

EL TABLET PC, UNA HERRAMIENTA MÓVIL PARA INCENTIVAR EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Adriana Maritza Matallana y Frey Rodríguez Pérez

Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá (Colombia)

Resumen

Este artículo describe una experiencia desarrollada durante el segundo semestre del año 2008, para el acercamiento a la función lineal y cuadrática en variable real a estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO). Se describe el estudio de una necesidad real existente en un acueducto rural que se planteó a los estudiantes a través de una serie de situaciones problema, empezando por una investigación del entorno sociocultural y finalizando con una visita al sitio de interés, en donde el uso de la herramienta móvil Tablet PC HP 4400, fue un factor decisivo en la manera como los estudiantes abordaron las diferentes problemáticas. Finalmente, se presentan los resultados de la experiencia en campo desde tres aspectos, el trabajo de los estudiantes, la interacción didáctica y los aportes de la herramienta móvil al aprendizaje de la función lineal y cuadrática en variable real.

Palabras clave: Aprendizaje situado, Tablet PC, situaciones problema

Abstract

This paper describes an experience developed in the second semester in 2008, in order to approach to the linear and quadratic function in real variable to students of the Engineering Faculty at the Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO). The study presents a real need that exist in rural aqueduct which was explained to students through a series of problem situations, beginning with a research of socio-cultural environment and ending with a visit to the place of interest, where the use of the Mobile tool Tablet PC HP 4400 was a crucial factor in the way as the students approached the different problems. Finally, the results of the experience in field from different aspects, the work of the students; didactic interaction and contribution of mobile tool to learning f the linear and quadratic function, in real variable, are presented here.

Keywords: Situated learning, Tablet PC, problem situations

Introducción

En este artículo se dan a conocer los resultados de una experiencia de campo en el acueducto veredal La María del municipio de San Antonio del Tequendama (Cundinamarca), desarrollada durante el segundo semestre de 2008. La pregunta que orienta el proceso de investigación es ¿qué aporta el uso de la herramienta móvil Tablet PC-HP 4400, al aprendizaje situado en el marco del estudio de la función lineal y cuadrática en variable real en estudiantes de primer semestre de la facultad de ingeniería?

Responder a este interrogante es fundamental para el Departamento de Ciencias Básicas de UNIMINUTO por dos razones. La primera tiene que ver con la necesidad identificar y aplicar aportes de diferentes teorías para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje del concepto de función de variable real como base para la modelación en contexto de ingeniería. La segunda razón tiene que ver con la importancia del análisis de la incorporación de herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas bajo posturas críticas y reflexivas. A su vez, la inclusión de las TIC en la educación matemática no se puede limitar al uso de herramientas graficadoras y de cálculo, sino que resulta importante analizar cómo se pueden usar para desarrollar procesos de argumentación, modelización y comunicación, incentivándolos desde la relación docente, estudiante, objeto matemático y tecnología.

Precisamente, en los cursos de precálculo, el tema de mayor interés es la función en variable real (Azcarate, 2000) ya que es una de las herramientas con la que los futuros ingenieros contarán para modelar situaciones en las cuales dos variables covarían entre sí, resultado de la relación de dependencia entre ellas. Tradicionalmente, la enseñanza de las funciones lineal y cuadrática en variable real se aborda desde el estudio de situaciones descontextualizadas sin

que estos objetos matemáticos tomen sentido para los estudiantes. Más aún, su estudio se realiza desde la representación algebraica que, como afirma Azcarate (1996), es la que presenta mayor dificultad para ellos. Dado que el curso de precálculo es una de las materias que presenta mayor mortalidad en el Departamento de Ciencias Básicas y, en ellos, el tema de funciones genera grandes dificultades a los estudiantes en el momento de abordar situaciones de modelamiento, se decidió abordar el estudio de la función desde las representaciones, teniendo en cuenta los referentes teóricos aportados por investigadores como Janvier, Duval, Godino, Azcarate, Font, Hitt, buscando analizar cómo puede ser favorecido aprovechando diversas características de dispositivos móviles (Tablet PC). Esto se desarrolló al interior de un proyecto apoyado por la empresa Hewlett Packard, la cual donó algunos computadores para su desarrollo.

Se buscó identificar sí características como la resistencia, fácil transporte, conectividad inalámbrica, fácil escritura (incorporación de lápiz óptico), disponibilidad y compatibilidad con diferentes software, y la posibilidad de un ambiente tipo agenda digital de estos equipos, complementaban el aprendizaje por medio de situaciones problema en las cuales se buscaba potenciar el aprendizaje situado y colaborativo que permitieran que las funciones lineal y cuadrática en variable real surgieran como herramientas para modelar relaciones de dependencia evidenciando que las matemáticas son un elemento importante en el desarrollo de la dimensión social y humanística de los estudiantes de ingeniería de UNIMINUTO.

Es por esto que en éste artículo se describen los soportes pedagógicos, matemáticos y tecnológicos que direccionaron ésta experiencia, la estrategia didáctica o diseño global de la propuesta de campo y la manera como se realizó su registro; por último, a partir de los resultados obtenidos durante la salida de campo y posterior

espacio de socialización, se comentan los aportes del uso de la herramienta móvil Tablet PC HP 4400 en el aprendizaje de la función lineal y cuadrática en estudiantes de ingeniería.

Metodología

En el año 2007, la Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO), después de participar en el programa Technology for Teaching (Tecnología para la Enseñanza) de la Empresa Hewlett Packard, recibió como donación 21 equipos portátiles. Éstos dispositivos se convirtieron en el insumo para el desarrollo del proyecto investigativo institucional TEACH ME (Technology, Engineering And Calculus Hewlett-Packard (HP) Mobile Environment), que involucraba la inclusión de esta tecnología en tres de los cursos que presentaban mayor pérdida académica en la Facultad de Ingeniería de UNIMINUTO: gestión básica de la información (GBI), precálculo y programación básica.

Para el grupo de investigación del curso de precálculo era fundamental analizar aspectos relacionados con la didáctica de las matemáticas utilizando este tipo de herramientas que permitieran no sólo su inclusión en el aula como apoyo a la presencialidad sino también hacer una reflexión frente a los aportes que éstas hacen al aprendizaje de los conceptos matemáticos. Para ello, fue necesario construir una propuesta de rediseño del curso que iba desde considerar cambios en la organización del programa de la asignatura hasta la logística necesaria para contar con el apoyo técnico para el desarrollo de las sesiones dentro y fuera de las aulas de clase.

Para identificar los aportes que los Tablet PC HP 4400 brindaban al aprendizaje situado, se organizó una experiencia de campo en el acueducto veredal “La María” del Municipio de San Antonio del Tequendama (Cundinamarca, Colombia), localizado a dos horas de Bogotá. El objetivo era

enfrentar a los estudiantes a una serie de situaciones a medida que conocían las estructuras y dispositivos que conforman un sistema de agua para el consumo humano. Durante el recorrido estuvieron acompañados por el docente de la asignatura, un docente de apoyo, un ingeniero civil conocedor de la obra, el fontanero o persona a cargo del funcionamiento del sistema y algunos pobladores de la región.

A la práctica asistieron un total de 28 estudiantes de los programas de ingeniería civil e ingeniería agroecológica divididos en grupos de cuatro personas. En la experiencia se utilizaron los 21 Tablet PC, cámaras digitales, celulares con conexión bluetooth y cintas o anemómetros, estos tres últimos de propiedad de los estudiantes.

Marco referencial pedagógico

Como referente fundamental se consideró la propuesta pedagógica de Freire (1989) enmarcada en su obra “Pedagogía de la libertad” que propone una educación crítica y problematizadora en la cual el individuo transforma su entorno social, educativo y cultural. Para Freire (1989), la educación debe vivir un cambio desde el aprendizaje declarativo (teorías) hasta el aprendizaje praxiológico (práctica). En la práctica del Acueducto, los estudiantes desarrollaron antes de la salida una investigación que les permitió conocer las características socioculturales del contexto de estudio y algunos elementos ingenieriles fundamentales asociados al diseño, construcción y mantenimiento de un sistema de abastecimiento de agua para el consumo humano.

Bajo la postura de Freire (1989), el acto de educar se considera como una posibilidad en el marco de un contexto social en el que se logra una competencia cuando hay un aprendizaje que luego se aplicará al pensar y al actuar, dejando a un lado lo fáctico. En el proyecto se pretendía que el estudiante:

- Enfrentara de manera comprometida una problemática cercana.
- Hiciera parte de la situación junto con el docente y otros actores propios del caso.
- Vivenciara la realidad social inmersa en una labor ingenieril.
- Entrara en diálogo con pares y dejara a un lado la educación de carácter espectador para entrar en un proceso de escuchar, visualizar, hablar, preguntar, tocar.
- Evidenciara la importancia de la matemática como herramienta para la solución de problemas sociales e ingenieriles.

Dentro de éste marco pedagógico se buscó fortalecer dos tipos de aprendizaje: el situado y el colaborativo. Como afirma Penagos (2007), la preocupación por la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos disciplinares y en concreto de los de ingeniería ha generado que numerosas investigaciones centren su atención en la cognición situada y en el aprendizaje social o de intercambio de ideas entre pares. Específicamente, desde la enseñanza de las matemáticas se debe salir del enfoque tradicional (aprendizajes declarativos, abstractos, descontextualizados, conocimientos poco útiles, escasamente motivantes y en general independientes de las prácticas sociales) con el fin de hacer que su estudio sea el camino y no el fin de la formación integral.

Frente a esto, el aprendizaje situado “es un producto de la interacción entre agentes y elementos del entorno; donde la utilización y adecuación de las herramientas con el medio circundante se tornan como premisas particulares en la construcción del conocimiento” (Penagos, 2007). Al respecto, Vigotsky (citado por Penagos, 2007) señala que “el aprendizaje es un proceso generado intencionalmente por el individuo, en el cual se internaliza el conocimiento externo, como resultado de la interacción entre la información procedente del medio y el sujeto; el alumno desempeña un rol activo en el proceso de construcción del conocimiento: es quien

aprende involucrándose con otros aprendientes (construcción social)”. Bajo este panorama, se buscó entonces un contexto que se transformará en un espacio de interacción en que los estudiantes negocian los significados con ayuda de otros pares como el docente, un ingeniero de campo, el personal de apoyo y pobladores de la zona.

Respecto al aprendizaje colaborativo apoyado en computador (CSCL), según Lucero (2003) “busca propiciar espacios en los cuales se dé el desarrollo de habilidades individuales y grupales a partir de la discusión entre los estudiantes a partir de la exploración de nuevos conceptos” y en donde según la misma autora, el aprendizaje se entiende como un “el conjunto de métodos de instrucción y entrenamiento apoyados con tecnología así como de estrategias para propiciar el desarrollo de habilidades mixtas (aprendizaje y desarrollo personal y social), donde cada miembro del grupo es responsable tanto de su aprendizaje como del de los restantes miembros del grupo”.

Marco referencial didáctico

Teniendo en cuenta investigaciones sobre el concepto función, de autores como Azcárate y Deulofeu (1996), en el marco de la presente investigación se considera que este objeto matemático se debe estudiar desde la variación para la formación en ingeniería. Según Azcárate (1996) para que una función esté bien definida es necesario que la regla $y = f(x)$ cumpla dos condiciones; primera, que toda x tenga una imagen, es decir que la función esté definida para todas y cada una de las x del dominio; segunda, que cada x tenga una sola imagen, es decir que no haya ambigüedad respecto a la imagen de cada x . Luego, una función está formada por un dominio, un conjunto de llegada y una regla que a cada elemento del dominio le hace corresponder un elemento único del conjunto de llegada. Dado que las funciones de mayor interés son las que expresan relaciones entre variables continuas

que presentan magnitudes como el espacio, el tiempo, la masa y tantas otras, se llama función real de variable real a toda función cuyo dominio y codominio es el conjunto de los números reales o un intervalo del mismo.

De otra parte, Giraldo y Matallana (2008) mencionan que en las últimas décadas los esfuerzos de no pocos autores se han centrado en el estudio de las representaciones de los objetos matemáticos como un camino de opciones en el desarrollo de estrategias para la comprensión de las matemáticas. Los fundamentos del estudio de las representaciones, específicamente del objeto función, se hallan en investigadores como Janvier (1987), Duval (1996), Azcárate (2000) y Font (2004). Estas mismas autoras muestran que tanto para Font (2004) como para Azcárate (2000), lo más importante es que el profesor reflexione sobre qué tipo de representaciones quiere que intervengan en su proceso de enseñanza-aprendizaje, de acuerdo con el conocimiento que tenga de sus estudiantes y del currículo que está desarrollando.

Marco referencial tecnológico

Las TIC han impactado la educación matemática y específicamente los procesos de enseñanza del concepto de función, dadas las posibilidades de ampliar los usos de las representaciones de este objeto, pasando de una noción puramente numérica y estática a ambientes completamente dinámicos donde es posible abordar de diferentes formas su definición y sus elementos. Se tiene claro que el estudio del concepto función no puede seguir siendo la rígida presentación de una definición y un teorema sino una experiencia investigativa donde el estudiante visualice, ordene, explore, compare, diseñe, represente, modele y explique las relaciones existentes entre variables o magnitudes que se hallan involucradas en una determinada situación, y donde las TIC han de ser un facilitador para el desarrollo de dichas habilidades. Al respecto, Hitt (2003) menciona que la

tarea está en saber incorporar de manera crítica, reflexiva y oportuna estas herramientas para que los estudiantes logren una verdadera comprensión del objeto matemático. Las tecnologías por sí solas no brindan nada novedoso en el acercamiento a la noción de función, pero orquestadas en un proceso pedagógico y didáctico bien fundamentado se transforman en un catalizador para el aprendizaje significativo en los estudiantes.

La herramienta móvil utilizada en la experiencia de campo que se describe en el presente artículo es el Tablet PC HP 4400 mostrado en la gráfica 1, cuyas características generales son: tamaño: 3,4 x 28,5 x 23,5 (cm), peso de 2 Kg aproximadamente, disco duro de 80 GB (5400 rpm), procesador Intel Core 2 Duo T5500 con Tecnología Móvil Intel® Centrino® Duo (1,66 GHz, FSB 667, caché L2 de 2 MB), dos dispositivos apuntadores optimizados (touchPad y pointstick) con zona de desplazamiento, pluma digital con borrador con correa y sujetador, mostrado en la gráfica 2 y pantalla XGA de 12.1" con ángulo de visualización amplio (resolución de 1024 x 768 y 16 millones de colores) y sensor de iluminación ambiental.

Además, este dispositivo móvil cuenta con un software llamado Windows® Journal que permite el uso de una agenda para toma de notas, hacer manuscritos y dibujos. Cuenta también con herramientas que le permiten convertir notas manuscritas en texto, importar archivos de gráficos y compartir notas con otras personas.

Gráfica 1. Tablet PC HP 4400.



Fuente: www.hp.com

Gráfica 2. Exploración del Tablet PC HP 4400.



Fuente: Autores.

Diseño de la experiencia y sistematización

La experiencia se desarrolló en tres etapas, cada una con un objetivo muy claro para los estudiantes:

- Reconocimiento de la herramienta tecnológica: familiarización con la herramienta desde el software incorporado en ésta y algunas herramientas libres que fueron instaladas (Graphmatic, Funciones para Windows® y Winplot, entre otras) y también desde el uso del hardware (uso del lápiz, bluetooth, transferencia de imágenes).
- Contextualización: caracterización sociocultural la región en donde se encuentra ubicado el acueducto, sensibilización ante el problema actual del recurso agua y acercamiento a algunos de los elementos que componen un sistema de acueducto.
- Salida de campo: desarrollo de una serie de situaciones problema directamente en campo utilizando como apoyo el Tablet PC HP 4400.

Reconocimiento de la herramienta tecnológica. Esta etapa se desarrolló en los tres primeros meses del semestre y tenía por objetivo lograr que los estudiantes conocieran el funcionamiento tanto del software como del hardware del Tablet PC HP 4400 y se adaptaran a su uso en el aula y en espacios fuera de ésta. Estas actividades tenían como referente conceptual el marco algebraico dando importancia al uso de las representaciones en el estudio de objetos matemáticos

como operaciones entre polinomios, ecuaciones, desigualdades, entre otros.

Contextualización. Esta etapa de preparación para el acercamiento al problema en campo incluyó tres fases de carácter investigativo:

- Fase de caracterización sociocultural del contexto. En ella se pedía a los estudiantes que a través de diferentes fuentes dieran cuenta de aspectos relativos al municipio de San Antonio del Tequendama y en especial a las veredas La María, Santibar y las Angustias como: localización, topografía, clima, hidrología, vías, sistemas de explotación agropecuario, economía, población, vivienda, servicios públicos y aspectos ambientales
- Fase de sensibilización ante el problema actual del recurso agua. De igual forma a través de una serie de preguntas direccionadoras se llevó a los estudiantes a la problemática existente en el país, frente al recurso agua pero en específico a nivel de los problemas de salud pública asociados a la mala calidad del agua utilizada para el consumo humano.
- Fase de acercamiento al saber específico ingenieril. Se organizó un seminario donde un estudiante de semestre superior y con gran experiencia laboral en la Empresa de Acueducto de Bogotá, compartió a sus compañeros de primero el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad. Esta actividad tenía como objetivo acercar a los estudiantes a aspectos propios de la ingeniería hidráulica, la operación de una red de acueducto y sus componentes básicos.

Salida de campo. Con los elementos anteriores, se organizó una salida de campo al Acueducto Veredal La María la cual se desarrollo en cuatro fases:

- Identificación del problema social. A través de una charla informal dada por un ingeniero civil los estudiantes conocieron la situación actual

del acueducto. De igual forma escucharon al fontanero o persona encargada del funcionamiento del sistema quien de manera general les informó de los problemas más frecuentes en el acueducto tanto a nivel de estructuras, válvulas, tramos de tuberías, entre otras. Cabe resaltar, que varios de los usuarios del sistema hicieron aportes a esta fase comentando a los estudiantes de los problemas sociales, administrativos y ambientales generados por mal funcionamiento del sistema actual.

- Acercamiento a la realidad ingenieril. El ingeniero civil de apoyo explicó de manera sencilla a los estudiantes los componentes del sistema de acueducto, su funcionamiento y mantenimiento. Utilizando un plano a escala ubicó el recorrido que se llevaría a cabo durante la visita e hizo un acercamiento a la interpretación de planos desde la altimetría (curvas de nivel) y la planimetría (localización de vías, quebradas, casas y estructuras hidráulicas).
- Planteamiento de las situaciones problema. A medida que se iba desarrollando el recorrido por las diferentes estructuras y el ingeniero de apoyo realizaba la respectiva explicación, los estudiantes iban abordando algunas situaciones problema dadas por el docente con ayuda de una plantilla construida en Windows® Journal. En esta fase se plantearon los dos problemas más importantes y que llevarían al uso de la función lineal y cuadrática. La primera necesidad era el cambio de la tubería de aducción (tramo bocatoma desarenador) debido a las constantes rupturas, baja capacidad de transporte y no cumplimiento de normas técnicas. Y la segunda frente a la necesidad de un sitio de almacenamiento, cercano al tanque de reserva, para la disposición de tuberías y accesorios.
- Fase de discusión. Los estudiantes planteaban propuestas de solución a las dos problemáticas centrales apoyados en la aplicación de la función lineal y cuadrática para lo cual el Tablet PC HP 4400 facilitaba el uso de diferentes representaciones.

- Fase de socialización. Se buscaba que los estudiantes discutieran sus soluciones entre sí y con el ingeniero de acompañamiento, el fontanero y los usuarios que acompañaban el recorrido, con el fin de escuchar las diversas opiniones y conocimientos del tema.
- Fase de institucionalización. Finalmente, una vez los grupos hacían sus respectivas discusiones, el docente invitaba a la discusión general en donde se establecían las condiciones de cada problema y su respectiva solución. Durante esta fase la participación del ingeniero de apoyo era fundamental, ya que se esperaba que las soluciones dadas por los estudiantes no sólo respondieran a una verdad matemática sino también al cumplimiento de una situación real con efectos económicos, sociales y ambientales.

Análisis y discusión de resultados

Desempeño de los estudiantes

Durante el desarrollo de las actividades, los investigadores observaron de manera permanente la actitud de los estudiantes, encontrando que ellos estaban más dispuestos y participativos en el momento de desarrollar las diferentes tareas a que eran enfrentados (Ver gráfica 3). Durante la actividad en el sitio de práctica, los docentes dejaron que los estudiantes interactuarán por iniciativa propia con el ingeniero, los usuarios y el fontanero, lo cual les permitió vivenciar la problemática planteada desde los directos afectados, reconociendo sus necesidades y limitaciones. A pesar de que las actividades fueron planteadas direccionadas hacia aplicaciones de conceptos matemáticos, los estudiantes mostraron interés por indagar frente a temáticas tales como saneamiento ambiental, hidráulica, estructuras, propias de su formación específica. Por su parte, el Tablet PC se convirtió en una herramienta muy valiosa en el momento de registrar información, facilitando su participación en las discusiones

que se daban alrededor de los diferentes cuestionamientos.

Gráfica 3: Interacción de los estudiantes con el ingeniero.



Fuente: Autores

Interacción didáctica

Ya que el objetivo de la actividad era enfrentar a los estudiantes a un contexto real era necesario partir de situaciones problema de forma que la interacción con el ambiente les brindara elementos para proponer conjeturas. Las matemáticas ayudaron a construir el camino que los llevó a la solución teniendo claro que eran ellos los responsables de proponer soluciones que debían ser estudiadas con los pares (los habitantes del sector, el experto en ingeniería y la persona encargada del mantenimiento del sistema) llegando a acuerdos que beneficiaran principalmente a los afectados. Los docentes se convirtieron en espectadores pues fueron los estudiantes quienes desarrollaron la actividad. A la hora de identificar los problemas sociales los estudiantes se mostraron interesados y comprometidos, al punto que en sus discusiones proponían soluciones a partir de los elementos que habían logrado desde otras asignaturas y sus propias experiencias que los llevaron a decidir por dicha formación profesional.

Durante la fase de acercamiento a la realidad ingenieril, los estudiantes utilizaron el Tablet PC para representar, a través de bosquejos y

diagramas a mano alzada sobre Windows® Journal, la manera como percibían los componentes estructurales del acueducto. En sus producciones se evidencia la manera intuitiva como empiezan a identificar los diferentes componentes y su funcionamiento. En la gráfica 4 se muestra una representación de la bocatoma, en donde se señala el dimensionamiento hecho por ellos y se muestran los elementos de mayor impacto. El uso de éste tipo de representaciones, permitió a los estudiantes construir un modelo gráfico de la obra, fundamental en el análisis de una situación problema y hacer el respectivo análisis.

Gráfica 4: Uso del Tablet PC para el registro gráfico del área de la bocatoma.



Fuente: Autores

Para el desarrollo de la actividad en campo fueron propuestas dos situaciones problema: una direccionada hacia la función primer grado y la otra hacia la función cuadrática. En el caso de la función de primer grado se le pedía a los estudiantes que escogieran el lugar más económico para comprar tubería PVC 3" para reparar un tramo de conducción del sistema; esto llevó a la aplicación de la función lineal y afín. Los estudiantes hicieron uso de diferentes formas de representación y de conversión entre representaciones (específicamente, la de modelación que consiste en ir de la representación tabular a la ecuación). En relación a la función cuadrática se propuso una situación referente a la maximización de un área para almacenar tubería, teniendo en cuenta una serie de consideraciones técnicas,

lo cual hacía que las conjeturas matemáticas hechas por los estudiantes se vieran condicionadas por los aspectos técnicos de la situación.

En la gráfica 5 se presentan las especificaciones técnicas dadas a los estudiantes en la plantilla en Windows® Journal.

Gráfica 5: Plantilla de trabajo dada a los estudiantes.

GUIA DE INSTALACION

Transporte y Almacenamiento

A. Los tramos de Tuberia PVC/DI deben almacenarse de tal manera que la longitud del tramo esté soportada a un nivel, con las campanas de la Unión Plástico totalmente libres. Si para la primera hilada de Tubería no puede suministrarse una plancha total, puede usarse bloques de madera, de no menos de 9 cm de ancho y espaciados a un máximo de 1.50 mts.

B. Durante el transporte deben amarrarse los tubos para protegerlos. Los amarras no deben cortar o distorsionar la Tubería y debe ponerse un cartón o cualquier otra protección entre el tubo y el amarra. No debe ponerse carga adicional encima de los tramos de Tubería PVC/DI.

C. Para el almacenamiento en la obra, deben separarse los tubos por tamaño y amarrarse como se indica en la figura. Deben ponerse bajo la primera hilada bloques de madera según las especificaciones del punto A. No debe aplastarse en altura mayor a 1.50 metros.

D. Cuando la Tubería está expuesta a un sol muy intenso, debe proveerse algún tipo de sombra. Esto puede hacerse, por ejemplo, con un plástico de color azul o negro.

1. Durante la carga y descarga de los tubos no los arraje al piso, ni los golpees. 2. Transportélos sin amarrarlos por el suelo.

Almacenamiento Sobre Tierra Nivelada

1. Almacénelos sobre el piso nivelado, con dos zorjas para proteger las campanas de la primera hilada.

2. Coloque los parales laterales y amárrelos.

3. Déje una distancia (equivalente a dos campanas) entre la campana y el espejo de la primera hilada, para acomodar las campanas de la segunda hilada de tubos, correspondiente a la longitud de las mismas.

4. La tercera hilada se debe tender en la misma forma que la primera y la cuarta similar a la segunda y así sucesivamente.

Alternativa de Almacenamiento

Cuando el área lo permita, se puede almacenar la Tubería en la siguiente forma:

INCORRECTO Detalle "A" Ver Detalle "A"

CORRECTO

Cuando el almacenamiento de Tubería se hace libre debe protegerse de los rayos del sol, colocándose bajo una cubierta que no permita el paso de la luz directa, que tenga suficiente ventilación y aplastada siempre a una altura no mayor de 1.50 mts. El tiempo máximo de almacenamiento a la intemperie sin protección es de 30 días.

Fuente: Autores

A la hora de encontrar las medidas del lote con la mayor área, para los estudiantes la información técnica jugó un papel fundamental. Ya no solamente se trataba de plantear un modelo cuadrático y encontrar características como el punto extremo y los ceros de la función, sino que también analizar como los resultados numéricos tenían sentido desde las especificaciones técnicas.

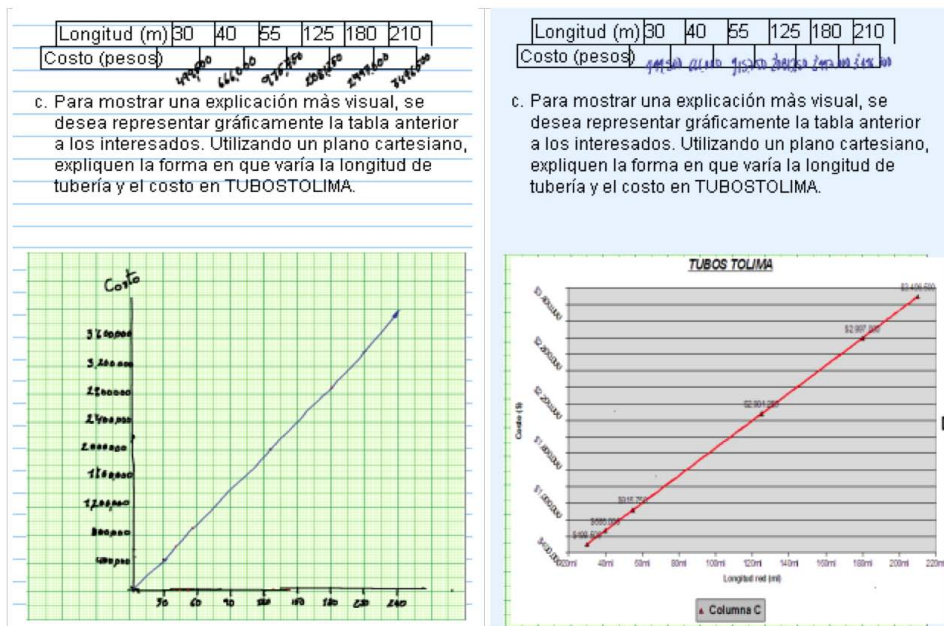
La herramienta móvil en relación al tratamiento de la función lineal y cuadrática

Teniendo en cuenta las producciones de los estudiantes, el apoyo que brindan los Tablet PC al aprendizaje de la función en variable real se centra en la facilidad que permite para el uso de diferentes representaciones gráficas y el paso de la representación tabular a la gráfica (modelar) con ayuda de Excel. En la gráfica 6 se presentan

las producciones de dos estudiantes, en una de ellas se observa el uso dado a la plantilla en papel milimetrado para representar la función, proceso muy similar al que se hace en el ambiente lápiz y papel; y en la segunda cómo la información tabular la lleva a Excel y utilizando “herramientas para gráficos” ajusta un modelo lineal.

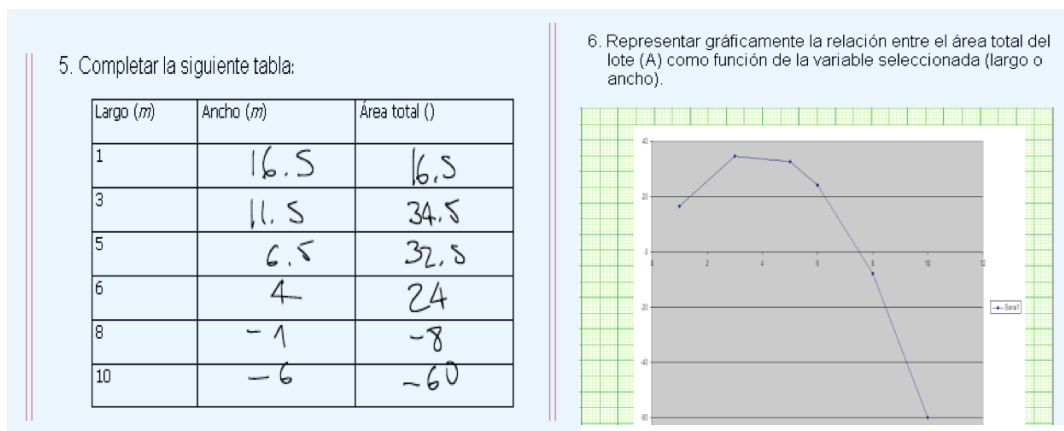
En el caso de la situación que llevaba a la función cuadrática se evidencia un manejo de Excel como recurso evidente de modelización de una situación que les permite llegar a la representación algebraica. En la gráfica 7 se muestra la tabla construida por los estudiantes y luego el resultado gráfico del modelo de mejor ajuste. En otras palabras, se evidencia como los estudiantes hacen uso de herramientas ofimáticas incluidas en el Tablet PC para modelar, dejando a un lado el tradicional proceso algorítmico.

Gráfica 6: Producciones de dos estudiantes en la experiencia sobre función lineal.



Fuente: Autores

Gráfica 7: Respuesta de un estudiante en una actividad sobre función cuadrática



Fuente: Autores

Conclusiones

La necesidad de dar solución al problema planteado, exigió a los estudiantes recurrir a pre-conceptos y conceptos que en algún momento trabajaron, pero ahora con un sentido y utilidad. Las actividades planteadas permitieron que la función lineal y la función cuadrática se utilizaran como el camino para resolver las situaciones.

La función lineal les permitió hacer una comparación no solo aritmética sino visual, generando seguridad en el momento de tomar decisiones. La función cuadrática les llevó a determinar cuál era la mejor opción en una situación de maximización de áreas y economía de gastos.

La posibilidad de tener a mano varias representaciones de una misma función permite a los

estudiantes no solo dar argumentos justificados de sus decisiones, sino también establecer hipótesis al hacer cambio de variables. Esto los condujo a participar y cuestionar al ingeniero acompañante sobre diferentes resultados en posibles circunstancias. De esta forma, la función deja de ser un concepto del aula y se transforma en una herramienta para toma de decisiones.

Las virtudes del uso de herramientas móviles como Tablet PC-HP 4400, permite que con mayor agilidad y rapidez, los estudiantes tengan acceso a gráficos, imágenes y fotos creados por ellos mismos. Sin embargo, el no tenerlos no evitaría enfrentarse a las situaciones y al contexto escogido. Por esa razón, el uso de los computadores debe hacerse teniendo siempre presente que son sus usuarios los que aprovechan su potencial. Esto se logra diseñando actividades apropiadas.

En términos generales, las matemáticas aparecieron como un elemento confiable para interpretar información en un contexto cercanos a ellos (también se hicieron experiencias en un museo, en una cancha de baloncesto, en una zona verde

próxima a la universidad) y para dar respuesta a las preguntas establecidas en las actividades.

La etapa de contextualización fue importante en la medida que llevó a los estudiantes a tomar una actitud crítica frente al problema del recurso agua en nuestro medio, situación que se evidenció en la calidad de las investigaciones realizadas por ellos. Cabe agregar que varios de los estudiantes, por su cuenta, estuvieron con anterioridad a la salida de campo en lugares como la Alcaldía de San Antonio del Tequendama, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, la Gobernación de Cundinamarca y otras entidades relacionadas con los sistemas de abastecimiento de agua potable.

En la fase de acercamiento al saber específico ingenieril se utilizó una plantilla en Power Point con la cual se presentó a los estudiantes un panorama de los componentes y funcionamiento de un acueducto. Este espacio sirvió no sólo para contextualizar los estudiantes en aspectos relacionados con las estructuras, la hidráulica y el saneamiento ambiental, sino que se transformó en un ambiente de discusión en el cual los estudiantes socializaron algunos de los elementos identificados a lo largo de la investigación.

Referencias

- Azcárate, C. (2000). *Funciones*. G. P.P. Matemáticas.
- Azcárate, C. y Deulofeu, J. (1996). *Funciones y Gráficas*. España, Editorial Síntesis.
- Freire, P. (1989). *La educación como práctica de la libertad*. Madrid, Siglo XXI.
- Hitt, F. (2003). Una reflexión sobre la construcción de conceptos matemáticos en ambientes con tecnología. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, (2), Vol. X.
- Janvier, C. (1987). *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics*. Université du Québec á Montreal. Canadá, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Duval, R. (1996). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Edición en Castellano. Colombia, Universidad del Valle.
- Font, V., Godino, J. y D'Amore, B. (2004-2006). *Enfoque ontosemiótico de las representaciones en educación matemática*. España, Universidad de Barcelona, Universidad de Granada, Universidad de Bolonia.
- Giraldo, S. y Matallana, A. (2003). *Análisis de las representaciones de funciones de variable real en dos textos universitarios utilizados en contextos de ciencias empresariales y administrativas*. Tesis de Maestría, Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional.
- Lucero, M (2003). *Entre el trabajo colaborativo y el aprendizaje colaborativo*. *Revista Iberoamericana de Educación*. ISSN: 1681-5653.
- Penagos, H. (2007). *El aprendizaje situado como una alternativa en la formación de competencias en ingeniería*. *Revista Educación en Ingeniería*, (4) Diciembre, Bogotá, ACOFI.

Sobre los autores

Frey Rodríguez Pérez

Docente e investigador del Departamento de Ciencias Básicas de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, candidato a Magister en Informática Educativa. Calle 83A No. 72-38, Bogotá (Colombia). Teléfono: 57 1 2916520 ext. 6615. frodriguez@uniminuto.edu

Adriana Maritza Matallana Murcia

Magister en docencia de las matemáticas, docente y coordinadora de investigación del Departamento de Ciencias Básicas de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Calle 83A No. 72-38, Bogotá (Colombia). Teléfono: 57 1 2916520 ext. 6615. amatallana@uniminuto.edu

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.