DIDÁCTICA TRANSDISCIPLINAR PARA A LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA RURAL.

Elkin Alirio Llanos Valencia
C.C.No 15388514
Código estudiantil: 2021140029818
Correo institucional: elkin.llanos@unisimon.edu.co

Trabajo de Investigación o Tesis Doctoral como requisito para optar el título de Doctor en Ciencias de la Educación

Tutor:
Juan Miguel González Velasco PhD

RESUMEN

Antecedentes: La problemática de estudio se centró en las falencias de la comprensión de conceptos físicos a causa de una visión fragmentada de la ciencia, dificultades en la interpretación de la información disponible, la confusión entre los conceptos, para el caso en concreto de la cinemática, velocidad y aceleración (Escobar y Romero, 2022) y dificultades asociadas a las representaciones gráficas de situaciones de movimiento (Zavala et al.,2019), además los diferentes enfoques de enseñanza que se presentan en el contexto rural dado el perfil del maestro de este modelo educativo (DANE, 2022) lo que dificultan el logro del aprendizaje significativo de la física, lo que lleva bajos resultados en pruebas externas(ICFES, 2018).

Objetivos: La investigación se orientó a construir una propuesta didáctica transdisciplinar para enseñanza de la física basada en la interpretación de gráficas tomando como referente la cinemática, para ello como objetivos específicos se planteó el analizar las estrategias de enseñanza de la cinemática usadas por los

maestros que enseñan física en las escuelas secundarias rurales del municipio de La Unión, departamento de Antioquia para luego en conjunto diseñar y realizar un proceso de autoevaluación en conjunto.

Materiales y Métodos: Ante la emergencia suscitada por la problemática de investigación que escapa a la mirada positivista aparecen elementos que emergen y religan, unen y conectan los saberes con su significado, aplicación y pertinencia: la incertidumbre, el caos, la no linealidad, hologramático, auto-eco-organización, entretejido, emergente, tercero incluido fundamentan una educación compleja y transdisciplinar (González V., 2017).
En esta línea, la investigación se fundamentó bajo el paradigma emergente de la complejidad mediado por la investigación acción educativa buscando recopilar y analizar los propios juicios del investigador al igual que sus reacciones e impresiones en torno a lo que ocurre (Kemmis y McTaggart, 1988), en tres ciclos denominados: develando concepciones, construyendo conocimiento y valorar y proponer.
Se empleo la entrevista, el grupo dialógico y la observación participante. Se fundamentó en la teoría de la transdisciplinariedad y la complejidad, tomando como referentes (Morín, 2007a), (Nicolescu, 1996), (González, 2020) como categorías de estudio las estrategias en la enseñanza de la física, representaciones gráficas como religación y la didáctica transdisciplinar (Suárez, 2018), Zavala et al. (2019), Orero (2021), (Caiza et al., 2021), y Escobar y Romero (2022).
La información fue recolectada con la participación de los maestros rurales que enseñan física del municipio de La Unión Antioquia, pertenecientes al sector oficial y el ámbito rural y se analizó con el software ATLAS.ti V9, para profundizar en elementos religantes que conformen el modelo didáctico transdisciplinar, empleando como instrumentos de recolección de información la entrevista, grupo de discusión, revisión de documental y observación.

Resultados: Se estableció la interpretación de gráficas como elemento religante entre las matemáticas, física y áreas STEM Science, Technology, Engineering and Mathematics (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas).
Los maestros reconocen la importancia de relacionar conceptos y crear conexiones entre la teoría, la práctica y el contexto para una mejor comprensión del fenómeno, aunque los maestros reconocen en esto a través del concepto de transversalidad, es notorio que existen indicios de un pensamiento complejo y transdisciplinar.
De la investigación emergió la necesidad de un cambio hacia una visión compleja y transdisciplinar, liderado por los maestros de los colegios rurales. Además,
se hace evidente la necesidad de articular la escuela y el contexto para asegurar la mejor calidad en los aprendizajes, motivación en los estudiantes y permanencia en el sistema educativo, reconocer los saberes de los estudiantes, y la experiencia que el maestro ha desarrollado en el entorno rural, saberes que se transmiten entre colegas pero que desafortunadamente no se sistematizan.

Conclusiones: El encuentro con los maestros fomentó la visión transdisciplinar de los actores, la transformación de su práctica pedagógica y enriquecer la didáctica empleada a través de la realización de búsqueda de saberes y experiencias significativas en la enseñanza de la física.

El pensamiento STEM que no es una mezcla interdisciplinaria entre ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, sino como una manera de abordar el problema y/o pregunta en clase desde una mirada holística.

La educación rural no debe abandonar la posibilidad de resignificarse, deconstruirse, humanizarse y para ir búsqueda de un mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.

Una mirada compleja y transdisciplinar abren una nueva vía para la formación Integral de los estudiantes, específicamente la población rural de la Unión.

La enseñanza de las ciencias debe plantearse en forma de espiral, es decir desde el problema al concepto, la conexión con otras ciencias, la mirada holística y de nuevo al problema para ver su impacto en la comunicad, además pensar en la ciencia relacionada con el contexto, aspectos biológicos, físicos, sociales, culturales, la eco formación y lo planetario, a la luz de las problemáticas ambientales y sociales que viven las veredas del municipio de La Unión, en este sentido, El aula trasciende hacia otros espacios rurales de construcción de conocimiento como la huerta, el parque, la carretera o el río.

El desarrollo de un proyecto o la investigación de un tema de interés, retomando elementos de diferentes ciencias y abordado desde diferentes perspectivas hace que la escuela trascienda de hacia lo comunitario, la eco formación, lo planetario, la o incluso lo espiritual.

La enseñanza de la ciencia debería favorecer el retorno de los estudiantes a su comunidad con conocimiento calificados para ser útiles, tecnificar los cultivos y mejorar la calidad de vida de las comunidades.

La visión transdisciplinar debe hacerse evidente en las actualizaciones de los proyectos educativos institucionales, modelos pedagógicos y planes de estudios, que reúna lo fragmentado en asignaturas aisladas, se promueva pedagogías activas y dialógicas, que permitan el diálogo entre el estudiante, y el conocimiento y trascienda el aula de clase.

Palabras clave: complejidad, didáctica, estrategias, gráficas, transdisciplinariedad, religar.

ABSTRACT

Background: The study problem focused on the shortcomings of understanding physical concepts due to a fragmented vision of science, difficulties in interpreting available information, confusion between concepts, for the specific case of kinematics, speed, and acceleration (Escobar and Romero, 2022) and difficulties associated with the graphic representations of movement situations (Zavala et al., 2019), in addition the different teaching approaches that occur in the rural context given the profile of the teacher of this model Educational (Dane, 2022) which hinder the achievement of significant learning of physics, which has low results in external tests (ICFES, 2018).

Objective: The research was oriented to build a transdisciplinary didactic proposal for teaching physics based on the interpretation of graphics taking as a reference the kinematics, for this as specific objectives it was proposed to analyze the teaching strategies of kinematics used by teachers who teach physics In the rural secondary schools of the municipality of La Unión, Department of Antioquia and then designing and carrying out a joint self -assessment process.

Materials and Methods: Before the emergency raised by the research problem that escapes the positivist gaze, elements emerge and religious, union and connect knowledge with their meaning, application, and relevance: uncertainty, chaos, non-linearity, hologrammatic, auto-eco -Organization, interwoven, emerging, third included support a complex and transdisciplinary education (González V., 2017).
Along these lines, the investigation was based on the emerging paradigm of the complexity mediated by the educational action research seeking to collect and analyze the researcher's own judgments as well as their reactions and impressions around what happens (Kemmis and Mctaggart, 1988), in three cycles called: revealing conceptions, building knowledge and valuing and proposing.
The interview, the dialogic group and the participating observation was used. It was based on the theory of transdisciplinary and complexity, taking as referents (Morín, 2007a), (Nicolescu, 1996), (González, 2020) as categories of study the strategies in the teaching of physics, graphic representations such as Religion and Transdisciplinary didactics (Suárez, 2018), Zavala et al. (2019), Orero (2021), (Caiza et al., 2021), and Escobar and Romero (2022).
The information was collected with the participation of rural teachers who teach physics of the municipality of the Antioquia Union, belonging to the official sector and the rural area and was analyzed with the ATLAS.ti V9 software. Transdisciplinary, using the interview, discussion group, documentary review and observation as information collection instruments.

Results: The interpretation of graphs was established as a religious element between mathematics, physics and Stem Science, Technology, Engineering and Mathematics (science, technology, engineering, and mathematics) areas.
Teachers recognize the importance of relating concepts and creating connections between theory, practice, and context for a better understanding of the phenomenon, although teachers recognize in this through the concept of transversality, it is notorious that there are indications of a complex thought and transdisciplinary.
From the investigation the need for a change towards a complex and transdisciplinary vision emerged, led by the teachers at rural schools. Besides,
The need to articulate the school and context to ensure the best quality in learning, motivation in students and permanence in the educational system, recognize students' knowledge, and the experience that the teacher has developed in the environment is evident Rural, knowledge that is transmitted among colleagues but that unfortunately are not systematized.

Conclusions: The meeting with the teachers promoted the transdisciplinary vision of the actors, the transformation of their pedagogical practice and enriching the didactics used through the search for knowledge and meaningful experiences in the teaching of physics.
Stem thought that is not an interdisciplinary mixture between science, technology, engineering, and mathematics, but as a way of addressing the problem and/or question in class from a holistic look.
Rural education should not abandon the possibility of resigning, construct, humanize and to search for an improvement in the quality of life of the community.
A complex and transdisciplinary look open a new way for the integral training of students, specifically the rural population of La Union.
The teaching of science must be considered as a spiral, that is, from the problem to the concept, the connection with other sciences, the holistic look and again to the problem to see its impact on communication, also to think of science related to the Context, biological, physical, social, cultural aspects, echo formation and the planetary, in the light of the environmental and social problems that live the paths of the municipality of La Unión, in this sense, the classroom transcends other rural construction spaces of knowledge such as the garden, the park, the road or the river.
The development of a project or the investigation of a topic of interest, taking up elements of different sciences and addressed from different perspectives makes the school transcend towards the community, echo training, the planetary, the spiritual or even the spiritual.
The teaching of science should favor the return of students to their community with qualified knowledge to be useful, tecnify crops and improve the quality of life of communities.
The transdisciplinary vision must become evident in the updates of institutional educational projects, pedagogical models and curricula, which meets the fragmented in isolated subjects, active and dialogic pedagogies are promoted, which

allow dialogue between the student, and knowledge and transcendent the class classroom.

KeyWords: Complexity, didactics, strategies, graphics, transdisciplinary, religation.

REFERENCIAS

Adúriz, A., y Morales, L. (2002). El concepto de modelo en la enseñanza de la física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*,19(1) 76-89. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165617

Aristizábal, D. (2016). *Plataforma hardware-software para dispositivos móviles*. Escuela de física Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. https://medellin.unal.edu.co/~ludifisica/images/docs/introduccion.pd

Ayala, J. (2015). Evaluación externa y calidad de la educación en Colombia. En *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*. 217,1-45. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Beichner, R. J. (1990). The effect of simultaneous motion presentation and graph generation in a kinematics lab [El efecto de la presentación de movimiento simultánea y la generación de gráficos en un laboratorio de cinemática]. *Journal of Research in Science Teaching 27*(8), 803-815. https://doi.org/10.1002/tea.3660270809

Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs [Prueba de la interpretación de los estudiantes de gráficos cinemáticos]. *American Journal of Physics*, *62*(8), 750. https://doi.org/10.1119/1.17449

Beichner, R. J. (1996). Testing student interpretation of kinematics graphs [Prueba de la interpretación de los estudiantes de gráficos cinemáticos]. *American Journal of Physics*. https://doi.org/10.1119/1.17449

Caiza, R., Sánchez, N., Fabian, L., & Julio, G. (2021). Hydro-kinematic laboratory equipment with its Mathematical equations for the learning of Physics (MRU) Equipamento de laboratório hidro-cinemático *com suas equações matemáticas. Polo del conocimiento*, *6*(8), 62-76. https://doi.org/10.23857/pc.v6i8.2925

Campusano, K., y Díaz, C. (2017). *Manual de Estrategias didácticas: Orientaciones*. http://www.inacap.cl/web/2018/documentos/Manual-de-Estrategias.pdf

Canduelas, A., y Guadalupe, R. (2021). Construcción curricular transdisciplinar – para el Doctorado en educación de la escuela de posgrado de la Universidad “Enrique Guzmán Valle”. *Dominio de las ciencias*, *7*, 607-625. DOI: http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i1.1727

Cavieles, N. (2021). *Religación de las tic desde el paradigma emergente para la formación universitaria*. [Tesis de Doctorado Universidad Simón Bolívar] Bonga. https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/8363

Chevallard, Y. (1998). *La transposición didáctica Del saber sabio al saber enseñado*. AIQUE.

D'Ambrosio, U. (2007). Conocimiento y valores humanos. *Visión docente con-ciencia*, *35*, 6-18. http://www.ceuarkos.edu.mx/wp-content/uploads/2019/10/Ubiratanconocimientoyvalores.pdf

DANE. (2022). *Boletín Técnico Educación formal (EDUC)*. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/educacion/educacion_formal/2021/bol_EDUC_21.pdf

de Miguel, M. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias*. http://www.uvic.es/sites/default/files/Ensenanza_para_competencias.PDF

Decreto 1278 de 2002. Por el cual se expide el Estatuto de Profesionalización Docente. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86102_archivo_pdf.pdf

Elliot, J. (2000). *La investigación-acción en educación (4ª ed)*, Morata

Escobar, F., y Romero, S. (2022). El aprendizaje de gráficas cinemáticas a través del modelo ADDIE utilizando un enfoque neuro-educativo. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, *13*, e1554. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v13i0.1554

Escobar, R. y Escobar, M. (2016). El pensamiento transdisciplinar en la enseñanza de la administración una pesquisa por su estado del arte entre el año 2000 y 2015. Sinapsis (8), 1- 20. https://app.eam.edu.co/ojs/index.php/sinapis/article/view/16/162

Guérios, Ettiène (2019). Principios didácticos para una práctica matemática transdisciplinar. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática* (pp. 199-209). Costa Rica: Universidad de Costa Rica. http://funes.uniandes.edu.co/14975/

Fernández, Elórtegui, Rodríguez, y Moreno. (1997). ¿Qué Idea Se Tiene De La Ciencia Desde Los Modelos Didácticos? *Alambique* (Vol. 12, pp. 87-99). https://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/linea_investigacion/HF_Ciencia_IHF/IHF_115.pdf

Flick, U. (2008). *Introducción a la investigación cualitativa*. (2ª ed) Morata https://doi.org/10.18356/c4056413-es

Galagovsky, L., y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Ensenanza de las Ciencias*, *19*(2), 231-242. http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21735/21569

García, F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Revista bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, *207*, 1-16. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Giere, R. N. (1992). Cognitive Models of Science. En *Cognitive Models of Science: Vol. XV*. http://www.upress.umn.edu/Books/K/kellert_scientific.html

Godoy, O. (2020). *Una propuesta curricular para el concepto de movimiento que integra la pedagogía, el contenido y la tecnología*. [Tesis de Doctporado

Universidad Distrital Francisco José de Caldas] Repositório institucional. https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/25976

Góes, U. (2021). *Formação do educador-coinvestigador, desenvolvimento da coaprendizagem e práticas pedagógicas convergências entre transdisciplinaridade, aprendizagem, mapeamento cognitivo e tecnologias*. [Tesis de Doutorado Universidade Federal Do Ceará] Repositório institucional UFC. http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/63245

Gomes Da Silva, D., De Souza, M., y Kalhil, J. (2021). Habilidades esenciales para el siglo XXI a través de la educación STEM. *Latin-American Journal of Physics Education*, *15*(1). https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7918011#:~:text=El%20enfoque%20educativo%20STEM%20sirvi%C3%B3,e%20innovaci%C3%B3n%2C%20resoluci%C3%B3n%20de%20problemas.

Gómez Torres, Y. (2016). Experiencias de ingreso a la docencia en el sector oficial en Bogotá: el caso de los profesionales no licenciados (2005-2014). https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58095

González, C. (2014). Investigación fenomenográfica. *Magis*, *7*(14), 141-158. https://doi.org/10.11144/Javeriana.M7-14.INFE

González, J. (2017a). Educación emergente. Bases y prospectiva para el siglo XXI. *Educación Emergente: El Paradigma del Siglo XXI*, *April*, 9-21. http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/22649

González, J. (2017b). Educación emergente. Bases y prospectiva para el siglo XXI. *Educación Emergente: El Paradigma del Siglo XXI*, *April*, 9-21. https://www.academia.edu/32450166/Libro_Educ_Emergente?email_work_card=view-paper

González, J. (2020). *El sujeto objetivado objeto subjetivado Transcomplejidad y aula mente social*. Prisa, Ed.; 1.ª ed.

Gurdián, A. (2007). *El Paradigma Cualitativo en la Investigación Socio-Educativa*. Investigación y DesarrolloEducativo Regional (IDER). https://web.ua.es/en/ice/documentos/recursos/materiales/el-paradigma-cualitativo-en-la-investigacion-socio-educativa.pdf

Gúzman, I., Settati, A., y Marín, R. (2019). Transdisciplinariedad y la transversalidad. *Cultura educación y sociedad*, *10*(2), 73-84. https://doi.org/10.17981/culteduso c.10.2.2019.06

Henao, C., Muñoz, J. H., y Muñoz, O. (2021). Uso del GeoGebra, el simulador PhET y el Tracker como herramientas didácticas para enseñar cinemática a estudiantes sordos. *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*. https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/14831/9721

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. En *Metodología de la investigación*. McGrawHill https://doi.org/- ISBN 978-92-75-32913-9

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 53, Número 9). McGrawHill. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

ICFES. (2018). *Informe nacional de resultados para Colombia-PISA 2018*. https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1529295/Informe nacional de resultados PISA 2018.pdf

Ivanjek, O. (2016). Student reasoning about graphs in different contexts [Razonamiento del estudiante sobre gráficas en diferentes contextos.]. En *Physical Review Physics Education Research* (Vol. 12, Número 1, p. 010106). https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010106

Kemmis, S., y McTaggart, R. (1988). *Cómo planificar la investigacion acción*. Laertes.

Kuhm, T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones.* Fondo cultura económica.

Martínez, M. (2011). Paradigmas emergentes y ciencias de la complejidad. *Opción*. *27*(65), 45-80. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31021901003

Martins, J. (2020). *Formação continuada de professores de ciências e transdisciplinaridade: da autoformação à operacionalização de atividades e projetos*. [Tesis de Doctorado Universidade Estadual De Campinas]. http://dx.doi.org/10.1016/j.ndteint.2014.07.001%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ndteint.2017.12.003%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2017.02.024

MEN. (2001). *Manual de implementación del modelo Postprimaria Rural.* https://redes.colombiaaprende.edu.co/ntg/men/archivos/Referentes_Calidad/Modelos_Flexibles/Postprimaria/Guias%20del%20docente/Manual%20de%20implementacion.pdf

Méndez, N. (2016). Didáctica Emergente: Del Devenir De Las Tic Y Su Religación Con Las Matemáticas En La Formación Básica Secundaria. Tesis de Doctorado Universidad Simón Bolívar] Bonga. http://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/2595

Moraes, M. (2015). Didática transdisciplinar como expressão de uma fenomenologia complexa transdisciplinary [La didáctica transdisciplinar como expresión de una compleja fenomenología transdisciplinar]. *Inter Legere do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais da UFRN*, *16*, 186-213. https://periodicos.ufrn.br/interlegere/article/view/8975/6361

Moreira, M. A. (2011). Unidades De Enseñanza Potencialmente Significativas-Ueps. Aprendizagem Significativa. *eaningful Learning Review*, *1*(2), 43-63. http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf

Moreira, M. A. (2012). Organizadores Previos y Aprendizaje Significativo. *Revista Chilena de Educación Científica*, *7*(2), 23-30. https://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESesp.pdf

Moreira, M. A. (2013). Aprendizaje Significativo en mapas conceptuales. *UFRGS 24*, 1-42. https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasesp.pdf

Moreira, M. A. (2014). Enseñanza de la física: aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidad. *Revista De Enseñanza De La Física*, 26(1), 45–52. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/9515https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/9515

Morin, E. (1999). *La educación, la ciencia y la cultura. Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO. https://edgarmorinmultiversidad.org/index.php/libros-sin-costo/94-los-7-saberes-necesarios-para-la-educacion-del-futuro-de-edgar-morin.html

Morín, E. (2007a). Complejidad restringida y Complejidad generalizada o las complejidades de la Complejidad. *Utopía y Práxis Latinoamericana*, *12*(38), 107-119. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-52162007000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Morín, E. (2007b). Complejidad restringida y Complejidad generalizada o las complejidades de la Complejidad. *Utopìa y Praxis Latinoamericana*, *12*(38), 107-119. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-52162007000300009

Morín, E. (2021). *¿Qué es Transdisciplinariedad?* https://edgarmorinmultiversidad.org/index.php/que-es-transdisciplinariedad.html

Narváes, L. (2020). *Didáctica transdisciplinar de la educación ambiental en la era planetaria*. Tesis de Doctorado Universidad Simón Bolívar] Bonga. https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/6880?show=full

Nicolescu, B. (1996). *Manifiesto de la transdisciplinariedad*. M. M. R. E. Morin, Ed.; 1.ª ed.).

Orero, M. (2021). *Uso de sensores de movimiento y otros recursos para mejorar la interpretación de gráficas en cinemática*. [Tesis de doctorado, Universidad de Valencia] Roderic. https://roderic.uv.es/handle/10550/79895

Osorio, S. (2012). El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad: fenómenos emergentes de una nueva racionalidad. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Militar Nueva Granada*, *XX*(1), 269-291. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-68052012000100016&script=sci_abstract&tlng=es

Perales, F. (2010). La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista educación y pedagogía*, *10*(21), 120-143. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2565369

Piña, J. (2014). La prueba PISA del año 2013. *Perfiles Educativos*, *36*(143), 3-7. https://doi.org/10.1016/S0185-2698(14)70606-3

Pozo, J., Postigo, Y., y Gómez, M. (1995). Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. *Alambique*. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/662153/aprendizaje_pozo_alambique_1995.pdf?sequence=3

Prigogine, I. (1996). *El Fin De Las Certidumbres Prólogo ¿Una Nueva Racionalidad?*

Reslen, Á. (2021). *Creatividad y TIC: Religaje para la Transformación de la Didáctica en la Física de la Educación Media*. [Tesis de Doctorado Universidad Simón Bolívar] Bonga. https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/7911

Rivera, J., Madrigal, J., Saucedo, T., y Cabrera, E. (2014). El inicio de las representaciones gráficas en el campo de la física. *Latin American Journal of Physics Eduation*, *8*(1), 213-218.

Rivera, Y. (2021). La actividad experimental en estudios sobre sus concepciones y prácticas docentes. *Noria*. https://doi.org/10.14483/25905791.17361

Rivera-Juárez, J. Madrigal-Melchor, T. S.-Anaya. (2014). El inicio de las representaciones gráficas en el campo de la física. *Latin American Journal of Physics Eduation*, *8*(1), 213-218. http://www.lajpe.org/march14/29_LAJPE_845_Jesus_Madrigal.pdf

Rodríguez, A. (2015). Reciprocidad: tercero incluido del modelo transdisciplinario a posteriori en EA. *Tópicos Selectos de Educación Ambiental- ©ECORFAN-Veracruz*, 200-212. https://www.researchgate.net/publication/346037629_Reciprocidad_tercero_incluido_del_modelo_transdisciplinario_a_posteriori_en_EA

Ruiz, H., De, W., Zamora, L., Slisko, J., y Nieto, J. (2019). La modelación e interpretación del enfriamiento en libros de texto de matemática para secundaria y universidad: unas consideraciones críticas. *Latin American Journal of Physics Eduation 13*(3). https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7553944

Ruíz, J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, *3*, 60. http://www.redalyc.org/pdf/1341/134112600004.pd

Salfate, L. E. (2015). *Programa de Formación Docente y Asesoría al Ministerio de Educación Nacional de Colombia en torno al Método Singapur para la Enseñanza de las Matemáticas*. MEN. https://slideplayer.es/slide/10155509/

Suárez, O. (2018). *Nivel de comprensión del concepto de variable, metacognición, estilo de aprendizaje y logro académico en una secuencia didáctica de la cinemática unidimensional*. [Tesis de Doctorado Instituto Politécnico Nacional] Dspace. https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/26221

Tejeda, S., y Domínguez, A. (2015). Dificultades conceptuales en la relación de gráficas de cinemática. 4ª. Reunión Anual de la American Association of Physics Teachers – Sección México *Latin American Journal of Physics Eduation. http://www.lajpe.org/jul15/S1201_Tejeda_2015.pdf*

Tognato, C., y Sanandres, E. (2016). *Caracterización del perfil socio-demográfico, académico y profesional de los docentes del Decreto 1278 de 2002 de Bogotá* (p. 78). InvestigaciónIDEP.
https://www.researchgate.net/publication/322775575_Caracterizacion_del_perfil_socio-demografico_academico_y_profesional_de_los_docentes_del_Decreto_1278_de_2002_de_Bogota

Tricárico, H. (2007). *Didáctica de las ciencias naturales ¿cómo aprender? ¿cómo enseñar?* (2.ª ed.). Bonum.

UNESCO. (2009). Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (Vol. 3, Número 2). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244733

UNESCO. (2016). Declaración de Incheon Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para

todos. *Foro Mundial sobre la Educación 2015 en Incheon (República de Corea) del 19 al 22 de mayo de 2015*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_spa

Zamudio, G. (2008). Los tres principios de la lógica aristotélica: ¿son del mundo o del hablar? *Folios*, *27*, 24-30. http://www.scielo.org.co/pdf/folios/n27/n27a03.pdf

Zavala, G., Barniol, P., y Tejeda, S. (2019). Evaluación del entendimiento de gráficas de cinemática utilizando un test de opción múltiple en español. *Revista Mexicana de Fisica E*, *65*(2), 162-181. https://doi.org/10.31349/RevMexFisE.65.162

Zavala, G., Tejada, S., Barniol, P., y Beichner, R. (2017). Modifying the test of understanding graphs in kinematics [Modificar la prueba de comprensión de gráficas en cinemática]. *Physical Review Physics Education Research*, *13*(2), 1-16. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020111

Zavala, Genaro., Barniol, Pablo., y Tejada, Santa. (2019). Evaluación del entendimiento de ondas mecánicas utilizando un test de opción múltiple. *Revista Brasileira de Ensino de Fisica*, *41*(4), 1-9. https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0119