Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2026,
Volumen 10, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5

DOMINIO CONCEPTUAL DE LA MECÁNICA NEWTONIANA Y FORMACIÓN ACADÉMICA EN UN BACHILLERATO ESTATAL DE JALISCO

CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF NEWTONIAN MECHANICS AND ACADEMIC TRAINING AT A PUBLIC HIGH SCHOOL IN JALISCO

Miguel-Ángel Algaba-Santana
Colegio de Bachilleres del Estado de Jalisco

Juan-Carlos López-Barajas
Universidad de Guadalajara

César-Alfonso Morales-Aceves
Colegio Gómez de Mendiola

Jessica-Lizet Bautista-Hernández
Universidad de Guadalajara

Adolfo-Yakov Castañeda-Navarrete
Universidad de Guadalajara

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5.26719

Dominio conceptual de la mecánica newtoniana y formación académica en un bachillerato estatal de Jalisco

Miguel-Ángel Algaba-Santana[1]
miguel.algaba_s@cetlajomulco.com.mx
https://orcid.org/0009-0000-6137-7264
Colegio de Bachilleres del Estado de Jalisco, Plantel 10 San Sebastián el Grande, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco
México

Juan-Carlos López-Barajas
juan.lbarajas@academicos.udg.mx
https://orcid.org/0000-0002-0503-2824
Universidad de Guadalajara, Departamento de Biología Molecular y Genómica, Centro Universitario de Ciencias de la Salud
México

César-Alfonso Morales-Aceves
cmoralesaceves@gmail.com
https://orcid.org/0009-0006-7398-7071
Centro Educativo Tlajomulco, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México, y Colegio Gómez de Mendiola
México

Jessica-Lizet Bautista-Hernández
jessica.bautistah@academicos.udg.mx
https://orcid.org/0000-0002-4543-3593
Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tonalá, Tonalá, Jalisco
México

Adolfo-Yakov Castañeda-Navarrete
yacov.cnavarrete@academicos.udg.mx
https://orcid.org/0000-0002-7212-9335
Universidad de Guadalajara, Centro, Guadalajara, Jalisco
México

RESUMEN

Introducción. Resolver ejercicios de Física no garantiza comprender sus conceptos. Las ideas intuitivas sobre fuerza y movimiento persisten después de la enseñanza, pero en el bachillerato estatal mexicano casi no se ha comparado a quienes cursan la asignatura, a quienes la aprobaron y a quienes la imparten. **Objetivo.** Determinar el nivel de dominio conceptual en mecánica newtoniana de estudiantes, egresados y docentes de un plantel del Colegio de Bachilleres del Estado de Jalisco y su asociación con el nivel de formación académica. **Métodos.** Estudio cuantitativo, no experimental, transversal, descriptivo-correlacional e instrumental. Se aplicó en línea un test conceptual de 30 reactivos de opción múltiple, construido a partir del Inventario del Concepto de Fuerza, a 116 participantes seleccionados por conveniencia: 43 estudiantes de primer semestre, 38 de sexto semestre, 30 egresados y 5 docentes de Física. Con los porcentajes de elección por reactivo y grupo se analizaron la dificultad, los distractores y las diferencias entre grupos mediante la prueba de Friedman. **Resultados.** La media general fue de 8,72 aciertos de 30 (29,1 %) y los cuatro grupos se ubicaron en el nivel bajo de dominio, sin diferir del nivel de azar. No hubo asociación entre formación y dominio conceptual (χ^2 de Friedman = 1,59; p = 0,663). Solo la cinemática mejoró con la formación; en leyes de Newton y cantidad de movimiento los aciertos no superaron 25 %. Predominaron la fuerza centrífuga como fuerza real y concepciones erróneas sobre la tercera ley. **Conclusiones.** La exposición a la instrucción no produjo cambio conceptual en mecánica. El instrumento requiere depuración y reaplicación con registro individual para estimar su confiabilidad.

Palabras clave: Física; Educación Secundaria; Comprensión; Evaluación Educacional; Docentes.

[1] Autor principal.
Correspondencia: miguel.algaba_s@cetlajomulco.com.mx

Conceptual Understanding of Newtonian Mechanics and Academic Training at a Public High School in Jalisco

ABSTRACT

Introduction. Solving physics exercises does not guarantee an understanding of the concepts behind them. Concept inventories have shown that intuitive ideas about force and motion persist after instruction, yet Mexican public high schools have rarely compared students taking the course, students who have passed it and the teachers who teach it. **Objective.** To determine the level of conceptual understanding of Newtonian mechanics among students, graduates and teachers at a campus of the Colegio de Bachilleres del Estado de Jalisco, Mexico, and its association with their level of academic training. **Methods.** Quantitative, non-experimental, cross-sectional, descriptive-correlational and instrumental study. A 30-item multiple-choice conceptual test, based on the Force Concept Inventory, was administered online to 116 participants selected by convenience: 43 first-semester students, 38 sixth-semester students, 30 graduates and 5 physics teachers. Because only the percentage of choices per item and group was preserved, item difficulty, distractors and group differences were analyzed with the Friedman test. **Results.** The overall mean was 8.72 correct answers out of 30 (29.1%), and all four groups fell into the low level of understanding, with no difference from chance. Training and conceptual understanding were not associated (Friedman $\chi^2 = 1.59$; $p = 0.663$). Only kinematics improved with training; in Newton's laws and momentum, correct answers did not exceed 25%. The most frequent misconceptions were centrifugal force as a real force and errors regarding Newton's third law. **Conclusions.** Exposure to instruction did not produce conceptual change in mechanics. The instrument requires refinement and readministration with individual records to estimate its reliability.

Keywords: Physics; Secondary Education; Comprehension; Educational Measurement; School Teachers.

Artículo recibido 20 agosto 2026
Aceptado para publicación: 20 setiembre 2026

INTRODUCCIÓN

Quien ha enseñado Física en el bachillerato conoce la escena: un estudiante resuelve sin error un problema de segunda ley de Newton y, minutos después, sostiene que una pelota lanzada hacia arriba se mantiene en movimiento porque "lleva fuerza". El cálculo y la comprensión no siempre caminan juntos. Esa distancia entre la resolución mecánica de ejercicios y la comprensión de los fenómenos es el problema que dio origen a este estudio, realizado en el Colegio de Bachilleres del Estado de Jalisco, Plantel 10 San Sebastián el Grande, en Tlajomulco de Zúñiga.

La investigación en enseñanza de la Física lleva cuatro décadas documentando el fenómeno. El Inventario del Concepto de Fuerza mostró que, después de la instrucción convencional, una proporción considerable de estudiantes sigue razonando con nociones previas a Newton, sobre todo en la tercera ley, en la relación entre fuerza y movimiento y en el movimiento circular (Hestenes et al., 1992). Con ese mismo inventario, Hake (1998) analizó más de seis mil estudiantes y encontró que los cursos tradicionales logran menos de una cuarta parte de la ganancia conceptual posible, mientras que los cursos con participación activa duplican ese valor. Desde la teoría del cambio conceptual, el dato tiene una lectura clara: la exposición a la enseñanza no basta si no genera insatisfacción con las ideas previas y si no ofrece un modelo alternativo inteligible, plausible y fecundo (Posner et al., 1982).

La evidencia reciente confirma que estas concepciones son notablemente estables. Un análisis de redes con datos de cinco universidades estadounidenses identificó los mismos grupos de respuestas erróneas antes y después de la instrucción, entre ellos la idea de que la fuerza mayor determina el movimiento y las confusiones sobre acción y reacción (Wheatley et al., 2022). En España, ocho concepciones sobre la fuerza estaban presentes en más de 30 % de los estudiantes que ingresaban a ingeniería (Ramos Tejada et al., 2023). En México, Ruiz Pérez et al. (2025) aplicaron el inventario a estudiantes de bachillerato y de universidad y obtuvieron alrededor de 20 % de aciertos en ambos niveles, sin diferencias globales entre ellos. En Jalisco, Santana-Fajardo (2018) reportó en una preparatoria universitaria una ganancia prácticamente nula y puntajes cercanos al azar. A la vez, intervenciones breves basadas en diagramas de fuerza han logrado ganancias moderadas en estudiantes de bachillerato (Hernández-Suárez et al., 2023), y las revisiones recientes coinciden en que el cambio conceptual exige estrategias deliberadas, como los textos de refutación o el conflicto cognitivo (Amiruddin et al., 2026; Aryani et al., 2024).

El contexto nacional agrega urgencia. Los resultados de PISA 2022 ubicaron el desempeño de los estudiantes mexicanos de 15 años en ciencias por debajo del promedio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2023), y el Marco Curricular Común de la Educación Media Superior organiza ahora la Física en progresiones que privilegian la explicación de fenómenos por encima del cálculo (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2025). Sin embargo, la mayor parte de la evidencia proviene de universidades o de bachilleratos universitarios. En los planteles estatales casi no hay estudios que, con un mismo instrumento, comparen a estudiantes que cursan la asignatura, a quienes ya la aprobaron, a los egresados y a los docentes que la imparten.

El objetivo del estudio fue determinar el nivel de dominio conceptual en mecánica newtoniana de estudiantes, egresados y docentes de un plantel del Colegio de Bachilleres del Estado de Jalisco y su asociación con el nivel de formación académica. Se planteó la pregunta: ¿cuál es el nivel de dominio conceptual en Física 1 de estudiantes de primer y sexto semestre, egresados y docentes, y en qué medida se asocia con su nivel de formación académica? La hipótesis de investigación sostuvo que el dominio conceptual aumentaría con la formación.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio cuantitativo, no experimental, transversal y de alcance descriptivo-correlacional, con un componente instrumental orientado a valorar la calidad de los reactivos (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). Los datos se recolectaron durante el ciclo escolar 2025-2026 en el Plantel 10 del Colegio de Bachilleres del Estado de Jalisco, institución pública de sostenimiento estatal con una matrícula aproximada de 586 estudiantes y cinco docentes de Física.

Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia con cuatro grupos intactos que representan niveles crecientes de formación: 43 estudiantes de primer semestre que cursaban Física 1, 38 de sexto semestre que la habían aprobado, 30 egresados del plantel y los 5 docentes de Física, es decir, la totalidad de quienes imparten la asignatura ($n = 116$). Con ese tamaño, una prueba de asociación con $\alpha = 0,05$ y potencia de 0,80 permite detectar efectos a partir de un tamaño medio ($w \approx 0,32$). Se incluyó a quienes aceptaron participar mediante consentimiento informado y se previó eliminar los instrumentos con más de 20 % de reactivos sin responder o con un patrón de respuesta invariable. Por su tamaño, el grupo de docentes se analizó solo con carácter descriptivo-exploratorio y sus resultados no se interpretaron como

una evaluación de su competencia profesional.

La variable independiente fue el nivel de formación académica (cuatro grupos) y la dependiente, el dominio conceptual en Física 1, medido con el Test Conceptual de Física 1 de 30 reactivos (TCF-30), diseñado por el primer autor con base en el Inventario del Concepto de Fuerza (Hestenes et al., 1992) y alineado con el programa de Física 1. El instrumento consta de reactivos de opción múltiple con cuatro opciones y una respuesta correcta, distribuidos en cinco dimensiones: movimiento y cinemática (6 reactivos), leyes de Newton (8), trabajo y energía (6), cantidad de movimiento (4) y gravitación (6). Los distractores se construyeron a partir de concepciones alternativas documentadas, de modo que la opción elegida permite inferir el razonamiento que la produjo. El puntaje se clasificó en tres niveles: bajo (0 a 12), medio (13 a 21) y alto (22 a 30).

El instrumento se aplicó en línea, en una sesión de 30 a 40 minutos, y la concentración de los resultados estuvo a cargo de estudiantes de sexto semestre bajo la coordinación del investigador. Esta circunstancia determinó el análisis: los registros conservados contienen, para cada reactivo y cada grupo, el porcentaje de participantes que eligió cada opción, pero no las respuestas individuales. Por ello, el plan original se ajustó de la siguiente manera. Las omisiones, inferidas porque los porcentajes no sumaban 100 %, se redistribuyeron proporcionalmente entre las opciones elegidas y, como análisis de sensibilidad, se contaron también como errores. Para cada reactivo se calculó el índice de dificultad ponderado por el tamaño de los grupos, la dificultad en logits mediante la aproximación PROX del modelo de Rasch y un índice de sensibilidad a la formación, definido como la proporción de aciertos de los egresados y docentes menos la del primer semestre. La media de aciertos de cada grupo se obtuvo sumando sus proporciones de acierto en los 30 reactivos y se comparó con el nivel de azar (0,25) mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

La hipótesis se contrastó con la prueba de Friedman, que compara la proporción de aciertos de los cuatro grupos tomando los reactivos como bloques, con la W de Kendall como tamaño del efecto y comparaciones por pares de Wilcoxon con ajuste de Bonferroni. Se repitió el análisis con la versión depurada de 25 reactivos y sin redistribuir las omisiones. De forma complementaria se aplicó la prueba χ^2 a la tabla de aciertos y errores por grupo, que se reporta solo de manera descriptiva porque cada participante aporta 30 respuestas no independientes, y una tabla de 3 × 2 por reactivo con valor p por

permutación. Se trabajó con un nivel de significancia de 0,05. El coeficiente KR-20, la discriminación por grupos extremos y los índices de ajuste del modelo de Rasch no pudieron estimarse, porque requieren el puntaje individual.

El estudio se apegó a la Declaración de Helsinki y a la normativa del Colegio de Bachilleres del Estado de Jalisco. Se contó con autorización escrita de la dirección del plantel y con el consentimiento informado de los participantes, y en el caso de los menores de edad, también de sus madres, padres o tutores. Los instrumentos se identificaron con un código, los resultados se reportan de forma agregada y no tuvieron efecto en la calificación de los estudiantes ni en la evaluación de los docentes.

RESULTADOS

La omisión media fue de 21,2 %, con valores de 26,2 % en primer semestre, 17,9 % en sexto, 18,7 % en egresados y 18,5 % en docentes. La dificultad media de los reactivos fue p = 0,29 (0,24 si las omisiones se cuentan como errores), muy próxima a la probabilidad de acertar al azar en un reactivo de cuatro opciones. Veinte reactivos (66,7 %) se ubicaron en el intervalo de dificultad adecuado y diez resultaron muy difíciles; la dificultad en logits osciló entre −1,53 y 1,70. El índice de sensibilidad a la formación alcanzó al menos 0,20 en nueve reactivos y fue negativo en quince: en la mitad del test, los participantes con más formación no acertaron más que los de primer semestre. Con estos indicadores se eliminaron los reactivos 2, 10, 24, 29 y 30, y con los restantes se conformó una versión depurada de 25 reactivos (Tabla 3).

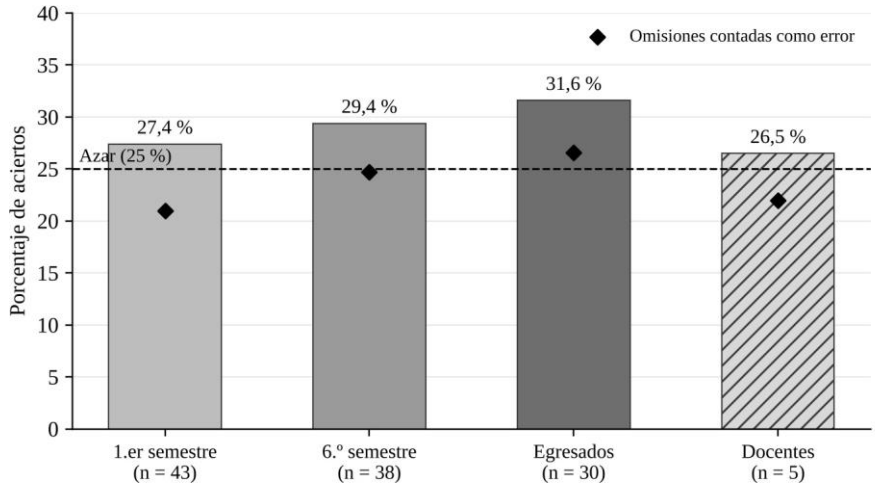
Los cuatro grupos se ubicaron en el nivel bajo de dominio (Tabla 1). La media fue de 8,21 aciertos en primer semestre, 8,81 en sexto semestre, 9,49 en egresados y 7,95 en docentes, con una media general de 8,72 aciertos (29,1 %). Ninguno de los grupos difirió significativamente del nivel de azar (prueba de Wilcoxon contra 0,25; valores p entre 0,29 y 0,68), como se aprecia en la Figura 1.

Tabla 1. Composición de la muestra y dominio conceptual por grupo de formación

Grupo	Situación respecto a Física 1	n	Media de aciertos (0-30)	% de aciertos	Media con omisiones como error	% de omisión	Nivel
1.er semestre (1.° A)	Cursando la asignatura	43	8.21	27.4	6.30	26.2	Bajo
6.º semestre (6.° A)	Asignatura aprobada	38	8.81	29.4	7.41	17.9	Bajo
Egresados	Bachillerato concluido	30	9.49	31.6	7.98	18.7	Bajo
Docentes de Física	Imparten la asignatura	5	7.95	26.5	6.59	18.5	Bajo
Total		**116**	**8.72**	**29.1**	**7.11**	**21.2**	**Bajo**

Media de aciertos estimada como la suma de las proporciones de acierto del grupo en los 30 reactivos, con omisiones redistribuidas. Niveles: bajo, 0 a 12; medio, 13 a 21; alto, 22 a 30. Los resultados de los docentes son descriptivo-exploratorios. Fuente: elaboración propia.

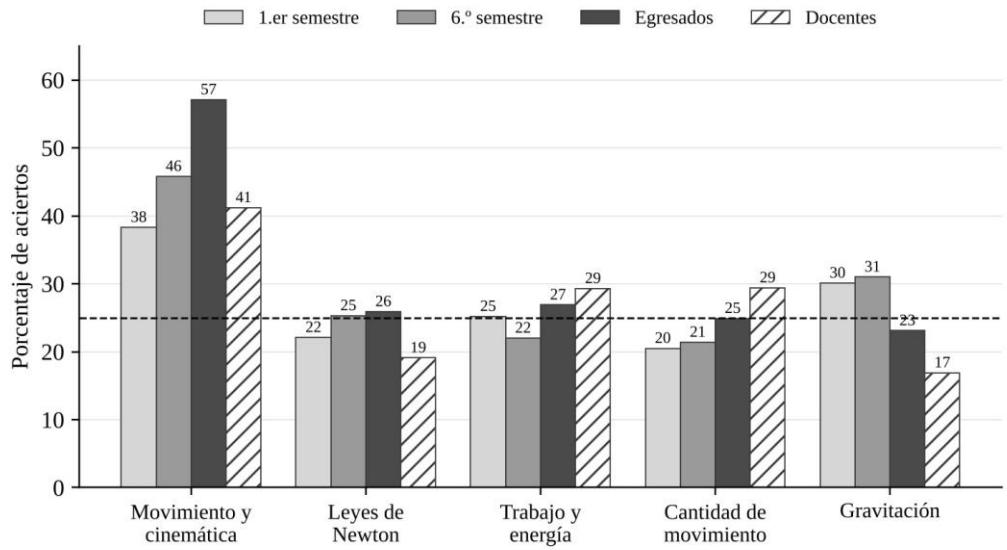
Figura 1. Porcentaje de aciertos por grupo de formación frente al nivel de azar



Barras: omisiones redistribuidas; marcadores: omisiones contadas como error. La línea discontinua indica el nivel de azar (25 %). Fuente: elaboración propia.

El análisis por dimensión mostró un patrón más fino (Figura 2). Movimiento y cinemática fue la única dimensión en la que los aciertos aumentaron de manera consistente con la formación de los estudiantes: 38,3 % en primer semestre, 45,8 % en sexto y 57,1 % en egresados. En cambio, leyes de Newton (24,0 %), trabajo y energía (24,7 %) y cantidad de movimiento (22,3 %) presentaron porcentajes bajos y semejantes en todos los grupos. En gravitación, los egresados (23,1 %) y los docentes (16,9 %) obtuvieron menos aciertos que los estudiantes.

Figura 2. Porcentaje de aciertos por dimensión del test y grupo de formación



Fuente: elaboración propia.

El análisis de distractores permitió identificar las concepciones alternativas predominantes (Tabla 2). La más frecuente fue la existencia de una fuerza "hacia afuera" en el movimiento circular, elegida por 55,7 % de los participantes; le siguieron la idea de que una pared solo ejerce fuerza si se mueve (53,5 %) y la de que, en una interacción, el cuerpo más ligero acelera menos (53,0 %). En el bloque de energía predominaron la noción de que basta aplicar una fuerza para realizar trabajo (47,0 %) y la de que la energía cinética no cambia al duplicar la velocidad (50,0 %). En la primera ley, 46,4 % sostuvo que un objeto en reposo no tiene fuerzas actuando sobre él.

Tabla 2. Reactivos con mayor elección de distractores y concepción alternativa asociada

Reactivo	Concepto evaluado	% de acierto	Distractor más elegido (%)	Concepción alternativa asociada
14	Movimiento circular uniforme	20.9	Fuerza hacia afuera (55.7)	La fuerza centrífuga como fuerza real
12	Tercera ley: empujar una pared	15.9	La pared solo reacciona si se mueve (53.5)	La reacción depende del movimiento
24	Momento lineal y masa	6.3	Menor momento (53.4)	A mayor masa, menos movimiento
13	Interacción entre patinadores	40.3	El más ligero acelera menos (53.0)	El cuerpo ligero recibe menos efecto
17	Energía cinética y velocidad	23.0	Permanece igual (50.0)	Desconocer la dependencia cuadrática de la velocidad
15	Concepto de trabajo	36.9	Existe fuerza (47.0)	Trabajo como fuerza sin desplazamiento
7	Primera ley: objeto en reposo	14.5	No hay fuerzas actuando (46.4)	El equilibrio como ausencia de fuerzas

Porcentajes del total de participantes, con omisiones redistribuidas. Fuente: elaboración propia.

La prueba de Friedman no mostró diferencias entre los cuatro grupos ($\chi^2F(3) = 1,59$; $p = 0,663$; $W = 0,02$), por lo que no se rechazó la hipótesis nula. La decisión se mantuvo con la versión depurada de 25 reactivos ($\chi^2F(3) = 5,58$; $p = 0,134$), al contar las omisiones como errores ($p = 0,287$) y en la tabla descriptiva de aciertos y errores ($\chi^2(3) = 5,18$; $p = 0,159$; V de Cramér = 0,04); las comparaciones por pares tampoco fueron significativas (Tabla 3). En el análisis por reactivo, 13 de los 30 mostraron diferencias entre grupos, pero en direcciones opuestas: en ocho acertaron más los participantes con formación avanzada y en cinco, los estudiantes de primer o sexto semestre.

Tabla 3. Indicadores de calidad del instrumento y pruebas de hipótesis

Indicador o prueba	Resultado	Interpretación
A. Calidad de los reactivos		
Dificultad media (p)	0.29 (0.24 con omisiones como error)	Próxima al azar (0.25)
Reactivos con dificultad adecuada (0.20-0.80)	20 de 30 (66.7 %)	10 reactivos muy difíciles
Sensibilidad a la formación ≥ 0.20	9 de 30	15 reactivos con valor negativo
Dificultad en logits (PROX)	−1.53 a 1.70	Ajuste infit/outfit no estimable
Confiabilidad KR-20	No estimable	Requiere puntajes individuales
Reactivos eliminados	2, 10, 24, 29 y 30	Versión depurada de 25 reactivos
B. Pruebas de hipótesis (α = 0.05)		
Friedman, 30 reactivos (principal)	$\chi^2F(3) = 1.59$; $p = 0.663$; $W = 0.02$	No se rechaza H0
Friedman, versión de 25 reactivos	$\chi^2F(3) = 5.58$; $p = 0.134$; $W = 0.07$	No se rechaza H0
Friedman, omisiones como error	$\chi^2F(3) = 3.77$; $p = 0.287$	No se rechaza H0
χ^2 aciertos × grupo, 4 × 2 (descriptiva)	$\chi^2(3) = 5.18$; $p = 0.159$; $V = 0.04$	No se rechaza H0
Comparaciones por pares (Wilcoxon-Bonferroni)	$p \geq 0.90$	Sin diferencias

W = coeficiente de concordancia de Kendall; V = V de Cramér. Las pruebas χ^2 sobre el total de respuestas son descriptivas.

Fuente: elaboración propia.

Discusión

El hallazgo central es doble: el dominio conceptual de la mecánica fue bajo en los cuatro grupos y no se asoció con el nivel de formación académica. Estudiantes que llevaban semanas en el curso, estudiantes que lo aprobaron dos años antes y egresados respondieron con proporciones de acierto muy parecidas y cercanas al azar. El resultado coincide de manera casi exacta con el de Ruiz Pérez et al. (2025), quienes no encontraron diferencias entre bachillerato y universidad, y con la ganancia nula reportada en Jalisco por Santana-Fajardo (2018). La convergencia sugiere que no se trata de una anomalía del plantel, sino de un rasgo extendido de la enseñanza de la Física en el bachillerato mexicano.

La diferencia entre dimensiones ayuda a entender por qué. La cinemática describe cómo se mueven los cuerpos; la dinámica explica por qué se mueven. Que solo la primera mejore con la formación indica que la instrucción fortalece la descripción del movimiento, pero no la explicación causal, que es justamente donde se concentran las concepciones alternativas (Hestenes et al., 1992). Las ideas más frecuentes en este estudio, la fuerza centrífuga como fuerza real y la reacción condicionada al movimiento, son las mismas que Wheatley et al. (2022) encontraron estables antes y después de la instrucción en instituciones muy distintas, y las que Ramos Tejada et al. (2023) observaron en estudiantes que ya ingresaban a la universidad. Desde la teoría del cambio conceptual, el resultado no contradice la expectativa de que la formación mejore la comprensión; confirma su advertencia principal: si la enseñanza no confronta la experiencia cotidiana, el conocimiento escolar se superpone al intuitivo sin sustituirlo, y este reaparece en cuanto la pregunta se plantea en términos de situaciones reales (Posner et al., 1982).

El resultado de los docentes merece una lectura cuidadosa. Su porcentaje de aciertos fue el más bajo, pero se trata de cinco personas, con omisiones y con aciertos nulos en reactivos elementales, como el valor aproximado de la aceleración de la gravedad. Un patrón así se explica con mayor probabilidad por las condiciones de la aplicación en línea y de la concentración de los registros que por el conocimiento disciplinar de los profesores. Madsen et al. (2017) advierten que la falta de supervisión, de tiempo y de incentivos para responder con cuidado reduce la validez de los inventarios conceptuales. Por ello, este dato no debe leerse como un juicio sobre la competencia docente y su interpretación queda en suspenso hasta la reaplicación.

El estudio tiene limitaciones importantes, y reconocerlas forma parte de su aporte. La principal es que los registros se conservaron como porcentajes agregados, lo que impidió estimar la confiabilidad, la discriminación y el ajuste al modelo de Rasch, y obligó a sustituir la prueba de asociación prevista por un análisis a nivel de reactivo. La omisión fue elevada, la resolución de los porcentajes de egresados y docentes no corresponde del todo con el tamaño nominal de esos grupos, el muestreo fue por conveniencia y el diseño transversal no permite seguir a una misma cohorte. Con los criterios de Ding et al. (2006), el instrumento requiere revisión. Por todo ello, los hallazgos deben considerarse exploratorios. Aun así, la coherencia entre el bajo dominio, la falta de progresión en dinámica y la

naturaleza de los distractores elegidos, y su coincidencia con la literatura, da solidez a la conclusión principal.

Las implicaciones para la enseñanza son concretas. Aumentar el número de ejercicios no parece mejorar la comprensión; lo que la investigación asocia con mejores resultados es partir de las ideas de los estudiantes, ponerlas a prueba con situaciones que las contradigan y construir explicaciones más potentes (Hake, 1998; Amiruddin et al., 2026). En el plantel, el análisis de distractores puede usarse como diagnóstico al inicio del semestre para dirigir actividades de predicción, observación y explicación hacia la tercera ley, el movimiento circular y la relación entre fuerza y movimiento. En el plano metodológico, el estudio deja una lección para cualquier escuela que quiera evaluar con inventarios conceptuales: el protocolo de aplicación y registro debe conservar las respuestas individuales desde el diseño.

CONCLUSIONES

En el Plantel 10 del Colegio de Bachilleres del Estado de Jalisco, el dominio conceptual de la mecánica newtoniana fue bajo en estudiantes, egresados y docentes, y no se asoció con el nivel de formación académica, por lo que la hipótesis de investigación no se confirmó. La formación mejoró la descripción del movimiento, pero no la comprensión de sus causas, y las concepciones alternativas predominantes coincidieron con las reportadas en la literatura nacional e internacional. Estos resultados no deben leerse como una deficiencia de los estudiantes o de los docentes, sino como evidencia de que la enseñanza tradicional de la mecánica no logra transformar las ideas intuitivas sobre el movimiento. El instrumento depurado de 25 reactivos, su reaplicación con registro individual y las orientaciones derivadas del análisis de distractores constituyen la base para una enseñanza de la Física orientada al cambio conceptual.

Contribución de los autores

Miguel-Ángel Algaba-Santana: Conceptualización, diseño del instrumento, investigación, curación de datos y redacción del borrador original.

Juan-Carlos López-Barajas: Metodología, análisis formal, supervisión, administración del proyecto y redacción: revisión y edición.

César-Alfonso Morales-Aceves: Validación del instrumento, análisis de la literatura y redacción:

revisión y edición.

Jessica-Lizet Bautista-Hernández: Validación, análisis de la literatura y redacción: revisión y edición.

Adolfo-Yakov Castañeda-Navarrete: Análisis formal (verificación estadística), visualización y redacción: revisión y edición.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Agradecimientos

A la dirección, a los docentes de Física y a los estudiantes y egresados del Colegio de Bachilleres del Estado de Jalisco, Plantel 10 San Sebastián el Grande, por su disposición para participar en el estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amiruddin, M. Z. B., Winarno, N., Samsudin, A., Suhandi, A., Costu, B., & Kapıcı, H. Ö. (2026). The refutation text (RT) as a bridge for scientific conceptual change in science education: A systematic literature review. *Journal of Turkish Science Education, 23*(2), 226-251. https://doi.org/10.36681/tused.2026.011

Aryani, S. D., Novia, H., Setiawan, A., & Samsudin, A. (2024). Advancement of conceptual change in physics education from 2018-2024: A literature review. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika, 8*(2), 293-312. https://doi.org/10.20527/jipf.v8i2.12346

Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B., & Beichner, R. (2006). Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief electricity and magnetism assessment. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research, 2*(1), 010105. https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.010105

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics, 66*(1), 64-74. https://doi.org/10.1119/1.18809

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

Hernández-Suárez, C. A., Prada-Núñez, R., & Álvarez-Macea, F. R. (2023). Evaluación del aprendizaje de las leyes de Newton: Aplicación del Inventario del Concepto de Fuerza. *Scientia et Technica, 28*(3), 144-149. https://doi.org/10.22517/23447214.24530

Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher, 30*(3), 141-158. https://doi.org/10.1119/1.2343497

Madsen, A., McKagan, S. B., & Sayre, E. C. (2017). Best practices for administering concept inventories. *The Physics Teacher, 55*(9), 530-536. https://doi.org/10.1119/1.5011826

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education, 66*(2), 211-227. https://doi.org/10.1002/sce.3730660207

Ramos Tejada, M. M., Quesada Pérez, M., Peláez, J. A., & Henares, J. (2023). La influencia de las ideas previas del concepto de fuerza en el rendimiento de los estudiantes en los cursos introductorios de física de la universidad. *EDUCA. Revista Internacional para la Calidad Educativa, 4*(1), 61-74. https://doi.org/10.55040/educa.v4i1.88

Ruiz Pérez, J. V., Cepeda Islas, M. L., Fernández Nava, E., & Valdés Rodríguez, A. R. (2025). Comparación del conocimiento de física entre nivel medio superior y superior. *Revista Digital Internacional de Psicología y Ciencia Social, 11*(1), e1112025668. https://doi.org/10.22402/j.rdipycs.unam.e.11.1.2025.668

Santana-Fajardo, J. L. (2018). Ganancia en el aprendizaje del concepto de fuerza y cambio en las actitudes hacia la física en estudiantes de la Escuela Preparatoria de Tonalá. *CienciaUAT, 13*(1), 65-80. https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i1.974

Secretaría de Educación Pública. (2025, 15 de agosto). Acuerdo número 21/08/25 por el que se establece y regula el Marco Curricular Común de la Educación Media Superior. *Diario Oficial de la Federación*.

Wheatley, C., Wells, J., Pritchard, D. E., & Stewart, J. (2022). Comparing conceptual understanding across institutions with module analysis. *Physical Review Physics Education Research, 18*(2), 020132. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020132