	3	4	4	4	3	2	1
15	2	2	4	4	3	3	4	2	4	1	3	4	4	4	4	4	4
16	2	2	4	3	2	4	4	3	4	2	4	4	4	4	4	4	4
17	2	2	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4
18	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
19	0	0	3	3	2	4	3	2	3	3	3	2	2	3	4	3	3
20	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	4	3	3	3	2	3
21	0	2	2	3	3	2	1	3	1	2	2	2	2	3	4	3	3
22	1	2	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3

23	1	2	4	3	2	3	3	2	3	2	3	4	3	4	4	4	3								

POSTEST GRUPO EXPERIMENTAL SEMESTRE 2023-I

N°	D1: EVOCACIÓN								D2: COMPRENSIÓN								D3: APLICACIÓN										
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17	It18	It19	It20	It21	It22	It23	It24	It25	It26	It27
1	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
2	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
3	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0.56	0	0	0.56	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
4	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
6	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
7	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
8	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0.56	0-56	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
9	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0
10	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
11	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56		0.56	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
12	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
13	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
14	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
15	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
16	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
17	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
18	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
19	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0

20	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
21	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
22	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0
23	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0

N°	D4: ACTITUD																
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
2	3	3	4	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3
3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4
5	2	0	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	0	4	4	4	4
6	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4
7	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4
8	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3
9	2	2	4	3	3	4	3	2	4	3	3	4	4	4	4	3	3
10	4	3	4	4	2	2	4	3	3	3	2	3	3	4	3	3	3
11	2	1	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3
12	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	2	4	3	3
13	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
14	2	1	3	3	2	4	3	2	3	2	3	3	4	3	4	2	2
15	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	4	3	3	3	3	4
16	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3
17	3	1	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	3
18	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4
19	2	2	4	4	2	2	2	1	4	1	2	4	4	4	4	3	3

20	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	
21	3	2	4	3	3	4	3	2	4	2	4	4	4	4	4	3	4	
22	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	2	4	
23	3	2	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	

POSTEST GRUPO DE CONTROL SEMSTRE 2023-I

N°	D1: EVOCACIÓN								D2: COMPRENSIÓN								D3: APLICACIÓN										
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17	It18	It19	It20	It21	It22	It23	It24	It25	It26	It27
1	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
3	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0
4	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0.56	0.56	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
6	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
7	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0.56	0.56	0.56	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
10	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0.56	0	0	0.56	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
11	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0.56	0	0.56	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0.56	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
13	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0
14	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
15	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

16	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0.56	0	0.56	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
17	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
18	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
19	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
20	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
21	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
22	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0.56	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
23	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0

N°	D4: ACTITUD																
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17
1	4	4	3	3	2	4	3	2	4	2	3	3	3	3	4	3	3
2	3	2	4	3	2	3	3	2	3	1	3	4	3	3	4	2	3
3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	4
4	2	2	3	3	1	2	3	1	2	2	4	1	3	3	4	0	4
5	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4
6	3	3	3	4	1	3	3	4	3	2	3	4	4	4	3	3	3
7	3	4	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3
8	3	2	4	0	0	1	3	4	2	3	0	4	4	3	3	0	2
9	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	3	3	4	3	3	4	3	3	3	2	3	4	4	3	4	3	3
11	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
12	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3
13	2	1	4	2	1	4	2	2	3	2	3	4	4	3	4	4	2
14	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4

15	3	3	4	3	2	3	3	2	3	2	3	3	4	4	3	3	4
16	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3
17	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3
18	3	2	4	3	1	3	2	1	3	2	4	4	3	4	3	3	3
19	3	1	3	3	2	2	3	3	2	2	3	4	3	4	4	2	4
20	3	3	4	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3
21	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4
22	3	1	4	4	1	4	2	3	3	3	4	1	4	4	4	3	4
23	2	3	4	4	2	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3

PRETEST GRUPO EXPERIMENTAL SEMSTRE 2023-II

N°	D1: EVOCACIÓN								D2: COMPRENSIÓN								D3: APLICACIÓN										
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17	It18	It19	It20	It21	It22	It23	It24	It25	It26	It27
1	0	0	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
3	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0.56	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
5	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0.56	0	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
9	0	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
11	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

13	0	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0.56	0	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
18	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

N°	D4: ACTITUD																
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17
1	2	1	4	3	2	3	3	2	2	2	3	2	3	4	3	3	4
2	2	4	4	3	0	3	3	3	0	1	4	4	1	3	3	3	2
3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3
5	2	2	4	2	1	1	2	1	3	1	2	4	3	3	4	2	2
6	1	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	4	4	3	4	2	3
7	2	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3
8	3	0	3	3	2	3	0	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4
9	3	2	4	4	3	3	3	3	4	0	3	4	4	4	4	4	4
10	2	2	4	4	3	3	3	2	4	3	3	4	4	3	4	3	3
11	3	2	3	3	0	2	0	1	3	2	3	4	3	2	3	3	1
12	3	3	4	4	2	3	3	2	3	1	3	4	4	4	4	3	3

13	2	1	3	3	3	0	2	2	4	2	3	4	4	3	4	2	3
14	3	2	4	3	2	2	2	2	3	2	0	4	3	3	3	2	2
15	3	3	4	4	1	3	2	1	4	2	3	4	4	4	3	1	3
16	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3
17	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
18	3	3	4	4	2	4	4	3	4	2	3	3	4	3	3	3	3
19	2	2	3	3	2	3	4	1	3	2	3	3	3	3	3	2	3
20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	3	4
21	3	0	3	4	2	3	3	2	3	2	4	4	4	4	4	4	3
22	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3
23	3	1	4	3	2	3	2	2	3	1	2	4	3	3	3	1	2

PRETEST GRUPO DE CONTROL SEMSTRE 2023-II

N°	D1: EVOCACIÓN								D2: COMPRENSIÓN											D3: APLICACIÓN								
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17	It18	It19	It20	It21	It22	It23	It24	It25	It26	It27
1	0.56		0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0.56	0	0.56	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
2	0.56	0	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0.56	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0.56	0	0	0.56	0	0	0,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
8	0.56	0.56	0	0	0	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

9	0	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.56	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
15	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
18	0.56	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0.56	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
21	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0.56	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0

N°	D4: ACTITUD																
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17
1	3	3	4	2	3	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3
2	4	0	4	4	4	4	4	0	4	0	4	4	0	4	4	4	4
3	1	2	4	2	1	2	3	2	3	2	3	2	1	3	3	3	3
4	3	4	4	4	1	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	2
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	4	2	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	2	4	4	3	4
7	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	4	3	3	4	3	2
8	1	2	3	4	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3	2	1
9	2	3	4	4	4	3	0	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3

10	1	2	3	3	3	3	4	3	4	2	3	4	5	3	3	3	4
11	2	2	4	4	3	3	3	3	3	1	3	4	3	3	4	4	3
12	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
13	3	2	3	2	3	4	3	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3
14	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
15	3	4	4	3	4	3	4	4	3	0	2	3	3	4	3	4	3
16	2	3	4	3	2	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3
17	0	3	4	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2
18	3	2	4	3	2	3	3	2	3	1	3	4	2	4	3	3	3
19	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3
20	3	2	4	4	3	2	3	1	4	3	3	3	4	3	3	3	4
21	3	1	4	4	1	3	3	1	3	1	3	4	4	4	3	3	1
22	0	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
23	3	3	4	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3

POSTEST GRUPO EXPERIMENTAL SEMSTRE 2023-II

N°	D1: EVOCACIÓN								D2: COMPRENSIÓN								D3: APLICACIÓN										
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17	It18	It19	It20	It21	It22	It23	It24	It25	It26	It27
1	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
2	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
3	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
4	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
5	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0	0.56	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1

6	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
7	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0	0.56	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
8	0	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
9	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1
10	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
11	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1
12	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
13	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
14	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
15	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
16	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
17	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
18	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
19	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
20	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
21	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0	0.56	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0
22	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
23	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

N°	D4: ACTITUDINAL																
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
2	3	3	4	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3
3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4

5	2	0	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	0	4	4	4	4
6	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4
7	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4
8	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3
9	2	2	4	3	3	4	3	2	4	3	3	4	4	4	4	3	3
10	4	3	4	4	2	2	4	3	3	3	2	3	3	4	3	3	3
11	2	1	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3
12	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	2	4	3	3
13	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
14	2	1	3	3	2	4	3	2	3	2	3	3	4	3	4	2	2
15	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	4	3	3	3	3	4
16	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3
17	3	1	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	3
18	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4
19	2	2	4	4	2	2	2	1	4	1	2	4	4	4	4	3	3
20	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3
21	3	2	4	3	3	4	3	2	4	2	4	4	4	4	4	3	4
22	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	2	4
23	3	2	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4

POSTEST GRUPO DE CONTROL SEMSTRE 2023-II

N°	D1: EVOCACIÓN								D2: COMPRENSIÓN								D3: APLICACIÓN										
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17	It18	It19	It20	It21	It22	It23	It24	It25	It26	It27

1	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
2	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
3	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
4	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
5	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
6	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
7	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
8	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
9	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0.56	0	0.56	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
10	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0.56	0.56	0.56	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
11	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
12	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
13	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
14	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
16	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
17	0.56	0	0.56	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
18	0.56	0	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0.56	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
19	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
20	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0.56	0	0	0	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
21	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	0.56	0	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
22	0	0.56	0	0.56	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0.56	0.56	0.56	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
23	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0.56	0	0.56	0	0	0.56	0.56	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0

N°	D4: ACTITUD																
	It1	It2	It3	It4	It5	It6	It7	It8	It9	It10	It11	It12	It13	It14	It15	It16	It17
1	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3
2	3	3	3	4	4	4	3	3	4	2	3	4	3	4	4	4	4

3	2	2	4	3	2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	4
4	3	4	4	4	1	3	3	2	4	0	3	4	4	4	0	3	3
5	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3
6	4	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3
7	3	0	4	4	0	3	3	0	0	0	3	4	4	4	4	3	3
8	3	2	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	1	3	2
9	3	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	3
11	3	3	4	4	3	3	3	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3
12	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
13	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4
14	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
15	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3
16	3	3	4	3	2	3	3	3	3	2	3	4	4	3	3	4	3
17	3	3	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	1	3	1	1
18	3	2	3	3	2	3	3	2	2	1	2	4	2	3	3	2	2
19	3	1	4	3	1	3	3	1	3	4	4	4	4	3	3	3	4
20	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4
21	2	1	4	3	3	4	3	3	1	3	3	4	4	3	4	3	1
22	3	2	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	4	2	3	4	3	2	3	3	4	3	2	3	3	3	4	3	4