

## MEDICIÓN DEL PH DEL SUELO CON SENSOR: UNA EXPERIENCIA ESCALONADA EN DOS NIVELES

**Alicia López-Betancourt, Martha Leticia García Rodríguez, Alma Alicia Benítez Pérez**

Universidad Juárez del Estado de Durango. (México), Instituto Politécnico Nacional (México)

ablopez@ujed.mx, marthagarcia@gmail.com

**Palabras clave:** ph, sensor, variación, interpolación

**Key words:** ph, sensor, variation, interpolation

**RESUMEN:** El presente reporte presenta los resultados de resolver un problema en contexto en este caso la medición del Ph del suelo en dos niveles: bachillerato y Licenciatura. Para el primer nivel tuvo el propósito de tener un acercamiento al concepto de variación mientras que para el caso de licenciatura conectar los datos del Ph con el tema de interpolación numérica. Los resultados muestran para ambos casos que el resolver un problema en contexto motiva a los estudiantes y genera un ambiente de aprendizaje. Los estudiantes de bachillerato muestran dificultades algebraicas básicas. Por su parte los estudiantes de licenciatura conectan los contenidos de interpolación dejando de lado el análisis.

**ABSTRACT:** This report presents the results of solving a problem in context in this case the measurement of soil pH on two levels: undergraduate and graduate. For the first level was intended to have an approach to the concept of variation while in the case of undergraduate Ph connect data with the issue of numerical interpolation. The results show that in both cases the problem solving context and the use of a sensor motivates students and creates a learning environment. High school students show basic algebraic problems. While undergraduate students connect the contents aside interpolation analysis.

## ■ ANTECEDENTES

El discurso educativo a nivel local, nacional e internacional encamina a la enseñanza de las Matemáticas para la incorporación de recursos tecnológicos. Además en los últimos años se ha hecho hincapié en la necesidad de que los estudiantes aprendan a resolver problemas en contexto. En relación con lo anterior el Cuerpo Académico (CA) de Matemática Educativa, de la UJED, desde el 2010 emprende un proyecto para el desarrollo de competencias matemáticas en ambientes con tecnología (López-Betancourt, A. 2013) que junto con la ESIME y el CECyT no 11 se ha emprendido diferentes estrategias didácticas para incorporar, como sugiere Hitt Espinoza (2013), la tecnología en las aulas matemáticas.

Sin embargo la incorporación de los recursos tecnológicos conlleva varias dificultades entre las cuales se puede señalar las siguientes: falta de equipo, falta de preparación de los docentes, presupuesto inadecuado, asistencia y mantenimiento de equipo, resistencia individual al cambio, el tiempo requerido, escasez de líderes, falta de iniciativa, falta de un plan para la utilización de la tecnología y una extensa colección de software educativo.

Diferentes investigadores apoyan la incorporación de recursos tecnológicos, como Hitt Espinoza (2007) y se han tomado las directrices de este investigador al incorporar la tecnología en las aulas conscientes de que no es una tarea sencilla y con el uso reflexivo de la misma. Estas líneas de investigación se han bajado en investigaciones realizadas en nivel secundaria en Durango, México, (Alvarado, Carmona, López Betancourt y Mata, 2014).

Además la postura de la Secretaría de Educación Pública, en México a través de la Reforma Integral del Bachillerato señala la importancia de desarrollar diferentes competencias en matemáticas, tales como: emplear los modelos matemáticos para representar adecuadamente situaciones y problemas, así como transferir conceptos matemáticos para interpretar fenómenos y situaciones en el contexto de otras disciplinas así como en situaciones de la vida real. Por lo anterior la presente investigación propone un problema en contexto, utilizando un sensor para desarrollar los conceptos de variación e interpolación en los niveles de bachillerato y licenciatura.

## ■ FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El presente trabajo toma como soporte teórico la teoría de las representaciones semióticas de Duval (1993), quien afirma que no se debe confundir a los objetos matemáticos con su representación y tiene por objeto analizar y documentar la conceptualización de variación e interpolación en estudiantes de dos niveles, bachillerato y licenciatura, al realizar la medición del Ph del suelo.

Las representaciones mentales cubren al conjunto de imágenes y globalmente, a las concepciones que un individuo puede tener sobre un objeto, sobre una situación y sobre lo que les está asociado. Las representaciones semióticas son producciones constituidas por el empleo de signos que pertenecen a un sistema de representación. Es así como los objetos matemáticos no pueden ser accesibles. Otras profesiones tienen al objeto y lo pueden ver o tocar tales como los médicos o veterinarios. Acceder a los conceptos matemáticos es posible a través de sus representaciones semióticas. Los aprendices de las matemáticas deberán realizar transformaciones entre las diferentes representaciones para acceder al concepto matemático. El fenómeno de la representación se refiere y abarca a la comunicación, al funcionamiento cognitivo del pensamiento

y a la comprensión. Las representaciones semióticas muestran y utilizan registros diferentes. En su trabajo Duval presenta la noesis y semiois

## ■ MÉTODO

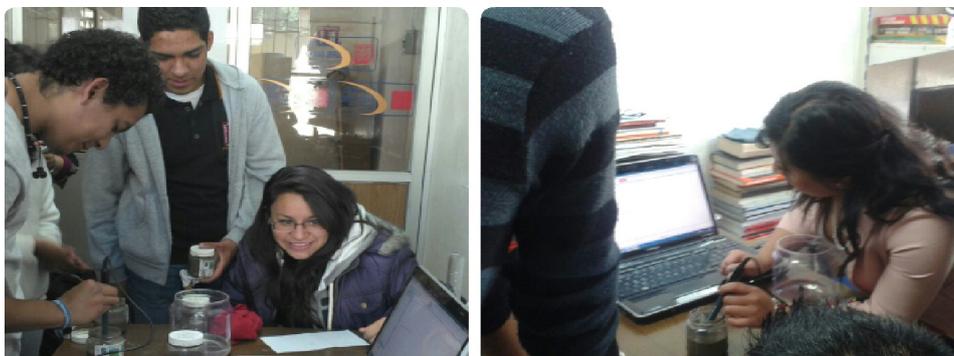
La presente investigación es de corte cualitativo y toma como soporte la metodología ACODESA de Hitt (2007), la cual conecta: la investigación en didáctica de las matemáticas, el acercamiento individual en la construcción del conocimiento y el acercamiento social en la construcción social del conocimiento. Las cinco fases principales de ACODESA son: 1. El trabajo individual que implica comprender la tarea, 2. El trabajo en equipo sobre la misma tarea en la cual están los procesos de discusión y validación, 3. Debate caracterizado por procesos de discusión y validación, 5. Institucionalización del conocimiento. Para el nivel de bachillerato fue un grupo de segundo año conformado por 40 estudiantes, se trabajó con ellos una semana. Se conformaron ocho equipos de cinco personas y se tomó el criterio de que su vivienda estuviera en el mismo sector de la ciudad para tomar las muestras de tierra. Cada equipo tenía que tomar cinco muestras de suelo a diferente profundidad. El segundo día se tomaron las mediciones del Ph, usando un sensor. El tercer día resolvieron una hoja de trabajo previamente diseñada con base en Duval (1993) y con el propósito de que los estudiantes regresen a papel y lápiz, acorde con Hitt y Cols (2009). Esto permitió por un lado que los estudiantes reflexionaran sobre el concepto de variación y plasmarán sus propias representaciones institucionales. Los dos días restantes presentaron sus resultados al resto del grupo así como escribieron una carta al presidente municipal para relatar sus hallazgos.

Para el caso de licenciatura, fueron cinco equipos de la clase de análisis numérico, por el espacio disponible, se exponen los resultados de un solo equipo que también trabajaron con el sensor de Ph. También tomaron muestras en diferentes zonas de la ciudad. El propósito fue conectar los conocimientos adquiridos durante el semestre en un tema de investigación para presentarlo como su trabajo final.

## ■ RESULTADOS

Se observó que los estudiantes se mostraron motivados desde el primer día que nos presentamos. Se les dio una breve explicación del Ph. La conformación de equipos no tuvo inconvenientes a pesar de que no fue por afinidad. Los estudiantes desde ese día formaron un grupo en *whatsapp* y se mantuvieron en constante comunicación por este medio. Consideramos que al hacerlos a ellos partícipes de la práctica fue gestando un compromiso de ellos hacia la tarea. Esto favoreció el ambiente de aprendizaje al contar con motivación y disposición de los estudiantes. Asimismo al hablarles del sensor estuvieron muy atentos. Enseguida, se presenta las etapas al aplicar ACODESA, para el grupo de bachillerato, en la medición del Ph. En lo correspondiente a comprender la tarea, los estudiantes recolectaron sus propias muestras de tierra, siguiendo las indicaciones que se les había dado previamente. El primer día de trabajo los estudiantes se mostraron disciplinados y ordenados para tomar las mediciones con el sensor, debido a que sólo se contaba con uno. La toma de datos con el sensor fue un momento muy importante para la práctica, constituyó la base para poder realizar la hoja de trabajo, se les guio y ellos realizaban la toma y lectura de los datos del Ph. Se mostraron interesados y atentos a los datos que aparecían en la pantalla. (Ver figura 1)

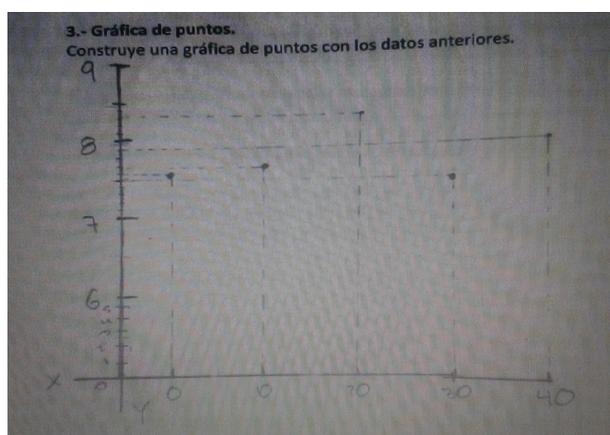
**Figura 1.** Toma de datos con el sensor del Ph, estudiantes de bachillerato



En la etapa de trabajo en equipo, se favoreció la comunicación de ideas y la interacción social, tanto para el problema de medición del Ph como de conceptos matemáticos en este caso variación. Sin embargo se presentaron algunas representaciones institucionales con errores como el presentado en la figura 2, en el cual los estudiantes no precisaron la abscisa cero con 0 cm de profundidad. La comunicación de ideas en este caso fue errónea y todo el equipo tuvo este problema.

La etapa del debate se generó al trabajar en equipo. Los estudiantes argumentaban y comparaban sus resultados. Para la auto reflexión, se les dejó algunas preguntas de la hoja de trabajo. Hubo una fase que no se pudo concluir, cada equipo debía pasar sus datos a los otros equipos y resolver otra hoja de trabajo en la cual compararían resultados por zona del Ph, debido a que la profesora que habíamos solicitado su hora decidió ya no hacerlo. Finalmente los estudiantes presentaron sus resultados por equipo ante el grupo, con cárteles asimismo leyeron las cartas dirigidas al presidente municipal, en las cuales le expresaban el cómo con la medición del Ph del suelo y las matemáticas ayudaban a determinar si el suelo favorecía ciertas plantas para que en la ciudad hubiera más áreas verdes.

**Figura 2.** Representación gráfica



Al llenar la tabla con las variaciones verticales y horizontales los estudiantes en general presentaron errores tales como: manejo de signos e identificación de las abscisas y ordenadas. Así como dificultad para conectar sus datos al lenguaje algebraico. Ver figura 3.

Sólo dos de los 25 estudiantes que respondieron por completo la tabla de puntos, obtuvieron todas sus respuestas correctas. Representando el 5% de los estudiantes que completaron la hoja de trabajo. Estos errores y dificultades algebraicas obstaculizaron el acercamiento al concepto de variación.

**Figura 3.** Tabla de llenado para cambio vertical, horizontal

Abscisas (x)	Ordenadas (y)	Coordenadas (x,y)	Cambio vertical	Cambio horizontal	Cociente Cambio vertical / Cambio horizontal
0	6.78	$P(x_1, y_1) = (0, 6.78)$			
10	7.56	$P(x_2, y_2) = (10, 7.56)$	$(y_2 - y_1) = 6.78$	$(x_2 - x_1) = (10, 0)$	$\frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} = -$
20	7.40	$P(x_3, y_3) = (20, 7.40)$	$(y_3 - y_2) = 7.40 - 7.56$	$(x_3 - x_2) = (20, 10)$	$\frac{7.40 - 7.56}{20 - 10} = -0.016$
30	7.87	$P(x_4, y_4) = (30, 7.87)$	$(y_4 - y_3) = 7.87 - 7.40$	$(x_4 - x_3) = (30, 20)$	$\frac{7.87 - 7.40}{30 - 20} = 0.047$
40	7.68	$P(x_5, y_5) = (40, 7.68)$	$(y_5 - y_4) = 7.68 - 7.87$	$(x_5 - x_4) = (40, 30)$	$\frac{7.68 - 7.87}{40 - 30} = -0.019$

Ahora bien, para el caso del equipo seleccionado estudian la licenciatura en matemáticas aplicadas, por lo que las condiciones de los aprendices difieren sustancialmente al caso del bachillerato. Podemos comentar que una dificultad inicial fue la precisión del tema a investigar, entender la tarea fue un reto para los estudiantes, esto se comprobó en las asesorías que se tuvieron:

- *Estamos pensando en trabajar el tema que usted propuso de medir el Ph del suelo, pero todavía no sabemos en dónde*
- *Profesora, ya estuvimos pensando y vamos a realizar la toma de muestras en diferentes zonas de la ciudad, ¿cómo ve? Y comprobar diferencias entre las muestras,*

La asesoría en las cinco semanas permitió verificar que al estar trabajando continuamente en este problema, las estudiantes discutían acerca del problema, por ejemplo, en una de las sesiones comentaron:

*-Profesora ya tenemos las muestras de las cinco zonas pero mi compañera dice que no vamos a poder realizar la comparación, porque tendríamos que tener más muestras de la misma zona y poder obtener la media. ¿Usted qué opina? Y cómo también vamos a obtener un polinomio interpolador contar con más datos.*

*Estos procesos de validación y discusión favorecieron el debate entre el equipo, confrontaban sus ideas y argumentaban su postura tanto en la etapa de recolección de las muestras cómo en la parte de la conexión del contenido matemático de interpolación numérica Se precisó como el*

bagaje de conocimientos previos de las alumnas de licenciatura les permite conectar hacia otros contenidos como fue el de estadística. Mostraron mayor soporte teórico y eso les favoreció al aplicarlos en el problema en contexto. Si consideramos que les faltó mayor análisis en los polinomios de interpolación y se quedaron en esa fase de coordinación. El equipo logró recolectar sus datos adecuadamente, trabajó el polinomio de interpolación, realizó la representación gráfica pero no coordina los registros de representación.

Un segundo debate se llevó a cabo el Encuentro Estudiantil de Matemáticas Aplicadas realizado al interior de la facultad. El equipo presentó su trabajo ante sus pares y profesores. En la sesión de preguntas presentaron seguridad en su propuesta y resultados, algunas preguntas las hicieron pensar en ese momento y argumentar con sustento matemático que habían trabajado y desarrollado en el transcurso de la investigación. Para los dos casos bachillerato y licenciatura la institucionalización del conocimiento para los conceptos de variación e interpolación no se logró.

## ■ CONCLUSIONES

Esta sección se presenta en tres aspectos: 1. El sensor como recurso tecnológico para apoyar la tarea; 2. El problema en contexto y su conexión al contenido matemático; 3. El contrastar de los resultados con el referente teórico de Duval (2003) y la propuesta metodológica de ACODESA.

Para el punto uno, La medición con el sensor fue un detonante para la motivación de los grupos y la generación de un ambiente de aprendizaje caracterizado por estudiantes motivados, comprometidos y con disposición a la tarea emprendida. El aula fue transformada de estática a dinámica con una fuerte interacción social. Lo cual permitió que los estudiantes transitaran de un estado pasivo a promotores de su propio conocimiento. Se subraya que los recursos tecnológicos son adaptables a diferentes contenidos matemáticos y niveles de estudio.

En lo que respecta al punto de contrastar los resultados con los referentes teóricos, se encontró que las representaciones que los estudiantes de bachillerato lograron fue la tabular. En la representación gráfica algunos de ellos presentaron errores como los mencionados en este reporte, vemos como la conexión de los datos reales al plano cartesiano presentó esta dificultad. Para el acercamiento al concepto de variación los estudiantes se vieron limitados por conocimientos previos no adquiridos como manejo adecuado de operaciones con números reales. Centramos la atención en la dificultad del lenguaje algebraico de los estudiantes. Por su parte la metodología ACODESA apoyó la exploración de los dos grupos. Cada etapa se pudo precisar y responder con los resultados. Las etapas de validación, discusión y debate estuvieron presentes de forma dialéctica a lo largo de la exploración. Consideramos que es necesario y urgente incorporar en las aulas de matemáticas. Por último para el aspecto del problema en contexto, se considera que la resolución de este tipo de problemas mediados con recursos tecnológicos para que los estudiantes le den significado a los contenidos matemáticos. A su vez el profesor podrá precisar las dificultades conceptuales de los estudiantes.

A través de estas dos exploraciones se precisa que es factible la resolución de problemas en contexto en los diferentes niveles, en este caso fue en bachillerato y licenciatura pero consideramos esto se puede extender en el nivel básico.

En este sentido es necesario el diseño de materiales y libros de texto que incorporen la tecnología de forma reflexiva y con la planificación de actividades acorde con Hitt Espinoza y Cortés Zavala (2009).

#### ■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado Monroy, A., Carmona Guadalupe, López Betancourt, A. y Mata Romero A. (2014). Construyendo el significado de quilataje con Netlogo. *Uso de Tecnologías en Matemática Educativa. Investigaciones y Propuestas*. <http://www.amitem.edu.mx>. Recuperado el 15 mayo del 2015.
- Duval, R. (1993). Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo de pensamiento. *Investigaciones en Matemática Educativa II*. (pp. 188-231). Grupo Editorial Iberoamérica. México.
- Hitt Espinoza F., (2007). Utilisation de calculatrices symboliques dans le cadre d'une méthode d'apprentissage collaboratif, de débat scientifique et d'auto-réflexion. In M. Baron, D. Guin et L. Trouche (Éditeurs), *Environnements informatisés et ressources numériques pour l'apprentissage conception et usages, regards croisés* (pp. 65-88). Éditorial Hermes.
- \_\_\_\_\_. (2013). ¿Qué tecnología utilizar en el aula de matemáticas y por qué? *En Revista Electrónica AMIUTEM*. 1(1), 1-18.
- Hitt Espinoza F., y Cortés Zavala José Carlos. (2009). Planificación de actividades en un curso sobre la adquisición de competencias en la modelización matemática y uso de calculadoras con posibilidades gráficas. *En Revista Digital Educación e Internet*. 10(1), 1-30.
- López-Betancourt, A. (Ed). (2013). Tópicos Selectos de Matemáticas en Ambientes con Tecnología. Ed. UJED. En formato electrónico.