

INSTRUCCIÓN POR MODELACIÓN Y TI-NSPIRE, APRENDIZAJE- COMPRENSIÓN DE CONCEPTOS DE CINEMÁTICA, PERCEPCIONES DE ESTUDIANTES Y DOCENTES

MODELING INSTRUCTION AND TI-NSPIRE, LEARNING- UNDERSTANDING OF KINEMATICS CONCEPTS, PERCEPTIONS OF STUDENTS AND TEACHERS

José Alexander Rincón Cárdenas, Ángeles Domínguez Cuenca
IED Integrado (Colombia), Tecnológico de Monterrey (México)
Intrinconj@gmail.com, angeles.dominguez@itesm.mx

Resumen

El artículo presenta los resultados de investigación relacionada a la aplicación de nuevas metodologías MI (Instrucción por modelación) con evocación de MEAs (Actividades reveladoras de pensamiento) y uso de mediador tecnológico TI Nspire en el campo de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, en Física área de cinemática. Se utilizó metodología mixta con aplicación de instrumento cuantitativo a estudiantes y cualitativo a estudiantes y docentes. Se evidencia que el uso de MI con evocación de MEAs con mediador tecnológico contribuyen a enriquecer el aprendizaje en la comprensión de conceptos de cinemática en estudiantes y que percepciones tanto estudiantes y docentes son favorables a su uso, destacando que el aprendizaje de los estudiantes tuvo una mejor comprensión de los conceptos de fenómeno físico de cinemática, al relacionarlo y hacerlos con movimiento corpóreo.

Palabras clave: Instrucción por modelación, MEAs, mediador tecnológico, TI Nspire, enseñanza-aprendizaje

Abstract

The article presents the results of research related to the application of new methodology such as MI (Modeling Instruction) with the evocation of MEAs (Model-eliciting activities) and the use of technological mediator TI Nspire in the teaching-learning field of students, in Physics area of kinematics. Mixed methodology was used with application of quantitative instrument to students and qualitative to students and teachers. It is evident that the use of MI with evocation of MEAs with technological mediator use, contributes to enrich the learning in the understanding of concepts of kinematics in students and what perceptions of students and teachers are favorable to its use, highlighting the students' learning, had improvement in the understanding of the concepts of physical phenomenon of kinematics, by relating it and making them with corporeal movements.

Key words: Modeling instruction, MEAs, technological mediator, TI Nspire, teaching-learning.

■ Introducción

El proceso de enseñanza y aprendizaje, evoluciona contantemente, supliendo necesidades y retos, con la incorporación de nuevos modelos de enseñanza que fortalecen el proceso de aprendizaje, apoyado con uso de TICs (Tecnologías de la información y la comunicación), provocando cambios en el aula por parte del docente, su interacción con los estudiantes, he innovación en la enseñanza (Sánchez y Veytia, 2015), existiendo falencias en los medios y métodos de modelización de la enseñanza, que no ponen en práctica modelos por descubrimiento, trabajo colaborativo, información a nivel del estudiante, esquemas de proponer-oponer y aprendizaje construido por el hacer del estudiante. En este trabajo presenta los resultados de investigación realizada en la implementación de MI con evocación de MEAs y uso de mediador tecnológico TI Nspire, para el aprendizaje de conceptos de cinemática.

■ Marco teórico

El aprendizaje de las matemáticas busca desarrollo de capacidades para la solución de problemas no solo matemáticos, sino desarrollo de habilidades cognitivas, como capacidad para comunicarse, proceso de escritura y lectura, estímulos sensoriales, la memoria, emociones y actividades cognitivas superiores, como la atención, la síntesis, la planificación, el razonamiento, la imaginación espacial y el lenguaje, la plasticidad del cerebro, todo esto conexo a la capacidad de aprender (Valdivieso, 2016), donde el conocimiento previo, se fortalece por medio de didácticas de problemas reales y practica de nuevas metodologías, impactando el nivel cognitivo (Zúñiga y Morales, 2017), además el razonamiento relacionado a la intuición del estudiante, ayuda a agilizar el proceso de pensamiento, intuición es guía en el entendimiento de la solución al problemas y predecir resultados por ejemplo de fenómenos físicos (Espinoza, 2017), donde la predicción se relaciona a la interacción social, actividad empírica desarrollada por el hacer, el proceso de anticipación guarda relación con el intelecto y desarrollo de habilidad de análisis con un conocimiento previo (Soto y Osorio, 2014).

La instrucción por modelación (MI), es una propuestas didácticas para la enseñanza-aprendizaje, donde se recurre a la discusión y abordaje del fenómeno en una secuencia de actividades instruccionales, ayudando al estudiante a involucrarse con el problema y a entenderlo desde sus bases conceptuales (De Souza y Matos, 2017), asimismo los modelos matemáticos dan explicación científica de los fenómenos, apoyándose en competencias de lectura, interpretación, formulación y resolución de situaciones problemáticas, ayudando a superar la creencia que el aprendizaje de las matemáticas es algo abstracto y difícil para los estudiantes (Flores, Gómez y Chávez, 2015), además el desempeño de los estudiantes es importante en los modelos educativos, siendo necesario implementar estrategias, métodos, didácticas y pedagogías que aumente dicho desempeño (Latif, 2016), es donde el modelamiento fortalece el aprendizaje de conceptos matemáticos, motivando a los estudiantes para comprender y captar los conceptos (Park, J., Park, M., Park, S., Cho, y Lee, 2013), para desarrollar competencias de STEM (Ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas) por sus siglas en inglés, con énfasis en la construcción y aplicación de modelos conceptuales sobre los fenómenos que se quieren aprender (Barlow, Frick, Barker y Phelps, 2014).

La metodología de modelo y modelización es recomendada como unificador en la enseñanza de las ciencias y matemáticas, consiguiendo relacionarse con método, técnica, didáctica y desarrollar el conocimiento por medio de secuencias de clase, preguntas y acompañamiento del docente, apoyado en el uso de la tecnología para toma de datos, análisis de los mismos, para obtener una interpretación de los estudiantes sobre un modelo que dé solución al problema o fenómeno que se esté estudiando (Barlow et al., 2014), donde las preguntas son claves para el entendimiento del problema, la comunicación verbal y escrita son importantes, por ende las matemáticas que se utilizaron o el método debe ser entendido por los estudiantes, para poder argumentar (Stohlmann y Albarracin, 2016), además MI como metodología didáctica puede enriquecer la experiencia de los estudiantes en el aula y genera emoción por aprender del mundo real, generando una argumentación tanto oral y escrita, formulación del modelo del fenómeno en cuestión y evaluación del modelo obtenido con relación a los datos recolectados, desarrolla

mayor confianza y elocuencia, por medio de argumentación de las ideas, el error es tomado como generador de conocimiento, curiosidad por la ciencia acercando al estudiante a pensar, generar cooperación y disertación en un ambiente de confrontación interactiva, por medio de un trabajo colaborativo, con utilización de modelación que explica, describe, prediga el comportamiento de fenómenos físicos estudiados (De Souza y Matos, 2017).

MI género en USA excelencia en docentes por sus prácticas pedagógicas, espacios para trabajar creencias erróneas y falsas ideas, por medio de interrogativos Socráticos, (Jackson, Dukerich y Hestenes, 2008), así mismo MI son aplicables a otros campos de conocimiento, para la optimización de estrategias de enseñanza y didácticas de aprendizaje en el estudiante (Flores, et al., 2015), generando efectividad en el proceso el uso de herramientas tecnológicas para recolectar, organizar, analizar, visualizar y modelar datos reales, siendo estrategia didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Rodríguez y Quiroz, 2016), la práctica docente se fortalece con de planificación de clases y ejecución de las mismas, con aplicación de la tecnología y nuevas metodologías (Ilaria, 2017).

Otra estrategia innovadora de enseñanza-aprendizaje son los MEAs entendidos como actividades reveladoras del pensamiento, herramienta curricular para el desarrollo de la creatividad matemática e identificar a los estudiantes que son dotados creativamente en matemáticas, (Silk, Higashi, Shoop y Schunn, 2010), siendo tareas complejas, estructuradas, abiertas y realistas, donde tanto el producto y el proceso son importantes, se valora el resultado pero también el proceso que se llevó a ese resultado, pues la solución dada puede tener varios caminos, valorando habilidades de pensamiento y metacognición de los estudiantes (Latif, 2016; Stohlmann y Albarracin, 2016), ellas sirve para evaluar la creatividad matemática en los estudiantes, complementando las tradicionales en el desarrollo de competencias STEM. (Coxbill, Chamberlin y Weatherford, 2013; Silk et al., 2010), los MEAs al igual que MI, favorecen la originalidad, creatividad, identificando estudiantes con potenciales en creatividad matemática, que pueden favorecer el desempeño de sus compañeros al trabajar colaborativamente, con una autonomía, libertad y confianza dentro del proceso, donde se valora la diversidad de soluciones (Coxbill et al., 2013).

El proceso de modelado con la calculadora reduce el tiempo empleado en el cálculo, permiten observar la resolución de problemas con perspectivas diferentes, por medio de datos recolectados por sensores se procede a la generación de gráficas y análisis de ellas (Méndez, Marquina y Zúñiga, 2017), estando directamente relacionado con la apropiación de la tecnología y la incorporación de la misma en las clases por parte del docente (Flores et al., 2015), asimismo el mediador tecnológico TI-Nspire es centrado en el estudiante, con la práctica de experiencias vivas, del hacer y practicar por parte del estudiante, favorece así el proceso de aprendizaje de los estudiantes con enfoque constructivista, con participación activa en su proceso de aprendizaje, y mejor comunicación con espacios de discusión, colaboración y motivación por aprender (Herman, Meagher, Abrahamson, y Owens, 2013).

■ Metodología

La enseñanza-aprendizaje requiere de didácticas, herramientas para innovación dentro del aula, implementando metodologías que unifiquen la teoría por medio de la práctica (Schoenfeld, 2013), donde el interés del estudiante por aprender es débil y se presenta una actitud al desapego del lenguaje matemático y sus bases (Guerra y Lim, 2017), en términos científicos existe la necesidad de analizar si la implementación de nuevas estrategias de enseñanza, con las realidades y contextos socioeconómicos en instituciones educativas rurales en Colombia, si pueden ser factibles y favorables, indagando el proceso de aprendizaje del estudiante y las percepciones de los docentes frente a la incorporación en el aula de estas estrategias. La relevancia practica radica en la búsqueda del mejoramiento de las practicas docentes en el aula, fortaleciendo el proceso de enseñanza con aplicación de didácticas motivadoras para los estudiantes, favoreciendo el proceso de aprendizaje, construcción y entendimiento de conceptos matemáticos y su aplicación en el estudio de fenómenos físicos, esto conlleva a las siguientes preguntas de investigación:

¿Cómo la modelación y el uso de la tecnología TI Nspire contribuyen a enriquecer el aprendizaje en la comprensión de conceptos de Cinemática en estudiantes de 10° grado del IED Integrado?

¿Cuáles son las percepciones de los docentes frente a la modelación y el uso de la tecnología TI Nspire para enriquecer el enseñanza-aprendizaje de conceptos de cinemática?

La investigación de desarrollo dentro un enfoque metodológico de aporte de información cuantitativo y cualitativo dentro del paradigma pos-positivista, con uso de método mixto, el cual brinda una mejor comprensión del problema, lo cual apoya al investigador a enfocarse en la solución del mismo (Valenzuela y Flores, 2011), la población involucrada en el estudio cuantitativo, son 29 estudiantes de secundaria, del grado decimo, quienes cursaban la materia de Física I, que contiene la introducción a la cinemática. Para los métodos cualitativos participaron cuatro docentes, que están directamente involucrados en la enseñanza de cursos de básica y media técnica de materias de ciencias; además cuatro estudiantes del grupo general seleccionados por medio de instrumento de carácter abierto.

La investigación conto con la aplicación de tres instrumentos, el primero instrumento cuantitativo, test de 14 preguntas de opción múltiple, que mantienen la estructura de las presentadas dentro de las investigaciones de Beichner, (1994) y Perez-Goytia, Dominguez y Zavala (2010), preguntas relacionadas a conceptos de posición, velocidad y aceleración. El modelo de diseño contiene tratamiento experimental con pre-test y pos-test (Valenzuela y Flores, 2011). El segundo instrumento de metodología cualitativa, entrevista con 4 estudiantes, donde explicaban el proceso que llevaron a cabo para la solución de los dos ejercicios planteados en el primer instrumento; la selección de los cuatro estudiantes se hizo por intención, por medio de la aplicación de test de pregunta abierta identificando quienes, de la población general, brindaron mejor información de acuerdo al avance de su proceso de aprendizaje. El tercero instrumento de metodología cualitativa dirigido a los docentes buscaba saber su percepción frente al objeto de la investigación, constaba de cinco preguntas abiertas, que indagan sobre la experiencia de los docentes, sus creencias, aptitudes y actitudes, sus posturas frente a las fortalezas y debilidades de la instrucción por modelación con mediador tecnológico. La aplicación del pre-test, el proceso de modelación y el pos-test, se llevó a cabo dentro de las cesiones de clase de física I, con intensidad de tres horas semanales, dentro de un lapso de 5 semanas. En la figura 1 se muestra la secuencia del desarrollo de las actividades y los tiempos en semanas.

La estrategia de análisis de datos se hizo de forma estadística para el instrumento cuantitativo, por medio de la utilización de aplicativo de Excel y SPSS, con la aplicación de parámetros descriptivos de medidas de tendencia central, medidas de dispersión, análisis estadístico de frecuencias, comparando los resultados del pre y post test. Para los instrumentos cualitativos, se procedió a analizar los factores de convergencia; a nivel de los docentes, correlacionar su experiencia en el campo, con la realidad de sus entornos, identificando concordancias y similitudes frente a los aspectos tanto positivos y negativos.



Figura 1: Diagrama procedimientos

■ Resultados

Resultados instrumento cuantitativo estudiantes

El análisis estadístico descriptivo de frecuencias, de la Tabla 1, muestra un aumento de la media, que pasa en el pre-test de 2.59 a 4.14 en el pos-test, presentándose una mejoría leve de la cantidad de respuestas correctas, posterior al proceso de modelación; además la mediana para el pre-test en 3 y para el pos-test en 4. Los rangos en el pre-test están de 0-5, 0 relacionado a un estudiante que en el pre-test no tuvo aciertos y un máximo de 5, para dos estudiantes, los restantes 26 estudiantes con valores intermedios; para el post-test, el rango fue 1-8, se presenta mayor dispersión, un mínimo de 1, obtenido por dos estudiantes y un máximo de 8, obtenida por un estudiante.

| ESTADÍSTICOS | | PRE-TEST | POS-TEST |
|---------------------|----------|----------|----------|
| N | Válido | 29 | 29 |
| | Perdidos | 0 | 0 |
| Media | | 2,59 | 4,14 |
| Mediana | | 3,00 | 4,00 |
| Moda | | 2 | 5 |
| Desviación estándar | | 1,323 | 1,706 |
| Varianza | | 1,751 | 2,909 |
| Rango | | 5 | 7 |
| Mínimo | | 0 | 1 |
| Máximo | | 5 | 8 |

Tabla 1. Valores estadísticos de frecuencia de variables

La Figura 2, histograma y curva normal, muestra una variación en las medias y mayor dispersión de los resultados en el pos-test, posicionamiento de la media con un valor superior en el pos-test, con una disminución del valor de la frecuencia en el punto medio, mayor dispersión de los resultados, apareciendo resultados superiores a 5 que fue el valor máximo dentro del pre-test.

Las modas en el pre-test son dos y tres respuestas correctas, donde se concentran 14 estudiantes, que equivalen a un 48% de la muestra total, hay 8 estudiantes un 28%, que está por encima de las modas y por debajo 7 estudiantes un 24% de la muestra total, la dispersión de los datos con relación a la media muy pareja. Analizando el histograma del pos-test, la punta de curva normal esta sobre la barra 4, con 4 estudiantes un 14% de la muestra total, la moda es 5 respuestas correctas en esta se albergan 9 estudiantes un 31% de la muestra total, arriba de la moda 5 estudiantes, un 17% de la muestra total, y por debajo de la moda hay 15 estudiantes un 52% de la muestra total.



Figura 2: Histograma comparativo entre pre-test y pos-test

Con relación a la frecuencia de cinco o más respuestas en el pre-test, es 6.9% de la muestra total, con comparación a un 48,1% que tuvo 5 o más respuestas correctas en post-test, existiendo incremento de 41.2%, con relación a cantidad respuesta correctas por estudiante, existen 7 estudiantes un 24% de la muestra total, desmejoraron; 4 estudiantes un 14% de la muestra total continuaron con la misma cantidad de respuesta; 18 estudiantes un 62% de la muestra total tienen un incremento en la cantidad de respuestas correctas en pos-test, de este 62%, se tienen que 6 estudiantes un 21% de la muestra total, incrementaron en 4 o más respuestas correctas en el pos-test en comparación con el pre-test, esto es una razón de 1 a 3, de los estudiantes que mejoraron su desempeño, igual o superior a 4 respuestas más correctas de las que obtuvieron en el pre-test.

Evocando proceso de MEAs donde el proceso al igual que el resultado es importante, se resalta la información proporcionada por las respuestas alternativas donde el análisis de las dimensiones de preguntas que indagaban los mismos conceptos, en ambos grupos de preguntas (cálculo de pendiente y cálculo de área bajo la curva), se identifica que hay una transferencia de conocimiento. Esto se evidencia por las respuestas correctas y las respuestas alternativas más atractivas seleccionadas por los participantes, en las preguntas donde se requiere el cálculo de la pendiente en un punto específico, es notorio el abandono del modelo de la lectura directa, hacia el entendimiento del cálculo de la velocidad y aceleración a través del cociente; faltando el uso del cambio (cociente de diferencias) en lugar del valor (Y/X), tendencia de abandono de la idea de selección del punto más negativo, hacia selección de mayor pendiente sin identificar el signo negativo para caso de aceleración, abandono del modelo de la misma forma de la gráfica. Cuando se daba gráfica de velocidad y se pide el cálculo del cambio de posición (desplazamiento) y la transferencia sería partir de la gráfica de aceleración para calcular el cambio de velocidad, en estas preguntas se requiere realizar el cálculo del área bajo la curva en el intervalo de interés, se presenta ganancia del entendimiento del área bajo la curva, abandono del modelo incorrecto aleatorio, disminución del cálculo de la pendiente, aumento en el cálculo del producto, faltando entendimiento del área bajo la curva (área de triángulo) y disminución de la lectura directa.

Resultados del instrumento cualitativo estudiantes:

Se identifica por los estudiantes el concepto de velocidad constante asociado con una línea recta, la cual tienen una pendiente, como lo expresa uno de los estudiantes en su respuesta *“Aparecen tres valores de pendientes en los intervalos de 0 a 1 y de 3 a 4 segundos el valor es cero es decir el valor de la aceleración es cero, de 1 a 3 segundos pendiente negativa y de 4 a 5 segundos pendiente positiva”*. En las respuestas también se asocian los valores de la aceleración con los movimientos corpóreos realizados dentro de la modelación, como son un movimiento con velocidad constante, cambio de la aceleración, relacionándolo con la pendiente de la recta en la gráfica, asociación valor positivo o negativo de la pendiente con el signo de velocidad-aceleración. Se presenta en los estudiantes uso de lenguaje científico a relacionar dentro de sus argumentaciones conceptos matemáticos, para sustentar sus ideas. Cuando se da una gráfica de velocidad-tiempo y se solicita cambio de posición, en ambos binomios expresan solución con relación a el área debajo de la curva, analizando intervalos solicitado, el primer binomio relaciona el área con la figura de un triángulo rectángulo, mientras el segundo binomio, da solución al ejercicio realizando el área de un cuadrado y después lo divide en dos. En gráfica de Posición-tiempo y solicita determinarla gráfica de la

velocidad, dentro de uno de los binomios el estudiante comenta: *“Existen en la gráfica tres pendientes, una positiva, una cero y una negativa, donde la negativa es de mayor valor que la positiva”*, respuesta complementada por otro estudiante: *“Entonces la respuesta vendría siendo la D, porque en esta respuesta se ve la velocidad se mantienen estable positiva hasta el dos, la velocidad baja y se mantienen estable hasta 4 segundos, y en cuatro es mayor la velocidad negativa hasta el 5, porque a mayor pendiente mayor velocidad”*, los estudiantes relacionan el valor de la velocidad con el de la pendiente de la gráfica posición-tiempo, además atribuyen el signo de la velocidad con relación al valor de la pendiente, en las respuestas también se puede ver que relacionan acercarse al sensor como velocidad negativa y alejarse del sensor como velocidad positiva. Pregunta final relacionada a proceso de modelamiento con mediador tecnológico, expresan que el poder realizar las gráficas con su propio movimiento hace que se facilite la comprensión de conceptos como velocidad, aceleración, cambio de movimiento, esto asociado a conceptos matemáticos como la pendiente, signo de la misma lo cual es más fácil de entender he interiorizar para acordarse fácilmente de lo aprendido; siendo un desarrollo de competencias que los estudiantes desarrollan por medio de la práctica (Park et al., 2013).

Resultados del instrumento cualitativo docentes

Las ventajas que identifican sobre modelos didácticos de MI y MEAs por medio de mediador tecnológico, es aplicación de modelos pedagógicos colaborativos por descubrimiento, donde de una manera autónoma y amigable el estudiante realiza el proceso de vivenciar el conocimiento, de crear por medio de su experiencias, aprender de una forma diferentes, forma de aprender más didáctica y significativa, docentes mencionan la importancia que los mediadores tecnológicos puedan ser asequibles a los estudiantes, lo cual está relacionado a la creatividad de los estudiantes y su capacidad de desarrollo de competencias (Coxbill et al., 2013). Para que los mediadores tecnológicos ayuden a mejorar las prácticas de enseñanza en el aula, se resalta la importancia que la herramienta sea bien utilizada, de una forma innovadora, pues muchos estudiantes son atraídos por temas tecnológicos, lo cual ayuda a generar esa curiosidad, pues aprenden haciendo, esto permite repensar el hacer docente dentro del aula. Las principales desventajas descritas por los docentes detallan el poder acceder a las herramientas tecnológicas y tener continuidad en su uso, el desinterés en ocasiones de los estudiantes por participar y darse la oportunidad de usar o conocer nuevas herramientas, adicional es comentado el costo de las herramientas, siendo importante la enseñanza de manera significativa (Silk et al., 2010). Se ratifica que, si sería eficiente el uso de esta innovación por medio de MI y mediador tecnológico, pues el estudiante está inmerso en un proceso de aprendizaje donde el simula y modela los conceptos y situaciones. Las creencias de los docentes y su postura frente a la aplicación y desarrollo de nuevas metodologías de enseñanza, pueden ser potenciadores o limitantes, una está asociada a la capacitación-entrenamiento y saber usarlos y el otro aspecto a resaltar es poder contar con la herramienta tecnológica, existiendo una carencia de cultura tecnológica y aplicación de nuevos tipos de aprendizaje (Clark-Wilson, 2010).

■ Conclusiones

Se evidencia que la aplicación de MI, con integración de características de MEAs y uso de mediador tecnológico TI Nspire, fomentaron la comprensión de conceptos de cinemática en los estudiantes de grado decimo del IED Integrado, con aumento de la media y rangos dentro del pos-test con relación al pre-test, aumento de cantidad de respuestas correctas, donde las medidas de tendencia central aportan una variación favorables de 62% de estudiantes que mejoraron su desempeño; triangulando con el instrumento cualitativo a los estudiantes dan evidencia de una mejora y cambios de actitud, cambiando desinterés por participación, a medida que la modelación fue pasando de fases, se generó estímulo bajo la curiosidad del querer hacer, siendo este uno de los beneficios que se hallan en investigaciones anteriores (Clark-Wilson, 2010).

Se identificaron cuatro estudiantes que presentan facilidad para asimilar conceptos de física y aplicación de cálculos matemáticos dentro de la misma, favoreciendo al desempeño del grupo, con una mayor participación de los estudiantes. Se enfatiza el aprendizaje por medio del hacer con el cuerpo y relacionarlo con la obtención de gráficas

y modelado matemático, por medio de la aplicación de curvas, rectas, pendientes, variación, dejando a un lado la percepción de que la matemática es abstracta y no se puede crear, que es difícil y siempre ligada a la memorización de fórmulas, se capta la atención de los estudiantes, generando curiosidad por entender y practicar los fenómenos físicos, el estudiante se motiva si el docente guía es formador y motivador de cambio (Herman, et al., 2013); el docente debe buscar espacios para la aplicación de nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje, con mediadores tecnológicos, que favorezcan, faciliten y motiven la práctica docente, fortaleciendo las aptitud del alumnado frente a descubrir y aprender sobre las ciencias. (Flores et al., 2015).

Las percepciones de los docentes frente a la modelación y el uso de la tecnología TI Nspire para enriquecer la enseñanza-aprendizaje de conceptos de cinemática, son aceptables, pero es importante fortalecer la disponibilidad de las herramientas tecnológicas, el entrenamiento, adaptación de cambio a nuevos procesos.

Existe debilidad en conocimientos básicos de los estudiantes, costumbre del método tradicional de memorización, transcripción de contenidos y aptitud apática de estudiantes a nuevas estrategias de autoformación, las dificultades pueden superarse, con la incursión de estrategias innovadoras de enseñanza-aprendizaje de ciencias y matemáticas, beneficiando proceso de aprendizaje del estudiante, apoyada por el docente, con uso de mediadores tecnológicos (Tun Uc, 2017).

Es de concluir que la estrategia didáctica de MI con evocación de MEAS y uso de mediador tecnológico, es adaptable a los contextos reales de institución educativa departamental de carácter rural de Colombia, pero que es importante poder superar los limitantes existentes; además existe un campo de aplicación de MI, MEAs y uso de mediador tecnológico dentro ciclos de educación temprana como es primaria, para fortalecer herramientas de desarrollo cognitivo a los estudiantes.

■ Referencias bibliográficas

- Barlow, A., Frick, T., Barker, H., y Phelps, A. (2014). Modeling instruction: The impact of professional development on instructional practices. *Science Educator*, 23 (1), 14-26.
- Beichner, R. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs, *American Journal of Physics*, 62 (8), 750-762.
- Clark-Wilson, A. (2010). Emergent pedagogies and the changing role of the teacher in the TI-Nspire Navigator-networked mathematics classroom. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 42 (7), 747-761.
- Coxbill, E., Chamberlin, S., y Weatherford, J. (2013). Using model-eliciting activities as a tool to identify and develop mathematically creative students. *Journal for the Education of the Gifted*, 36 (1), 176-197.
- De Souza, L., y Matos, R. (2017). Physics teaching methods: an analysis on peer instruction and modeling instruction. *Estação Científica (UNIFAP)*, 7 (3), 51-60.
- Espinoza, J. (2017). La resolución y planteamiento de problemas como estrategia metodológica en clases de matemática. *Atenas*, 3 (39), 64-79.
- Flores, Á., Gómez, A., y Chávez, X. (2015). Using TI-nspire in a modelling teacher's training course. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*, 22 (2), 79-83.
- Guerra, P. y Lim, W. (2017). Critical Examination of Ways Students Mirror the Teacher's Classroom Practice: What Does It Mean to be Successful at Mathematics? *The Mathematics Enthusiast*, 14 (1), 175-206.
- Herman, M., Meagher, M., Abrahamson, L., y Owens, D. (2013). Student perceptions on use of a classroom communication system in mathematics classes. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*, 20 (2), 45-67.
- Ilaria, D. (2017). The efficacy and impact of a hybrid professional development model on handheld graphing technology use. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 17 (2), 194-204.
- Jackson, J., Dukerich, L., y Hestenes, D. (2008). Modeling instruction: An effective model for science education. *Science Educator*, 17 (1), 10-17.

- Latif, R. (2016). Problem-solving effects in teaching and learning mathematics. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 18 (3), 909-927.
- Méndez, M., Marquina, N., y Zúñiga, K. (2017). Situaciones de aprendizaje para la modelación escolar. *Comité Latinoamericano de Matemática Educativa*, (30) 1, 1046-1056.
- Park, J., Park, M., Park, S., Cho, J., y Lee, K. (2013). Mathematical modelling as a facilitator to conceptualization of the derivative and the integral in a spreadsheet environment. *Teaching Mathematics & Its Applications*, 32 (3), 123-139.
- Perez-Goytia, N., Dominguez, A., y Zavala, G. (2010). Understanding and interpreting calculus graphs: Refining an instrument. *AIP Conference Proceedings*, 1289 (1), 249-252. doi: 10.1063/1.3515213
- Rodríguez, R., y Quiroz, S. (2016). El papel de la tecnología en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Revista Latinoamericana De Investigación En Matemática Educativa*, 19 (1), 99-124.
- Sánchez, A. y Veytia, M. (2015). Situaciones de aprendizaje mediante las TIC para la formación de investigadores desde una intención práctica. *Atenas*, 4 (32), 31-48.
- Schoenfeld, A. (2013). Reflections on Problem Solving Theory and Practice. *The Mathematics Enthusiast*, 10 (1), 9-34.
- Silk, E., Higashi, R., Shoop, R., y Schunn, C. (2010). Designing technology activities that teach mathematics. *The Technology Teacher*, 69 (4), 21-27.
- Soto, A., y Osorio, F (2014). La graficación - modelación y la serie de Taylor. Una socioepistemología del cálculo. *Revista Latinoamericana De Investigación En Matemática Educativa*, 17 (3), 319-345.
- Stohlmann, M., y Albarracín, L. (2016). What is known about elementary grades mathematical modelling? *Education Research International*, 1 (1), 1-9
- Tun Uc, L (2017). El periodo de una función: una propuesta para resignificar su aprendizaje a partir de lo intuitivo, la modelación y predicción. *Comité Latinoamericano de Matemática Educativa*, (30) 1, 953-960.
- Valdivieso, L. (2016). El aprendizaje de las matemáticas: Psicología cognitiva y neurociencias. *Revista de investigación*, 7 (1), 11-29.
- Valenzuela, J. R. y Flores, M. (2011). *Fundamentos de investigación educativa (eBook)*. Monterrey, México: Editorial Digital Tecnológico de Monterrey.
- Zúñiga, F. y Morales, E. (2017). Diseño de una secuencia didáctica para el aprendizaje de la Pendiente como razón de cambio para estudiantes de nivel medio Superior utilizando herramientas tecnológicas. *Comité Latinoamericano de Matemática Educativa*, (30)1, 1495-1504.