

DOI: 10.22402/j.rdipycs.unam.e.11.1.2025.668
Artículo Empírico

e1112025668

Comparación del conocimiento de física entre nivel medio superior y superior.

José Vladimir Ruiz Pérez¹, María Luisa Cepeda Islas², Eduardo Fernández Nava³ y Alexis Raziel Valdés Rodríguez⁴

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Escuela Nacional Preparatoria

RESUMEN:

La alfabetización científica se refiere al desarrollo de habilidades y competencias necesarias para conceptualizar los fenómenos naturales. Estos conocimientos ayudan a enfrentarse de manera efectiva a problemáticas cotidianas y pueden ser modificados por medio de la educación. No obstante, se ha encontrado que aunque se implementaron reformas educativas en el país, no existe un desempeño adecuado en el área de ciencias. Específicamente, en la materia de física se reporta que los estudiantes de recién ingreso a la educación media superior tienen problemas en pruebas conceptuales, pero no en resolución de problemas. Pese a ello, existe poca evidencia en niveles educativos inferiores, a pesar de que estos conocimientos se enseñan desde el nivel básico. Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar la relación entre el puntaje obtenido en el Inventory Conceptual de Fuerza (ICF) y el nivel académico. Para ello, participaron 134 estudiantes de nivel medio superior y superior, quienes respondieron dicho inventario. Para el análisis de resultados se aplicaron pruebas no paramétricas dadas las características de la distribución muestral. Se encontró que los estudiantes obtuvieron un promedio de aciertos del 20%; por lo tanto, su nivel de conocimientos fue bajo independientemente del nivel académico. Asimismo, se encontraron correlaciones moderadas entre los puntajes de varias dimensiones del instrumento. Se discuten las implicaciones a nivel educativo en cuanto a la poca eficiencia entre niveles académicos y a nivel teórico en cuanto al modelo del cambio conductual.

Palabras clave: física; preconceptos; mecánica; Inventory Conceptual de Fuerza; bachillerato.

Comparison of physics knowledge between upper secondary and higher education levels

ABSTRACT:

Scientific literacy refers to the development of skills and competencies needed to conceptualize natural phenomena. This knowledge helps to deal effectively with everyday problems and can be modified through education. However, it has been found that although educational reforms were implemented in the country, there is not an adequate performance in the area of science. Specifically, in the subject of physics, it has been found that students recently entering high school have problems in conceptual tests, but not in problem solving. Despite this, there is little evidence at lower educational levels, despite the fact that this knowledge is taught from the basic level. Therefore, the objective of the present study was to determine the relationship between the score obtained in the Force Concept Inventory and the academic level. For this purpose, 134 high school and college students participated and answered the inventory. For the analysis of the results, non-parametric tests were applied given the characteristics of the sample distribution. It was found that students obtained an average of 20% correct answers, therefore, their level of knowledge was low regardless of their academic level, and moderate correlations were found between the scores of several dimensions of the instrument. Implications are discussed at the educational level in terms of the low efficiency between academic levels and at the theoretical level in terms of the behavioral change model.

Keywords: physics; preconceptions; mechanics; Force Concept Inventory; highschool.

Recibido: 15/02/25 | Aceptado: 30/05/25 | Publicado: Enero-Junio 2025

¹ Doctorante en Psicología Educativa y del Desarrollo por la Universidad Nacional Autónoma de México, vlad.ruiz128@gmail.com

² mcepedaislas@gmail.com

³ eduard.mr91@gmail.com

⁴ alexis.valdes@enp.unam.mx

Introducción

Aunque la ciencia ha ayudado al avance y desarrollo de la humanidad, no siempre las personas entienden cómo funcionan los fenómenos naturales implicados en su cotidianidad. A la capacidad de aplicar funcionalmente los conocimientos científicos para comprender el mundo natural y tomar decisiones se le conoce como alfabetismo científico, el cual se desarrolla por medio de estrategias pedagógicas adecuadas (Fives et al., 2014). En cuanto a la estrategia de enseñanza de la ciencia que se emplea en México, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 2014) señala que se basa principalmente en la retención de información por medio de la memoria. Sin embargo, dicha organización considera que este método no promueve el desarrollo de capacidades que permitan el entendimiento de los contenidos disciplinares.

El campo que estudia las estrategias de enseñanza del contenido científico es la enseñanza de la ciencia. Se ha reportado que aquellas estrategias exitosas están enfocadas en el cambio de las concepciones de los estudiantes (Jin-Weng et al., 2016) entendiéndose a éstas como la modificación de la interpretación de una fenomenología cotidiana de los sujetos. El modelo que lo estudia se le conoce como cambio conceptual (Flores, 2016), y aborda tanto al proceso de modificación de los conceptos, como al resultado producto de alguna intervención (Raynaudo y Peralta, 2017).

No obstante, en México, la enseñanza se caracteriza por centrarse en el docente y orientarse en la transmisión directa de contenidos al estudiantado por medio de la exposición (Vera et al., 2022). Asimismo, este enfoque evalúa el aprendizaje en un momento distinto a la enseñanza, no identifica actos competentes sino

de reconocimiento y repetición, asume que el aprendizaje de los alumnos es uniforme y equivalente, y su avance está regulado por los tiempos administrativos (Ribes, 2004). Todo ello dificulta que los estudiantes puedan modificar los conceptos con los cuales entienden una diversidad de fenómenos naturales, en consecuencia, apelar solo a la enseñanza de la ciencia por medio de la memoria y la repetición genera un bajo grado de alfabetización científica. Por ejemplo, Méndez (2020) argumenta la necesidad de reformular la manera en cómo se enseña la física, dado que tiene poca relación con el entendimiento del mundo exterior, por lo tanto, el estudiante finge entender el tema o solo se enfoca en la calificación sin importar la comprensión.

Respecto al cambio conceptual en la enseñanza de la física, McDermott y Redish (1999) encontraron que los estudiantes tienen problemas con las preguntas conceptuales a pesar de que su desempeño es adecuado en pruebas de resolución de problemas. Estos autores consideran que el problema con la enseñanza de dicha disciplina es la dificultad que los estudiantes tienen para entenderla, ya que se prioriza la resolución de problemas en lugar de ayudar a la construcción y asimilación de los fenómenos en los modelos mentales, por medio de métodos de comprobación y evaluación. Esta situación tiene repercusiones a lo largo de toda la formación del estudiantado, ya que limita el desarrollo de un pensamiento científico sólido, dificulta la aplicación de los conceptos en contextos nuevos y obstaculiza la integración de conocimientos avanzados en etapas posteriores de la carrera (Hake, 1998).

El cambio conceptual ha sido promovido por medio de la participación de los estudiantes a través de un aprendizaje orientado a proyectos. Para evaluar su eficacia se le suele comparar con métodos tradicionales basados en la lectura. Von Korff et al. (2016) realizaron un metaanálisis comparando los resultados obtenidos en pruebas de opción múltiple estandarizadas de

investigaciones que utilizan métodos interactivos en contraste con los basados en lectura tradicional. Los autores concluyeron que los cursos que se imparten con métodos de participación interactiva tienen mayores puntajes en pruebas que evalúan los conceptos de fuerza, no obstante, recalcan que existe variabilidad en ambos métodos, por lo que sugieren que existen otros factores que afectan en los puntajes obtenidos.

Aunque el cambio conceptual es el modelo dominante en el área de enseñanza de la ciencia, Jin-Weng et al. (2016) identifican las limitaciones dentro del modelo, en las que destacan que: a) No hay consenso en qué es el cambio conceptual ni en qué cambia, y b) No se profundiza el papel de los factores que influyen en el entendimiento de conceptos científicos de los estudiantes. Entre estos distinguen aquellos que son características personales (grado, género, conocimiento previo, motivación y contexto social), y aquellos productos de la intervención implementada.

Una propuesta para evaluar ambos factores es el Inventory Conceptual de Fuerza [ICF] (Hestenes, et al., 1992) como una herramienta útil para identificar y clasificar los conceptos de los estudiantes sobre mecánica. El inventario consta de 30 preguntas de opción múltiple que se dividen en 6 dimensiones: a) cinemática, b) primera ley de Newton, c) segunda ley de Newton, d) tercera ley de Newton, e) principio de superposición, y f) tipos de fuerza. Para Hestenes y Halloun, (1995) un nivel mínimo de conocimientos y de comprensión de la mecánica se sitúa por encima del 60% de respuestas correctas (18 aciertos). Asimismo, el ICF también puede ser utilizado para medir el grado de coherencia conceptual de los estudiantes, la cual hace referencia a la capacidad que tienen los estudiantes de relacionar conceptos y distinguirlos entre ellos (Savinainen y Viiri, 2008).

Dicho cuestionario ha sido aplicado para evaluar los conocimientos previos en estudiantes

de diversas universidades hispanoamericanas (Artamonova, et al., 2017), reportando un promedio de respuestas correctas en un rango de 26% a 36.6% (7 a 11 respuestas) en alumnos que optan por carreras de ingenierías y ciencias. Asimismo, al evaluar las concepciones erróneas, se ha reportado que son consistentes independientemente del país de procedencia, los antecedentes escolares y el nivel académico, tanto en el puntaje obtenido como en el tipo de preconcepto (Badruldin y Alias, 2022; Bani-Salameh, 2016; Martín-Blas et al., 2010; Vargas, 2016).

El ICF también permite detectar la eficacia de diferentes estrategias pedagógicas y aplicarse en investigaciones entre grupos como intra sujetos (Budini et al., 2019; Covián y Célemin, 2008). Por lo que puede usarse para evaluar la eficiencia de la enseñanza de la materia de física comparando diferentes niveles académicos, ya que se esperaría que en la transición entre uno y otro hubiera mejoras en la alfabetización científica, aunque en la realidad se reporta que hay pocas diferencias entre educación básica, media superior y superior. Ejemplo de esto son los resultados de la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT) realizada en el 2017, la cual revela una falta de conocimiento sobre teorías bien establecidas en diversas disciplinas científicas en una muestra de 36,068,616 personas mayores de 18 años.

Otro ejemplo son los resultados del Programme for International Student Assessment (PISA por sus siglas en inglés), que analiza el desempeño de adolescentes de 15 años en lectura, matemáticas y ciencias. En México, los resultados de 2018 revelaron que en el área de ciencias la mayoría de los alumnos se ubicó en el nivel dos (de cinco niveles) por lo que solo pueden dar explicaciones a situaciones comunes y tomar decisiones basadas en conocimientos científicos (OCDE, 2018). Como se explicaba anteriormente, estos resultados describen un bajo grado de alfabetización científica, pese a que este

tipo de contenido disciplinar se enseña desde la educación básica (Secretaría de Educación Pública [SEP], s.f.).

Dichos resultados son persistentes a pesar de que en 2015 se implementó una Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) en la cual el marco curricular se basó en competencias, las cuales se dividen en: a) genéricas, b) disciplinares básicas, c) disciplinares extendidas, y d) propedéuticas. Enfocándonos en las competencias disciplinares, éstas hacen referencia a las habilidades y actitudes mínimamente necesarias para cada campo disciplinar, entre los que se distinguen las matemáticas, ciencias experimentales, ciencias sociales y, comunicación. Aunque dicha reforma ha aumentado la cobertura y la eficiencia terminal en la educación media superior (Gobierno de México, 2015), no ha tenido efectos considerables en cuanto a las competencias disciplinares como muestran los resultados de la prueba PISA.

En ese sentido, se podría suponer que las concepciones alternativas persisten incluso en niveles avanzados, sobre esto, Bao y Redish (2006) advierten que el mero progreso académico no garantiza un cambio conceptual. Por lo que el objetivo del presente estudio es determinar la relación entre el puntaje obtenido en el Inventario Conceptual de Fuerza y el nivel académico.

Método

Participantes

Participaron 134 estudiantes seleccionados a través de muestreo por conveniencia: 66 estudiantes de psicología de una universidad pública mexicana y 68 estudiantes de bachillerato público mexicano. Ambos grupos cursaban el primer año; en el caso del bachillerato, los temas evaluados formaban parte del plan de estudio.

Instrumentos

Inventario Conceptual de Fuerza (ICF): consiste en un cuestionario de 30 preguntas con cinco opciones de respuesta, que evalúa los conocimientos sobre conceptos de mecánica.

Diseño

El estudio es de corte cuantitativo, con alcance correlacional (Hernández y Mendoza, 2018), dado que se busca determinar la asociación que existe entre el nivel académico y el puntaje obtenido en el ICF.

Procedimiento

Se contactó a un profesor y se pidió permiso para aplicar el cuestionario con sus grupos. Una vez obtenida la autorización, se ingresó al salón y se les explicó verbalmente a los estudiantes el objetivo del estudio, asegurando que su participación era voluntaria y podrían retirarse en cualquier momento sin consecuencias. Asimismo, se aclaró que su información sería confidencial y los resultados serían tratados con anonimato; por lo tanto, que el puntaje que obtuvieran no tendría alguna consecuencia o repercusión académica. Todos los procedimientos se llevaron a cabo conforme a los principios éticos del consentimiento informado. Posteriormente se les proporcionó un enlace de Google Forms con las preguntas del ICF, a cada uno de los participantes y se les facilitó la siguiente instrucción.

El siguiente cuestionario es de opción múltiple y está diseñado para evaluar la forma en cómo ustedes explican diferentes fenómenos cotidianos, respondan, cómo creen que sucedería cada uno de los escenarios descritos en él. Debido a eso la respuesta es de manera individual, no en equipo.”

Una vez recabados los datos se analizaron los puntajes con el programa SPSS versión 26.0. Primero se realizó un análisis sin distinción entre el nivel académico de las medidas de tendencia central y variabilidad para determinar la distribución de la muestra. A continuación, se realizó una prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes debido a que no se encontró una distribución normal. Asimismo, se

realizó una matriz de correlación entre los puntajes obtenidos en las diferentes dimensiones que evalúa el ICF y se aplicó el estadístico U de Mann-Whitney para comparar los puntajes por dimensiones a partir del nivel académico.

Mediciones

Las variables consideradas fueron el nivel académico, tratado como variable categorial, y el puntaje obtenido en el ICF, tanto de manera global como en cada una de sus dimensiones.

Análisis estadísticos

Una vez recabados los datos se analizaron los puntajes con el programa SPSS versión 26.0. Primero se realizó un análisis sin distinción entre el nivel académico de las medidas de tendencia central y variabilidad para determinar la distribución de la muestra. A continuación, se realizó una prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes debido a que no se encontró una distribución normal. Asimismo, se realizó una matriz de correlación.

Resultados

Se reportó una $\bar{X} = 6$, $Me = 6$, $Mo = 5$ y $D.E. = 2.4$ en un total de 30 incisos. La distribución de la población es simétrica y leptocúrtica, por lo que no tiene una distribución normal (Figura 1). Los datos tienden hacia los valores más bajos de la escala con poca variabilidad entre cuatro y nueve puntos. (ver Figura 1).

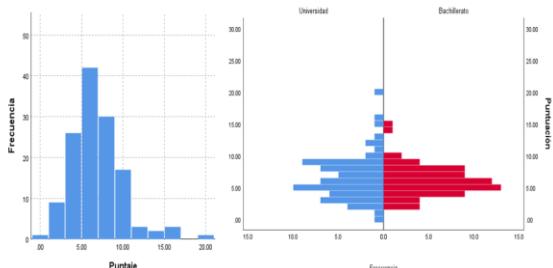


Figura 1. Distribución de los puntajes obtenidos en el Inventario Conceptual de Fuerza de manera general (izquierda), y por nivel académico (derecha).

Debido a que la distribución fue leptocúrtica, para la comparación se realizó un

análisis no paramétrico (U de Mann-Whitney) para comparar las tres categorías de segmentación de la muestra. El estadístico arrojó que no hubo diferencias significativas entre los grupos ($U=2388.5$, $p > .05$, $\alpha=.517$), no obstante, existe mayor variabilidad con tendencia a puntajes altos en la universidad pública (Ver Figura 2).

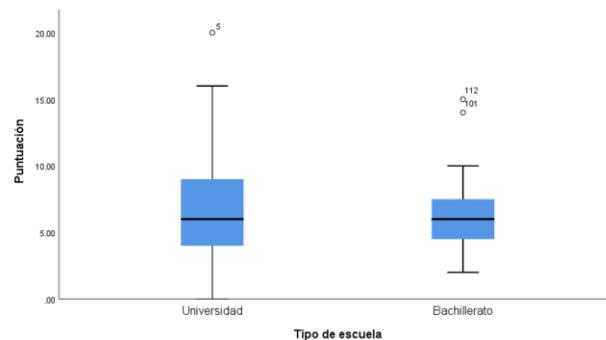


Figura 2. Comparación en la media y distribución de los puntajes del ICF por grupo

Otro análisis que se realizó fue una correlación entre los puntajes obtenidos para cada una de las dimensiones que componen el ICF, para ello se calculó el coeficiente r de Pearson (Tabla 1). Se encontraron correlaciones positivas significativas entre la mayoría de las dimensiones excepto en la dimensión de cinemática; sobre la fuerza de las correlaciones se encontraron principalmente débiles (.20 a .39) con algunas moderadas (.40 a .59) y una fuerte (.60 a .79).

En particular por cada dimensión, la segunda ley de Newton y tipos de fuerza tuvieron correlaciones positivas con todas las demás dimensiones. En cambio, la primera y la tercera ley de Newton, así como el principio de superposición, no presentaron correlación con la dimensión de cinemática.

Posteriormente, se compararon los puntajes obtenidos para cada una de las dimensiones, debido a la distribución de la muestra se aplicó el estadístico U de Mann-Whitney, encontrándose diferencias significativas solo en la primera ley de Newton,

con mayores puntajes para los alumnos de bachillerato; y la tercera ley de Newton con puntajes mayores para los universitarios (Ver Tabla 1) (Ver Figura 3).

Variable	1	2	3	4	5	6
1. Cinemática	—					
2. Primera ley de Newton	.10	—				
3. Segunda ley de Newton	.448**	.229**	—			
4. Tercera ley de Newton	.147	.280**	.183*	—		
5. Principio de superposición	.135	.552*	.220*	.249**	—	
6. Tipos de fuerza	.302**	.461**	.347*	.354**	.689**	—

Tabla 1. Correlaciones de las dimensiones del ICF

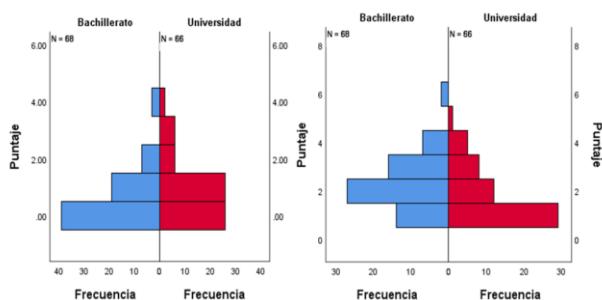


Figura 3. Comparación de puntajes en la dimensión 1º ley de Newton por grado académico (izquierda) y tercera ley de Newton (derecha).

Discusión

El objetivo del presente estudio fue determinar la relación entre el puntaje obtenido en el Inventario Conceptual de Fuerza y el nivel académico de los participantes. Como resultados generales, se encontró un promedio de 20% de respuestas correctas tanto de manera global como por el nivel académico. Dicha puntuación está por debajo del nivel de conocimientos y comprensión adecuada según Hestenes y Halloun (1995), que corresponde a un 60%. No obstante, dichos resultados son congruentes con los obtenidos en los estudios de Artamonova, et al., (2017) y Budini et al. (2019), los cuales se realizaron con población de recién ingreso en ingenierías y disciplinas científicas.

Otra forma de evaluación del ICF es por medio de la cantidad de aciertos que se obtiene

para cada una de las dimensiones, y a partir de ellas se determina la coherencia conceptual de los estudiantes. Savinainen y Viiri (2008) en su estudio reportan que los estudiantes obtuvieron una coherencia baja en cinemática y la segunda ley de Newton, los autores argumentan que los resultados son esperados dado que son dos dimensiones; que están relacionadas debido al concepto de aceleración, dicha afirmación es congruente con la correlación positiva moderada obtenida entre dichas dimensiones, aunque el concepto de aceleración no es el único que influye en dichas dimensiones lo cual puede explicar la fuerza de esa relación.

Savinainen y Viiri (2008) no profundizan en las relaciones que se pueden obtener entre las otras dimensiones, pero la lógica que utilizaron para identificar el concepto clave puede servir para establecerlas. En ese sentido se encontró una correlación fuerte entre el tipo de fuerza y el principio de superposición, una explicación puede ser que en la realidad un objeto experimenta en un mismo momento diferentes tipos de fuerza actuando en un mismo momento.

Asimismo, se encontraron correlaciones moderadas entre la segunda ley de Newton con los tipos de fuerza y con el principio de superposición. El concepto clave es fuerza, dado que la segunda ley de Newton expone las variables involucradas en la fuerza que actúa sobre un objeto (masa y aceleración), la dimensión tipo de fuerza describe las diferentes maneras en cómo se experimenta dicha variable (gravedad, fricción, empuje, etc.), mientras que el principio de superposición determina que la fuerza total que experimenta un objeto es producto de la suma vectorial de todas las fuerzas.

En ese sentido, a pesar de que se ha encontrado que el cambio conceptual es un modelo efectivo en el aprendizaje en la ciencias tanto de manera general (Henderson et al., 2011), así como específicamente en la ciencia (Von Korff et al., 2016), en ambos metaanálisis se reconoce que los resultados no son homogéneos

y pueden deberse a factores externos, uno de ellos puede ser que los conceptos y dimensiones se enseñen de manera aislada y desconectada de la realidad (Méndez, 2020) y dando prioridad a la resolución de problemas (McDermott y Redish, 1999) en vez enseñar la relación y diferenciación que existe entre ellos. Esto podría explicar los puntajes bajos en la prueba PISA y cuyas competencias son representativas con el nivel dos, lo cual cobra mayor interés considerando que la disciplina de física se enseña desde la educación básica (Secretaría de Educación Pública [SEP], s.f.) y con la aplicación de la Reforma Integral de la Educación Media Superior basada en competencias.

Es importante considerar que, aunque el ICF constituye un instrumento adecuado para identificar la comprensión de la mecánica en los estudiantes, ya que sus resultados han sido validados mediante comparaciones con entrevistas individuales, el puntaje obtenido no necesariamente predice un buen desempeño frente a situaciones nuevas, particularmente en lo referente a la tercera ley de Newton (Savinainen y Viiri, 2008).

Una cuestión por considerar es que, aunque el ICF resulta una forma adecuada de identificar la compresión sobre mecánica en estudiantes dado que se compararon los resultados con respuestas de estudiantes a una serie de entrevistas, el solo puntaje del instrumento no predice un buen desempeño en situaciones novedosas, en específico en la tercera ley de Newton (Savinainen y Viiri, 2008).

Referencias

- Artamónova, I., Mosquera-Mosquera, J. C., & Mosquera-Artamónov, J. D. (2017). Aplicación de force concept inventory en América Latina para la evaluación de la comprensión de los conceptos básicos de mecánica a nivel universitario. *Revista Educación en Ingeniería*, 12(23), 56-63.
- Badruldin, N. A., & Alias, S. N. (2022). Level of Conceptual Understanding Among Secondary Students on Topic of Forces and Motion Using Half-Length Force Concept Inventory (HFCI). *Journal of Social Sciences and Humanities*, 1(2), 12-20.
<https://doi.org/10.53797/iccmjssh.v1i2.2.2022>
- Bani-Salameh, H. (2016). Using the method of dominant incorrect answers with the FCI test to diagnose misconceptions held by first year college students. *Physics education*, 52(1), 1-8.
<https://doi.org/10.1088/1361-6552/52/1/015006>
- Bao, L., & Redish, E. F. (2006). Model analysis: Representing and assessing the dynamics of student learning. *Physical Review Physics Education Research*, 2(1), 010103.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.010103>
- Budini, N., Marino, L., Giuliano, M., Carreri, R., Cámaras, C., & Giorgi, S. (2019). Uso del inventario sobre el concepto de fuerza como herramienta para monitorear el cursado de Física I. *Revista De Enseñanza De La Física*, 31, 107-114.
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26535/28253>
- Covián, E., & Celemin, M. (2008). Diez años de evaluación de la enseñanza-aprendizaje de la mecánica de Newton en escuelas de ingeniería españolas: Rendimiento académico y presencia de preconceptos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 26(1), 23-42.
- ENPECYT. (2017). Conocimiento sobre temas de cultura científica. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información.
<https://www.inegi.org.mx/programas/enpecyt/2017/#Tabulados>
- Jin-Weng., Yen, M. H., Liang, J., Chiu, M. H., & Guo, C. J. (2016). Examining the factors that influence students' science learning processes and their learning outcomes: 30 years of conceptual change research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(9), 2617-2646.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.000600a>
- Fives, H., Huebner, W., Birnbaum, A., & Nicolich, M. (2014). Developing a measure of scientific literacy for middle school students. *Science Education*, 98(4), 549-580.
<https://doi.org/10.1002/sce.21115>
- Flores, F. (2016). El cambio conceptual: Ensayo sobre su desarrollo y transformación. En C. Carpio y G. Morales (Ed.) *Enseñanza de la ciencia. Reflexiones y propuestas*. UNAM.
- Gobierno de México. (2015). Acuerdo 486 competencias extendidas.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/758/Acuerdo_442_Por_el_que_se_establece_el_Sistema_Nacional_de_Bachillerato.pdf
- 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*, 1998, 66 (1), 64-74.
<http://dx.doi.org/10.1119/1.18809>
- Henderson, C., Beach, A., & Finkelstein, N. (2011). Facilitating change in undergraduate STEM instructional practices: An analytic review of the literature. *Journal of research in science teaching*, 48(8), 952-984.
<https://doi.org/10.1002/tea.20439>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.
- Hestenes, D., & Halloun, I. (1995). Interpreting the force concept inventory. *The Physics Teacher*, 33(8), 504-506.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The physics Teacher*, 30(3), 141-158.
<https://doi.org/10.1119/1.2343497>
- Martín-Blas, T., Seidel, L. & Serrano-Fernández, A. (2010). Enhancing Force Concept Inventory diagnostics to identify dominant misconceptions in first-year engineering physics, *European Journal of Engineering Education*, 35(6), 597-606.

- <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2010.497552>
- McDermott, L. C., & Redish, E. F. (1999). Resource letter: PER-1: Physics education research. American journal of physics, 67(9), 755-767. <https://doi.org/10.1119/1.19122>
- Méndez, T. (2020). Diseño e implementación de una estrategia didáctica, basada en el aprendizaje significativo, para la enseñanza de la ley de Faraday en el nivel medio superior. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ptd2020/noviembre/0805591/Index.html>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2014). Revisiones de la OCDE sobre la evaluación en educación en México. <https://vocesnormalistas.org/2014/09/01/revisiones-de-la-ocde-sobre-la-evaluacion-mexicoautor/>
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (2018). Resultados clave en la evaluación de México. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf
- Raynaudo, G., & Peralta, O. (2017). Cambio conceptual: una mirada desde las teorías de Piaget y Vygotsky. Liberabit, 23(1), 110-122. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1729-48272017000100011&script=sci_arttext&tlang=en
- Ribes, E. (2004). Psicología, educación y análisis de la conducta. S. Castañeda (Editora), Educación, Aprendizaje y Cognición. Teoría en la práctica. México: Editorial el Manual Moderno, 15-26.
- Savinainen, A., & Viiri, J. (2008). The Force Concept Inventory as a Measure of Students Conceptual Coherence. International Journal of Science and Mathematics Education, 6, 719–740. <https://doi.org/10.1007/s10763-007-9103-x>
- Secretaría de Educación Pública (s/f). Plan de estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria 2022. <https://www.sep.gob.mx/marcocurricular/#>
- Vargas, C. F. (2016). Preconceptos de cinemática y fuerza en estudiantes que inician sus estudios de ingeniería. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 15(1), 43-52. http://reec.educacioneditora.net/volumenes/volumen15/REEC_15_1_3_ex891.pdf
- Vera, F., Morales, M., & Villanueva-Mascort, G. (2022). Aprendizaje activo versus enseñanza tradicional: Estudio de caso con estudiantes de grado de un Tecnológico mexicano. Transformar, 3(3), 4–15. [https://www.revistatransformar.cl/index.php/transformar/article/view/62Von_Korff_J.,Archibeque_B.,Gomez_K.A.,Heckendorf_T.,McKagan_S.B.,Sayre_E.C.,Schenk_E.W.,Shepherd_C.,&Sorell_L.\(2016\).Secondaryanalysisofteachingmethodsinintroductoryphysics:A50k-studentstudy.AmericanJournalofPhysics,84\(12\),969-974.https://doi.org/10.1119/1.4964354](https://www.revistatransformar.cl/index.php/transformar/article/view/62Von_Korff_J.,Archibeque_B.,Gomez_K.A.,Heckendorf_T.,McKagan_S.B.,Sayre_E.C.,Schenk_E.W.,Shepherd_C.,&Sorell_L.(2016).Secondaryanalysisofteachingmethodsinintroductoryphysics:A50k-studentstudy.AmericanJournalofPhysics,84(12),969-974.https://doi.org/10.1119/1.4964354)

Autoría y Derechos de Propiedad Intelectual



José Vladimir Ruiz Pérez

Licenciado en Psicología por la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y candidato a Doctor en Psicología Educativa y del Desarrollo por la misma institución. Cuenta con seis años de experiencia en la docencia universitaria, impartiendo asignaturas relacionadas con análisis experimental de la conducta, psicología educativa y del desarrollo y bases biológicas de la conducta. Ha participado como ponente en diversos congresos nacionales e internacionales, presentando trabajos sobre cooperación y aprendizaje de las ciencias. Es coautor de artículos científicos y capítulos de libro enfocados en temas de aprendizaje de las ciencias, paráfrasis, competencias lingüísticas y preconceptos en la educación científica.



María Luisa Cepeda Islas

Licenciada en Psicología y Maestra en Modificación Conductual por la FES Iztacala, UNAM, y Doctora en Educación por la Universidad Anáhuac-Complutense. Profesora con 36 años de trayectoria en la UNAM, imparte docencia a nivel licenciatura y posgrado, además de fungir como tutora en la MADEMS y en la Residencia de Gestión Organizacional. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel I) e integrante del Grupo de Investigación en Aprendizaje Humano desde 1987. Ha publicado más de 40 artículos y coordinado diversos libros y proyectos financiados por PAPIIT, PAPIME y CONACyT. Actualmente miembro del Comité académico auxiliar de Investigación y Posgrado.

Agradecimientos al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías por la beca otorgada al primer autor, número de CVU: 1083946.



Copyright: © 2025 Ruiz Pérez, J.V.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacio-nal](#), por lo que su contenido gráfico y escrito se puede compartir, copiar y redistribuir total o parcialmente sin necesidad de permiso expreso de su autor con la única condición de que no se puede usar con fines directamente comerciales y los términos legales de cualquier trabajo derivado deben ser los mismos que se expresan en la presente declaración. La única condición es que se cite la fuente con referencia a la [Revista Digital Internacional de Psicología y Ciencia Social](#) y a su autor.