

RAZÓN DE CAMBIO BASADA EN EL USO DE DISPOSITIVOS MÓVILES

RATIO OF CHANGE BASED ON THE USE OF MOBILE DEVICES

Nidia Dolores Uribe Olivares, José Trinidad Ulloa Ibarra, Juan Felipe Flores Robles
Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 100, Universidad Autónoma de Nayarit, Universidad UNIVER (México)
nidy98@hotmail.com, jtulloa@uan.edu.mx, juan.fl0res@hotmail.com

Resumen

Este documento presenta los avances sobre el diseño, experimentación y análisis de una situación didáctica cuyo objetivo fue favorecer el aprendizaje de la razón de cambio con actividades mediadas con el uso de la tecnología Arduino, se fundamentó en la Teoría de Registros de Representación Semiótica, que es un enfoque cognitivo desarrollado por Raymond Duval. El objetivo es que los estudiantes de nivel medio superior logren transitar entre los diferentes registros. Contiene la propuesta del tema, los objetivos, la revisión literaria, el marco teórico que sustenta nuestro trabajo, la metodología y el estado en que se encuentra actualmente nuestra investigación.

Palabras clave: razón de cambio, arduino, dispositivos

Abstract

This paper presents the advances on the design, experiment and analysis of a didactic situation aimed at favoring the learning of the ratio of change with Arduino technology mediated activities. It was based on the Theory of Registers Semiotic Representation, which is a cognitive approach developed by Raymond Duval. Its objective is that upper-middle school students can move among the different registers. It includes topic, objectives, and bibliography review, as well as, the theoretical framework that supports our work; the methodology and the present state of our research.

Key words: ratio of change, arduino, devices

■ Introducción

La relación entre las matemáticas y el hombre ha sido latente y progresiva surgiendo como una necesidad en la resolución de situaciones, en la actualidad ha llegado a ocupar un lugar importante en la sociedad con los avances científicos y tecnológicos. Bell (2016) indica que la historia de las matemáticas comienza en el Oriente hace 2000 AC. aproximadamente, donde los babilonios poseían una gran cantidad de material que puede ser clasificado el día de hoy como perteneciente al álgebra elemental. Más tarde aparece en Grecia donde son sometidas a discusiones filosóficas, tomando así el sentido moderno de ciencia.

A pesar que, desde hace más de dos milenios de vínculo como parte central de formación del hombre, se encuentra en peligro puesto que la educación referente a estas ha ocupado una forma tradicionalista existiendo un vacío y mecanización en simple resolución de “problemas”, donde no se conduce realmente al desarrollo de una habilidad formal, ni a una comprensión efectiva de las mismas.

A lo largo del tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas han surgido diversas teorías. Las cuales han sido implementadas según las necesidades y exigencias del contexto. Debido a que el aprendizaje de las matemáticas es un proceso cognitivo, donde se requiere el utilizar diferentes sistemas de representación. Estas resultan importantes no sólo para comunicar el pensamiento matemático, sino para realizar actividad matemática. De igual forma resulta importante destacar que, la coordinación entre los diferentes sistemas de representación aumenta las capacidades cognitivas de los sujetos y que la movilidad entre ellos podría determinar que el individuo ha desarrollado una aprehensión conceptual del objeto matemático estudiado.

El presente trabajo expone una relación teórica de Representaciones Semióticas de Raymond Duval y en la Génesis Instrumental de Luc Trouche, esto con el fin de tener un referente teórico respecto a la construcción del conocimiento de la muestra aquí utilizada.

■ Planteamiento del problema

La educación en México dentro de los planes y programas de estudio pertenecientes a educación media superior es posible identificar la falta de unidades temáticas que faciliten la comprensión de las matemáticas. Tanto para la enseñanza por parte del docente como para facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

Duval (2012) expresa la problemática que enfrenta la didáctica de las matemáticas. En donde se ven como algo ajeno o paralelo a la persona y al mundo que le rodea. Comienza así a cuestionarse constantemente “¿y eso para qué me va a servir?” dejando a un lado el sentido de las mismas. Por lo anterior, es posible expresar que la relación entre el sujeto y las matemáticas no tienen un sentido real por las implicaciones didácticas que han suscitado.

La presente investigación se realiza en el Centro de Bachillero Tecnológico Industrial y de Servicios No. 100 (CBTis No.100) ubicado en la localidad de Francisco I. Madero, Nayarit donde la matrícula escolar es de 841 estudiantes regulares. En la formación de estos se encuentra la materia cálculo diferencial, cursada en quinto semestre y tiene una matrícula aproximada de 315 estudiantes activos. Dentro de estos, el índice de reprobación es del 90% de los estudiantes que la cursó, es decir, de 315 estudiantes que cursaron cálculo diferencial en el año 2018 tuvo una reprobación de 285.

En el tiempo durante el cual se ha formado parte de la plantilla docente del plantel y aunado a la perspectiva de Gaspar de Alba (2011) es posible inferir que la asignatura de cálculo diferencial se aborda desde una perspectiva algebraica y de una manera enteramente dirigida, culminando en la resolución de problemas donde en muchas de las ocasiones no existe una aprehensión conceptual verdadera. Esto contribuye a que el estudiante presente

dificultades para lograr una conexión más profunda entre lo que se observa en el salón de clases y las aplicaciones que el tema pueda tener en la vida real.

En este sentido surge la pregunta de investigación respecto al aprendizaje los estudiantes la cual es ¿Cómo relacionar la razón de cambio en situaciones cotidianas? He aquí donde se presenta el reto al docente de ampliar el panorama de los estudiantes, causar un impacto en la perspectiva de los alumnos y propiciar realmente la abstracción y construcción de conocimientos significativos.

Por lo que se propone el proyecto “Razón de cambio basada en el uso de dispositivos móviles” donde se plantea como objetivo hacer un análisis de la razón de cambio por medio de uso de la tecnología, particularmente los dispositivos móviles. Siendo una fuente de aprendizaje motivador y estímulo en el que los estudiantes interactúan y colaboran entre sí, mientras que el docente adapta las actividades según las necesidades colectivas e individuales de los mismos. Se basa en la necesidad de cambiar el paradigma del proceso de aprendizaje que se desarrolla sin saber por qué y para qué o su necesidad en la vida a un aprendizaje con sentido.

Aunado el hecho de que dicho proyecto está centrado en los intereses de los estudiantes provoca un mayor impacto en estos y así coloca al alumno en el centro de su proceso de aprendizaje.

Se retoma la idea de Dewey (citado por Arceo, 2006) el cual menciona que es indispensable que la enseñanza se funda en intereses reales, donde el maestro debe explotar éstos, así como las tendencias del estudiante para lograr el aprendizaje, es decir, el docente debe de reincorporar a los temas de estudio en la experiencia. Además de diseñar actividades que partieran de los intereses de los alumnos para así proporcionar experiencias significativas en los mismos. Los intereses podían cambiar, desarrollarse, conectarse y asociarse a otros intereses con la ayuda del docente.

El proyecto aquí presentado facilita el uso de programas interactivos y dispositivos móviles que en el área de matemáticas ha permitido a los alumnos conceptualizar algunos conceptos matemáticos que anteriormente los estudiantes solamente memorizaban, pero no había una verdadera comprensión ni aprehensión por lo que no le quedaba claro a qué se referían. Algunos estudios han reportado que el uso de software en actividades de aprendizaje ayuda a explorar elementos importantes del pensamiento matemático, como a la fecha se han desarrollado una gran cantidad de softwares específicos para matemáticas como Derive, Logo, GeoGebra, Mathematica, Cabri Geometre y Tracker entre otros, consultando algunos estudios de cómo el empleo de alguno de estos micro mundos ayudaría a los alumnos a construir su conocimiento.

■ Marco teórico

A lo largo del tiempo en el aprendizaje-enseñanza de las matemáticas han surgido diversas teorías las cuales han sido implementadas según las necesidades y exigencias del contexto. Por lo que, para lograr el objetivo, se fundamenta esta investigación en la teoría de Representaciones Semióticas de Raymond Duval y en la Génesis Instrumental de Luc Trouche.

Oviedo, Kanashiro, Bnzaquen, & Gorrochategui (2012) citando a Duval (2004) mencionan que “el aprendizaje de la matemática es un campo de estudio propicio para el análisis de actividades cognitivas importantes como la conceptualización, el razonamiento, la resolución de problemas y la comprensión de textos” (p.30).

Debido a que el aprendizaje de las matemáticas es un proceso cognitivo, se requiere el utilizar diferentes sistemas de representación. Estas representaciones resultan importantes no sólo para comunicar el pensamiento matemático, sino para realizar actividad matemática. Resulta importante también destacar que, la coordinación entre los diferentes sistemas de representación aumenta las capacidades cognitivas de los sujetos y que la movilidad

entre ellos podría determinar que el individuo ha desarrollado una aprehensión conceptual del objeto matemático estudiado. Donde al ser objetos no reales los conceptos matemáticos, es necesario recurrir a diversas representaciones, siendo por ello, la semiótica una parte fundamental para el aprendizaje de las matemáticas, no obstante esta no es una tarea natural para los alumnos, presentando una gran dificultad para los mismos, puesto que estos perciben un “distanciamiento entre las formas del pensamiento matemático y las formas de pensar fuera de las matemáticas, aunque el conocimiento matemático se pueda usar en la vida real” (Duval, 2006, p.144).

La interpretación y análisis de los objetos y el aprendizaje de las matemáticas está íntimamente ligado, D’Amore & Godino (2006) indican que

Los objetos matemáticos deben ser considerados como símbolos de unidades culturales, emergentes de un sistema de usos ligados a las actividades de resolución de problemas de resolución de problemas que realizan ciertos grupos de personas y que van evolucionando con el tiempo. En nuestra concepción, es el hecho de que en el seno de ciertas instituciones se realizan determinados tipos de prácticas que determina la emergencia progresiva de los “objetos matemáticos” y que el “significado” de estos objetos esté íntimamente ligado con los problemas y a la actividad realizada para su resolución, no pudiéndose reducir este significado del objeto de su mera definición matemático. (p. 180)

Las representaciones son consideradas como cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que significan algo del mundo exterior o del mundo interior. Logrando representar en la mente aquello que se percibe o imagina. Dichos conjuntos de símbolos o signos que representan algo pueden ser externos o internos. Por ejemplo: un mapa, diagrama, símbolos en empleados en física, química y matemáticas. Estas representaciones externas son conocidas como representaciones semióticas.

En el aprendizaje de las matemáticas es imprescindible que los alumnos empleen representaciones semióticas, presentándose el reto de lograr que los mismos comprendan y realicen dichas representaciones. Duval (2006) menciona que

La actividad matemática requiere una coordinación interna, que ha de ser construida, entre los diversos sistemas de representación que pueden ser elegidos y usados; sin esta coordinación dos representaciones diferentes significaran dos objetos diferentes, sin ninguna relación entre ambos, incluso si son dos “contextos de representación” diferentes del mismo objeto. (p.145)

Donde los estudiantes sean capaces de transferir aquello que se ha aprendido a nuevos contextos realizando una conversión de las representaciones, implicando un análisis y comprensión, puesto que involucra una relación entre los diversos contenidos de representación de los conceptos, esto es, que les sea posible el relacionar muchas maneras de representar los contenidos matemáticos. Tamayo (2006) sustenta que

En el conocimiento de los procesos de construcción y transformación de representaciones intervienen diferentes tipos de actividades, dentro de las que se destacan las de formación, como aquellas representaciones de algo a partir de un conjunto de caracteres de intencionalidades; las de tratamiento, cuando una transformación produce otra representación en un registro distinto al de la representación inicial, por ejemplo, la transformación analógica a la digital. (p. 41)

Existe un vínculo entre forma y contenido del concepto, donde es importante recalcar la transposición didáctica y el proceso de enseñanza del concepto, de tal forma que debe existir un paso de una representación semiótica a otra que no implique una distorsión del concepto. Para impulsar a los alumnos en la conversión de representación el uso de situaciones de la vida cotidiana es importante, ya que demanda emplear sus propias experiencias y representaciones mentales, aunando la posibilidad de dar sentido a las representaciones semióticas y con ello la

comprensión de los conceptos matemáticos, dando un panorama más accesible para los estudiantes, puesto que puede ayudar a entender la forma de traducir la información.

Asimismo, el ubicar el aprendizaje en el análisis de situaciones reales relacionadas directamente con el entorno promueve que los estudiantes piensen y actúen con base al diseño de una situación, elaborando un plan con estrategias definidas, para dar una solución a una interrogante y no tan solo cumplir objetivos curriculares. Esto provoca un mayor impacto en estos y así coloca al alumno en el centro de su proceso de aprendizaje, siendo agentes plenamente activos. Arcavi (2012) menciona que

Si adoptamos el principio de que toda educación matemática debe aspirar a desarrollar las competencias necesarias para el desempeño ciudadano en el siglo XXI, es claro que deberíamos incluir en el currículo situaciones del mundo real como punto de partida y como destino de la matematización (p.17)

Siendo labor del docente el propiciar el panorama matemático donde se sensibilice a los estudiantes hacia la observación de su entorno para el análisis de diversas situaciones, permitiendo que ellos sean desarrollen un potencial matemático en todo lo que les rodea, desentrañando así las matemáticas a su alrededor (Arcavi, 2012). Haciendo énfasis en la comprensión de los símbolos como objetos que permiten relacionar las matemáticas con el entorno creando conciencia que es posible diseñar estas relaciones simbólicas que expresen cierta información (verbal o gráfica) dada o deseada, así como cumplir distintos roles en diversos contextos; generando así un problema y su significado, para luego verificar y comparar los significados con el de los resultados obtenidos (Arcavi, 2006).

Retomando el principio de que toda educación matemática es aspirar a desarrollar las competencias para actualidad, para esto, es necesario implementar la tecnología, puesto que se vive en la era de la comunicación, estando en pleno siglo XXI el uso de la tecnología ha impactado en el desarrollo e interacción de las relaciones sociales. La tecnología y las telecomunicaciones en todas sus formas han cambiado la forma de vivir, comunicarnos y relacionarnos.

Por lo anterior es necesario el uso de la tecnología en el aula ya que es un apoyo para crear un entorno diferente y dinámico; el utilizar todos aquellos recursos, herramientas y programas que son facilitadores para procesar, transmitir y compartir el conocimiento y generar así un aprendizaje significativo en los estudiantes. Se deben plantear situaciones-problema complejas vinculadas a situaciones reales donde a los estudiantes se les permita realizar proyectos y actividades constructivas de forma individual y social, crear situaciones con medios innovadores que permiten al estudiante lograr cambios de conducta y el desarrollo de habilidades. Santacruz (2009) citando a Trouche (2002)

Resalta que la aparición de artefactos computacionales en la clase de matemáticas, supone un problema de carácter didáctico acerca de transformar los artefactos en verdaderos instrumentos de actividad matemática y no como “recursos que resuelven y solucionan” problemas en el aprendizaje (p. 1).

El aprendizaje se encuentra mediado por instrumentos, los cuales influyen en el saber matemático, donde debe existir una mediación entre las acciones docentes, cómo el alumno construye sus conocimientos y la instrumentalización. El empleo de dichos instrumentos impacta de manera directa, ya que propicia la movilización colectiva e individual del estudiantado en sistemas de instrumentos previos, así como generar nuevas estrategias, con la finalidad de que los mismos construyan sus propios conocimientos mediante la mediación del instrumento.

Santacruz (2009) menciona que en el diseño de secuencias didácticas para promover el proceso de aprendizaje de las matemáticas es necesario considerar cuatro elementos: el conjunto de individuos (docente y estudiantes), un conjunto de objetivos (relacionados con la intención de desarrollar las tareas bajo ciertas condiciones), una configuración didáctica (estructura general del dispositivo, es flexible de acuerdo al diseño de las secuencias didácticas que se pretenden movilizar) y un conjunto de modos de explotación de dicha configuración (coordinación

entre el hardware, el software didáctico y un sistema de explotación didáctico). Posibilitando la enseñanza y el aprendizaje entre pares de distintos esquemas sociales de uso.

Por lo que la génesis instrumental aporta a esta investigación la posibilidad de promover el proceso de aprendizaje de las matemáticas a través de instrumentos, el uso de dispositivos móviles particularmente Arduino. Donde Arduino es una compañía de hardware y código abierto que manufactura y diseña placas para construir dispositivos digitales y dispositivos interactivos que puedan detectar y controlar objetos del mundo real.

■ Metodología

La metodología en la que se basa la investigación es en la ingeniería didáctica de Artigue recordemos que esta surgió como una metodología para los hallazgos de la teoría de las Situaciones didácticas y de la Transposición Didáctica. Calderón & León (2012) mencionan que la ingeniería didáctica es una metodología de investigación a través de cuatro pasos. La ingeniería didáctica es una herramienta para la elaboración de situaciones didácticas, además es una metodología de investigación para producir conocimiento a través de la formulación, aplicación y evaluación del efecto de estas realizaciones didácticas donde se debe realizar un análisis a priori y a posteriori.

A continuación, se describen los pasos seguidos en la fase de elaboración y realización:

- Se revisaron artículos de investigación, tesis, textos y revistas científicas relacionados con la enseñanza de la Matemática.
- Se seleccionaron a 40 estudiantes que cursaban cuarto semestre de preparatoria, se pidió autorización a los padres de familia de los participantes para mostrar los avances y resultados de las actividades, asimismo se valoró su nivel de conocimiento previo en los temas sobre gráficas. Se elaboraron cuatro secuencias de aprendizaje sobre: funciones, límites, derivadas y sus aplicaciones, basado en el uso de Arduino.

Dando una breve descripción de cada una de ellas:

- Análisis de tablas. Para el desarrollo de la práctica sin intervención previa del docente se le proporciona al estudiante unas hojas de trabajo donde se presentan diversas tablas las cuales debe analizar e interpretar, con ello proponer situaciones de la vida cotidiana que se adapten a las mismas.
- Graficando mi realidad (Tablas, gráficas y funciones). Identificar las funciones y su comportamiento según la variación de los parámetros proponiendo situaciones de su contexto.
- Límites. El propósito de esta actividad es que el estudiante complete la información de diversas tablas con base en los datos obtenidos determinen la temperatura del agua expuesta diferentes condiciones mediante el uso del sensor de temperatura LM35 (con una precisión calibrada de 1 °C. Su rango de medición abarca desde -55 °C hasta 150 °C), al cual hicieron un revestimiento de la tecnología Arduino, logre así obtener la representación algebraica y sea capaz de comprender el comportamiento de la situación.
- Razón de cambio de una función. En esta actividad el alumno mide la distancia mediante el sensor ultrasónico HC-SR04 Arduino con el objetivo de encontrar la razón de cambio respecto al recorrido realizado y el comportamiento del movimiento.
- Razón de cambio de una función cuadrática: el propósito de esta actividad es que los estudiantes determinen la razón de cambio de tiros parabólicos mediante el uso del software Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education.

Se elaboraron y aplicaron también dos evaluaciones. La primera al finalizar actividades 1 y 2, con el propósito de valorar la habilidad de los estudiantes de identificar tablas y funciones. Otra al finalizar la actividad del uso del

sensor de temperatura LM35 para evaluar la habilidad de los alumnos de transitar entre las diferentes representaciones semióticas.

■ Avances de la investigación

En este apartado se presentan a grosso modo una descripción de los instrumentos de recolección de datos, así como un análisis comparativo de las respuestas de los 40 estudiantes que participaron en la aplicación de las cuatro secuencias didácticas, hojas de trabajo y hojas de evaluación. Donde a partir de estos instrumentos de medición sea posible el explorar el proceso que los alumnos utilizan para lograr reconocer la razón de cambio en diversas situaciones, así como realizar la transición entre las diferentes representaciones semióticas de la Teoría de Duval (2004, 2006) se menciona anteriormente en las fundamentaciones teóricas de la investigación.

Actividad 1. Análisis de tablas. Durante la implementación de esta investigación fue posible percatar que los estudiantes contaban con los conocimientos previos sobre la tabulación y graficación de funciones de una manera mecánica y sin una verdadera comprensión, puesto que no comprendían el comportamiento de las mismas con base en la variación de los parámetros, asimismo les resultó posible proponer una representación algebraica a diversas situaciones cotidianas no obstante al presentarse el caso inverso es decir, a partir de una función plantear una escenario que se adapte a la misma no les fue viable.

Actividad 2. Graficando mi realidad (Tablas, gráficas y funciones). Identificar las funciones y su comportamiento según la variación de los parámetros preponiendo situaciones de su contexto. En este punto es estudiante empieza a relacionar el cómo afectan los diversos parámetros el comportamiento de las funciones como se presenta en la Ilustración 1, además de presentar menor complicaciones para poder plantear hechos de la vida cotidiana a partir de una función

Actividad 3. Límites. Con base en la Génesis Instrumental de Trouche (2002) mediante el uso de dispositivos móviles de sensores en circunstancias de su contexto como es el variar la temperatura del agua como se muestra en la Ilustración 2.

Análisis de tablas

Actividad 1.
Completa los datos de cada tabla y responde las preguntas

m	n
0	3
1	10
2	17
3	24
4	31

$7m + 3$

1. Para ti, ¿qué representa la tabla?
Para mí representa el dinero que tendré ahorrando diariamente \$7 pesos, si antes de empezar a ahorrar tenía 3 pesos.
2. ¿Puedes producir los datos de la tabla?
Sí
3. ¿Qué valor corresponde al 5? ¿Cómo lo supiste?
38, ya que utilice la fórmula $7m + 3$ que concuerda con la sucesión de la tabla.
4. ¿Qué valor corresponde al 10?
73
5. ¿Qué valor corresponde al 12?
84
6. ¿Qué valor va con a?
 $a = 7m + 3$
7. Calcula el valor para 53. Argumenta tu respuesta.
374 $\frac{53}{7} = 7 \text{ R } 3$ $371 + 3 = 374$
 371
8. Calcula el valor para 7.9.
57.3
9. Dibuja la situación

Día 0.	Día 1	Día 2
$\begin{array}{c} \textcircled{1} \\ \textcircled{2} \\ \textcircled{3} \end{array}$	$\begin{array}{c} \textcircled{1} \textcircled{2} \textcircled{3} \\ \textcircled{4} \textcircled{5} \end{array}$	$\begin{array}{c} \textcircled{1} \textcircled{2} \textcircled{3} \\ \textcircled{4} \textcircled{5} \textcircled{6} \end{array}$
3	10	17

La situación es que desde el día 0 empecé con los 3 pesos que yo tenía y cada día guardo 7 pesos así que la sucesión va variando de 7 en 7 cada día.

Ilustración 1. Graficando mi realidad. Producto de estudiante. Fuente propia.

Los estudiantes fueron capaces de entender el comportamiento de la situación puesto que inicialmente consideraban una función lineal, no obstante, al profundizar el análisis lograron entender la situación relacionando una función entre la temperatura y el tiempo, además de expresar la existencia de límites según variase la temperatura del agua.

Actividad 4. Razón de cambio de una función. Posteriormente al emplear el sensor HC-SR04 los alumnos determinaron la distancia y comportamiento del movimiento de sus compañeros en un rango de 2 a 450cm, al poder relacionarse directamente con el sensor y ellos representar de manera física una función, lograron determinar cuál es el comportamiento de una función constante, lineal y cuadrática tomando en cuenta la distancia y el tiempo. Al ser agentes activos les fue posible relacionar en estos casos las mediciones realizadas con elementos matemáticos como son el límite y la razón de cambio, dándole un sentido al cálculo diferencial y sus potenciales aplicaciones además de lograr la transición entre las diferentes representaciones semióticas logrando cumplir los principios teóricos propuestos por Duval (2004,2006) y Trouche (2002) como se muestra en la Ilustración 3.

Actividad 5. Razón de cambio de una función cuadrática. Finalmente, los estudiantes determinan la razón de cambio de tiros parabólicos mediante el uso del software Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education el cual permite el análisis de video y construcción de modelos como se muestra en la Ilustración 4. En este punto los estudiantes ya eran conscientes de las posibles aplicaciones de las matemáticas en su vida cotidiana, además de haber comprendido qué representa una razón de cambio en diversas situaciones, así como lograr transferir aquello que se han aprendido a nuevos contextos realizando una conversión de las representaciones.

■ Reflexiones o conclusiones

Del análisis de resultados planteados se puede concluir que se consiguió identificar las dificultades que presentan los estudiantes para poder realizar una transformación (sea tratamiento o conversión) entre las representaciones y razón de cambio, cuando algunos de los estudiantes lograron identificar algunas de las conversiones y tratamientos que surgieron entre representaciones. Es posible percatarse que los estudiantes presentaron dificultades cuando se enfrentaron al tránsito de las representaciones sin intervención del profesor o sin dirección específica en las instrucciones de los reactivos.



Ilustración 2. Sensor LM35.

Fuente propia.

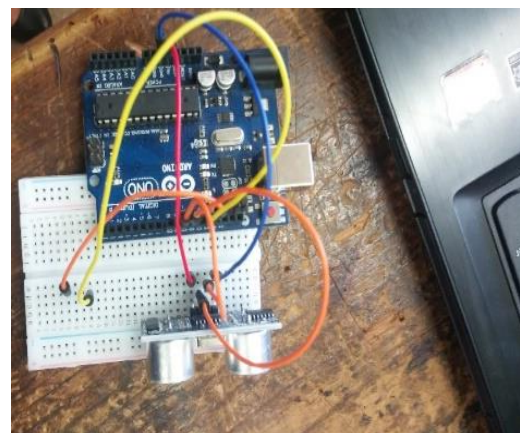


Ilustración 3. Sensor HC-SR04. Fuente propia.

Fuente propia.



Ilustración 4. Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education. Fuente propia.

Fuente propia.

Con base en los resultados obtenidos es posible hacer un análisis donde el diseño de estrategias de enseñanza-aprendizaje relacionadas con el contexto promueve la transformación de las representaciones semióticas para el aprendizaje significativo de las matemáticas utilizando conocimientos previos del estudiante, aplicándolos a situaciones reales mediante el uso de tecnologías del aprendizaje y el conocimiento, es posible inferir que la misma es verificable. Puesto que, al aplicar tanto la tecnología en este caso dispositivos móviles como diversos instrumentos fue posible promover la generación de un aprendizaje significativo, facilitando la relación de los nuevos aprendizajes con conocimientos previos y experiencias de los estudiantes.

Cuando se observaron estos resultados, hace que se cuestione ¿Cuáles son las dificultades que presentan los estudiantes al transitar entre las diferentes representaciones de las? Se identifica que surgieron sucesos de un amplio rango. Se advierte que estas dificultades no solo surgen de las deficiencias algebraicas, aritméticas y de conocimientos previos, sino que estas van más allá. Surgieron problemas notables con la habilidad lectora de los estudiantes, ya que, al presentar deficiencias en este sentido, les resultó difícil comprender y seguir las instrucciones planteadas en las hojas de trabajo.

Fue posible reparar también en el hecho de que algunos de los estudiantes no tienen suficientes habilidades para argumentar los procedimientos que utilizaron y mostraron vacilación al expresarse de manera escrita. Siéndoles más sencillo o accesible la comunicación verbal.

De igual forma la implementación y diseño de las estrategias de enseñanza y aprendizaje planteadas da una posible solución a la problemática localizada donde no se reconoce una relación real entre lo aprendido en el aula con su vida cotidiana, es decir los estudiantes ven a las matemáticas como algo ajeno a ellos. Por lo previamente presentado fue posible cambiar esa perspectiva de los alumnos a las mismas logrando así poder entender su entorno e incluso modelar su contexto.

Aunado a lo anterior, se potencializó el cumplimiento de uno de los retos de la educación situándonos en nivel medio superior, que es el enseñar al estudiante a pensar, por lo tanto es necesario el uso de estrategias de enseñanza-aprendizaje con el fin de favorecer competencias que puedan ser útiles en su contexto, las matemáticas requiere el realizar procesos específicos como conceptualizaciones, análisis y reflexiones, en este sentido cuando se trabaja con imágenes mentales representadas por medio de símbolos y signos con fin de comunicas información se tiene una representación semiótica.

Es importante destacar que el tipo de actividades diseñadas resultaron novedosas para el grupo de estudiantes. Algunos de ellos realizaron comentarios que hacían notar su preferencia hacia este tipo de manipulaciones tanto físicas como tecnológicas a las que no se habían enfrentado anteriormente. Manifestaron también su gusto por trabajar en equipos, ya que al hacerlo tenían no sólo un apoyo, sino que desarrollaban de manera más amplia la habilidad de defender su posición frente a ideas discordantes. Debido a esto es fue posible observar en ellos un cambio actitudinal, mayor destreza en la manipulación de los materiales, mejora en su habilidad para expresarse, sintetizar y redactar.

Se considera que el estudio y exploración de las actividades diseñadas con base en la tecnología Arduino lleva a los estudiantes a la comprensión de la variación en las diferentes situaciones, tal como se ha visto en el avance que se lleva de la experiencia. El uso de los dispositivos móviles como medio de colección y manipulación de los datos ha generado una gran motivación en los estudiantes.

Cabe mencionar que los estudiantes que participan en el proyecto fortalecen competencias tanto disciplinares como genéricas entre las que se puede resaltar:

- Aprende de forma autónoma
- Trabajar en forma colaborativa

- Participa con responsabilidad en la sociedad
- Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales.
- Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento.
- Cuantifica, representa y contrasta experimental o matemáticamente las magnitudes del espacio y las propiedades físicas de los objetos que lo rodean.
- Establece la interrelación ente la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos.
- Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.
- Explica el funcionamiento de máquinas de uso común a partir de nociones científicas.
- Diseña modelos o prototipos para resolver, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.

Con este proyecto se concluye que la implementación de actividades en Arduino apoya en forma significativa la construcción de ambientes de aprendizaje altamente estimulantes de creatividad y motivación personal en ambientes no escolarizados, además coadyuva en la enseñanza de las matemáticas y facilita la labor del docente, así como la participación del estudiante en estos procesos.

■ Referencias bibliográficas

- Arcavi, A. (2006). El desarrollo y el uso del sentido de los símbolos. *Números e Álgebra na aprendizagem da Matemática e na formação de professores*, 29-48.
- Arcavi, A. (2016). Miradas Matemáticas y Pensamiento Numérico. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (9).
- Arceo, D. (2006). *Enseñanza situada*. México: Mc Graw Hill.
- Artigue, M. (1998). Enseñanza y aprendizaje del análisis elemental: ¿Qué se puede aprender de las investigaciones didácticas y los cambios curriculares? *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME*, 1(1), 40-55.
- Artigue, M. (2004). Problemas y desafíos en educación matemática: ¿Qué nos ofrece hoy la didáctica de la matemática para afrontarlos? *Educación matemática*, 16(3).
- Bell, E. T. (2016). *Historia de las matemáticas*. Fondo de cultura económica.
- Calderón, D. I., & León, C.O. L. (2012). La ingeniería didáctica como metodología de investigación del discurso en el aula. *Lenguaje y Educación: Perspectivas metodológicas y teóricas para su estudio*, 71-104.
- Castellón A. 2009. Astronomía y Matemáticas,” Unión, Revista Latinoamericana de Educación Matemática, no. 20, pp. 113–116, 2009.
- Costa, P. 2014. Superficies cónicas: Aplicación a la arquitectura y el diseño. [Online]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2183/12666>.
- D’Amore, B., & Godino, J. D. (2006). Punti di vista antropologico ed ontosemiotico in Didattica della Matematica. *La matematica e la sua didattica*, 1, 9-38.
- Duval R. (1998). *Registro de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento*. En F. Hitt (Ed.). *Investigaciones en Matemática Educativa II*, (pp. 173-201). Grupo Editorial Iberoamérica: México.
- Duval, R. (1993). *Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitive de la pensée*. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 5: 37-65 (IREM de Strasbourg).
- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Cali: Universidad del Valle. Instituto de Educación y Pedagogía. Grupo de Educación Matemática.
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*. 61 (1): 103-131.

- Gaspar de Alba, A.; Flores, S. y Mederos, O. (2011). El aprendizaje de las Cónicas A Través del Uso de la Tecnología. Estados Unidos: Editorial Académica Española.
- Hitt, F. (1996) En Santos M. 1997 Principios y métodos en la resolución de problemas en el aprendizaje de las matemáticas. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Lupiañez, J. (2000). *Nuevos Acercamientos a la Historia de la Matemática a través de la Calculadora TI-92*. Universidad De Granada, España. Disponible en: <http://cumbia.ath.cx:591/pna/Archivos/LupianezJ00-2705.PDF>.
- Oviedo, L. M., Kanashiro, A. M., Bnzaquen, M., & Gorrochategui, M. (2012). Los registros semióticos de representación en matemática. *Aula Universitaria*, 1(13), 29-36.
- Ramírez, P. 2011. Elementos de cartografía matemática y su aplicación en la elaboración de las cartas geográficas, *Revista Geográfica de América Central*, vol. 46, no. 1, pp. 15–36, 2011. [Online]. Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/3290>.
- Rojas, P. J. (2009). Relación entre objeto matemático y sentidos en situaciones de transformación entre representaciones semióticas. *10º Encuentro Colombiano de Matemática Educativa*. Pasto, Colombia.
- Santos, M. (2001). Potencial didáctico del software dinámico en el aprendizaje de las matemáticas. *Avance y perspectiva* Vol. 20, 247-258.
- Schoendfeld, A. (1988). Mathematics, technology, and higher order thinking. In R.S. Nikerson & Sodhiates Eds *Technology in education*.
- Steen, L. (1990). *One the shoulder of giants. New approaches to numeracy*. Washington, D.C.: National Research Council of teachers of mathematics.
- Tamayo, Ó. E. (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista educación y pedagogía*, 18, 37-49.
- Trouche (2002) Genèses instrumentales, aspects individuels et collectifs. En: Guin, D. & Trouche, D. (Ed) *Calculatrices symboliques. Transformer un outil en un instrument du travail informatique: un problème didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage Editions.