

## **USO DE SENSORES EN CLASE DE QUÍMICA Y EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS**

### **USE OF SENSORS IN CHEMISTRY CLASS AND THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFICCOMPETENCE**

**BELTRAN MOLINA, JHON JAIRO**

[jjbeltranm@unal.edu.co](mailto:jjbeltranm@unal.edu.co)

**GOMEZ AGUILAR, DORA LUZ**

Universidad Pedagógica Nacional

#### **RESUMEN**

Los resultados obtenidos por los estudiantes de educación media, en los años 2008 y 2009 en Colombia, en el examen de estado aplicado por el ICFES y en las pruebas internacionales como PISA, se concluye que aún hay trabajo por realizar en la escuela con el fin de fomentar el desarrollo de las competencias científicas. Los colegios oficiales de Bogotá, están siendo dotados de herramientas tecnológicas para ser utilizadas en el aula. El uso de estas herramientas, necesita ser estudiado para identificar sus fortalezas y debilidades en el proceso de enseñanza de los modelos químicos, razón por la cual la presente investigación indaga sobre la influencia de la aplicación de una estrategia basada en el aprendizaje por investigación apoyada en el uso de sensores en el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de educación media. El estudio se desarrolla en el marco de la investigación–acción, introduciendo dentro de las actividades desarrolladas en clase de química los sensores y sistemas de adquisición automática de datos, que forman parte de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación que se han adaptado a la escuela, con el objetivo de estudiar el efecto que producen en las estructuras presentes en el estudiante frente a las competencias científicas construidas por él en su entorno escolar.

**Palabras clave:** Competencias científicas, Práctica de laboratorio; Sensor de temperatura; TIC.

#### **ABSTRACT**

The results obtained by students of middle education in the years 2008 and 2009 in Colombia, in the state exam applied by ICFES and international tests as PISA, it is concluded that there is still work to carry out in the school with the purpose of fomenting the development of the scientific competences. The public schools of Bogotá, are being equipped with technological tools for use in the classroom. Use of these tools need to be studied to identify their strengths and weaknesses in the teaching of chemistry models, explaining why this research investigates the impact

of implementing a learning strategy based on research supported by the use of sensors in the development of scientific expertise in middle school students. The study is developed in the framework of investigation- action, introducing into the class of the chemical sensors and systems for automatic data acquisition, as part of the New Information and Communication Technologies that have adapted to the school, with the objective of studying their effect produced on the structures presents in upon scientific competences built by him in his school environment.

Keyword: scientific competences, Lab, temperature sensor, ICT

## **INTRODUCCIÓN**

Se ha observado que el uso en el aula de las tecnologías de la información y la comunicación ha tomado gran importancia en las últimas décadas, estas herramientas aportan elementos interesantes en el proceso de enseñanza – aprendizaje, dentro de las nuevas tecnologías se encuentran los Sensores y los Sistemas de Adquisición Automática de Datos (Trujillo, 2006), estos elementos aportan un ahorro en el tiempo que se utiliza para transformar los datos obtenidos en un trabajo práctico en tablas y gráficas, tiempo que puede ser aprovechado en el análisis de los resultados, con el objetivo que el estudiante reflexione, construya y reconstruya con sus compañeros los conceptos químicos, en este caso el concepto de temperatura, objeto de trabajo en el aula. El uso de estas herramientas, necesita ser estudiado para identificar sus fortalezas y debilidades en el proceso de enseñanza de los modelos químicos, surge entonces el interés de explorar el efecto que estas nuevas tecnologías, el sensor de temperatura y sistemas de adquisición de datos, ejerce sobre el trabajo en clase de química y en el desarrollo de competencias científicas.

## **ANTECEDENTES**

A nivel Internacional se encuentra que la utilización de Sensores y Sistemas de Adquisición Automática de datos se viene implementando como herramienta dentro de las propuestas didácticas en el aula desde la década de 1980, las investigaciones sobre el uso de estas tecnologías en el trabajo de laboratorio para mejorar el aprendizaje de las ciencias se ha enfocado en su mayoría en el área de física (Lope, Domènech & Guitart, 2009; Guitart, Domènech, & Oro, 2009, y Pintó, 2009). En química se encuentra el estudio de Monserrat Tortosa Moreno (2009) en el que presenta como conclusiones principales que los estudiantes dan mayor prioridad a los conceptos químicos trabajados en las actividades, que a las herramientas tecnológicas que recogen y muestran los datos.

Al interior del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional se han desarrollado investigaciones con el objeto de indagar sobre el desarrollo y

evaluación de las competencias cognoscitivas, algunos estudios se centran específicamente en las científicas (Aristizabal, 2005; Santafe, 2005; Cifuentes, 2009; García, 2009; Palomares, 2009).

El trabajo de García (2009) se centra en el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de grado undécimo a través de proyectos de investigación escolar, orientados por el modelo de enseñanza – aprendizaje por investigación.

Cifuentes (2009) implementa una estrategia didáctica basada en situaciones problema de carácter ambiental, con la que pretende incentivar el desarrollo de las competencias interpretativas, argumentativas y propositivas en los estudiantes.

Palomares (2009) diseña y aplica una estrategia didáctica basada en la Resolución de Problemas, que maneja como herramienta central un Material Educativo Computacional (software), especialmente pensado, diseñado y desarrollado bajo el enfoque de Resolución de Problemas y dirigido al avance y potencialización de la Competencia para Interpretar Situaciones, Establecer condiciones y Formular Hipótesis y regularidades; evidenciando un efecto positivo en el fortalecimiento de las competencias del estudiante.

El proyecto de investigación desarrollado por Santafe (2005), toma como punto de partida la concepción de competencias definidas en las pruebas de estado ICFES, mediante el empleo de Programas Guía de Actividades (PGA) desarrolla la temática identificación de compuestos orgánicos con la intención de desarrollar competencias propias del área de ciencias naturales y evidenciar dicho desarrollo a través de desempeños específicos para cada competencia.

En el trabajo de Aristizabal (2005) se presentan aspectos relacionados con la construcción y reconstrucción de las competencias interpretar, argumentar y proponer; siguiendo críticamente lo planteado por los estándares de competencias determinados por el ministerio de educación en el 2004, desarrollando una propuesta didáctica de los conceptos de calor y temperatura.

De los resultados presentados en estos estudios, se desprende que el campo de investigación sobre el efecto de las tecnologías de la información y la comunicación, específicamente de los sensores y sistemas de adquisición automática de datos, sobre el desarrollo de competencias científicas en los procesos de enseñanza en química, realizado responsablemente, fortalecerá el cuerpo de conocimientos de la didáctica de la química.

## **MARCO DE REFERENCIA**

### **COMPETENCIAS CIENTÍFICAS**

La definición del término competencias científicas utilizado en la presente investigación es el desarrollado por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (2007), debido a que en el marco de esta definición se realiza la evaluación sistemática de los estudiantes objeto de estudio, adicionalmente el análisis de los resultados obtenidos en esta evaluación son una de las bases para formular y definir el problema de investigación.

Para el ICFES (2007) competencia es la *capacidad de saber actuar e interactuar en un contexto material y social*. El contexto puede ser una situación social o afectiva, un problema técnico o práctico, una decisión moral o una tarea individual o colectiva. Define para el área de las ciencias naturales siete competencias específicas que corresponden a capacidades de acción que se han considerado relevantes; pero solo tres de ellas, Identificar, Indagar y Explicar, son evaluadas. Las otras cuatro competencias:

Comunicar, Trabajar en equipo, Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y Disposición para aceptar la naturaleza cambiante del conocimiento deben desarrollarse en el aula, aunque de momento no se puedan rastrear desde una evaluación externa (ICFES, 2007, pp. 17-18).

Las primeras 5 competencias específicas el ICFES las define de la siguiente manera:

- *Identificar*. Capacidad para reconocer y diferenciar fenómenos, representaciones y preguntas pertinentes sobre estos fenómenos.
- *Indagar*. Capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados y para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas.
- *Explicar*. Capacidad para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos.
- *Comunicar*. Capacidad para escuchar, plantear puntos de vista y compartir conocimiento.
- *Trabajar en equipo*. Capacidad para interactuar productivamente asumiendo compromisos

## **USO DE SENSORES Y SISTEMAS DE ADQUISICIÓN AUTOMÁTICA DE DATOS**

Los Sensores y los Sistemas de Adquisición Automática de Datos forman parte de las nuevas tecnologías que se han adaptado al entorno escolar. Este tipo de

tecnología se puede encontrar como EXAO (enseñanza asistida por ordenador) o MBL (MicrocomputerBasedLaboratory).

Estos equipos permiten ver la evolución en tiempo real de las variables de un experimento. En la figura 1 se presentan los elementos básicos que los componen: sensores, interface y ordenador con el software adecuado (Tortosa, Saenz& Pintó, 2006).

Un sensor es un equipo que transforma una medida física en una tensión eléctrica; existen sensores para multitud de magnitudes físicas. La interface actúa de convertidor analógico-digital, transforma la tensión eléctrica generada por el sensor a código binario para que el ordenador pueda leerla y almacenarla. El Software especializado permite ver esta información en pantalla (Tortosa et al., 2006).

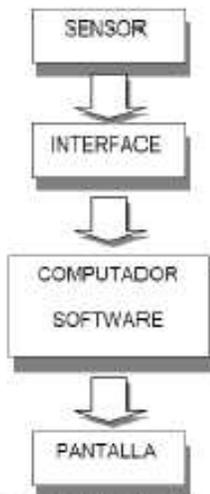


Figura 1.

Funcionamiento básico de un sensor



Figura 2. Sensor e interface Science Cube®

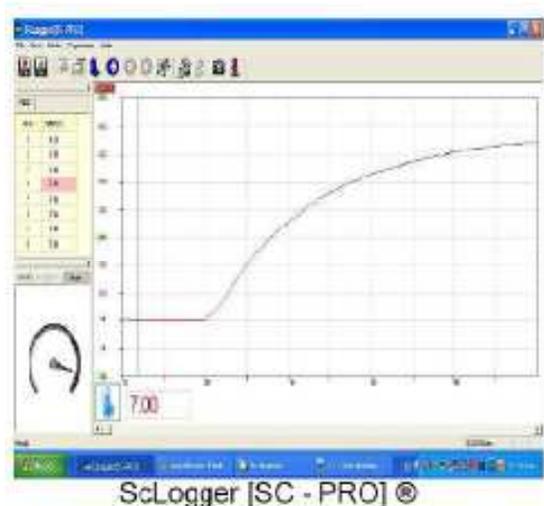
El software asociado al equipo (figura 3), permite ver simultáneamente en pantalla tablas de datos y gráficos que se van generando. Con los distintos menús y funciones del programa se procede a la configuración: frecuencia de recogida de datos, número de medidas cada segundo a captar por el sensor (también puede realizarse desde la interface), forma de representación en pantalla de las variables medidas, etc. Esta nueva tecnología resulta fácil y rápida de manejar. Una de las características más importantes es que la toma de datos no suele durar más de unos segundos.

El equipo, permite a los estudiantes realizar un trabajo experimental de mayor calidad: pueden recoger datos de sus experimentos con gran precisión y en un tiempo muy reducido. El análisis de los resultados experimentales, con frecuencia relegado en el seno de las sesiones tradicionales de laboratorio, puede recobrar su importancia e interés al dedicársele el tiempo necesario (Tortosa et al., 2006).

Mediante esta tecnología, los estudiantes pueden (Tortosa et al., 2006):

- Utilizar el equipo como instrumento para la recolección de datos
- Usar el software para analizar los datos: escoger tablas; trazar, interpretar y modificar gráficos, realizar cálculos, etc.
- Construir o formular modelos teóricos que den cuenta de los datos obtenidos.
- Realizar pequeños trabajos de investigación o idear sistemas experimentales y analizarlos con precisión. Las predicciones o las hipótesis que el alumno va formulando pueden tener una fácil, rápida y precisa ratificación mediante el uso de esta tecnología.

Figura 3. Software especializado –



## EL PROBLEMA

En los reportes de resultados de las pruebas de estado nacionales y en las pruebas internacionales que basan sus evaluaciones en el nivel de competencias científicas adquiridas por los estudiantes en la escuela, viene mostrando que el desempeño en general es BAJO, y que este desempeño se mantiene, es decir no presenta mejoras a través del tiempo.

Dentro de las políticas de mejoramiento de la calidad de la educación en el Distrito Capital, la Secretaria de Educación de Bogotá ha dotado los laboratorios de las instituciones distritales de varios elementos tecnológicos, uno de ellos son los Sensores y Sistemas de Adquisición Automática de Datos (figura 2 y 3), con el objetivo de ofrecer herramientas adicionales a los docentes de las diferentes asignaturas que comprenden el área de ciencias naturales. De la combinación de estos dos elementos, se ha planteado la siguiente pregunta de investigación:

**¿Cuál es la influencia de la utilización de sensores y sistemas de adquisición automática de datos en las prácticas de laboratorio de química relacionadas con el concepto de temperatura, frente al desarrollo de competencias científicas en estudiantes de educación media?**

## OBJETIVOS

Objetivo general: Determinar el impacto de la aplicación de una estrategia basada en el aprendizaje por investigación apoyada en el uso de Sensores y Sistemas de Adquisición Automática de Datos en el desarrollo de competencias científicas a través de prácticas de laboratorio relacionadas con el concepto de temperatura.

### **Objetivos específicos:**

1. Contribuir al desarrollo de competencias científicas en estudiantes de educación media del Colegio Saludcoop Sur IED del distrito Capital
2. Desarrollar actividades en el aula enmarcadas en el concepto de temperatura a nivel de la escala Celsius.
3. Proponer al estudiante el contraste de sus ideas previas y la construcción de nuevos significados sobre el concepto de temperatura.
4. Desarrollar actividades de conversión de unidades de la escala Celsius a la escala Kelvin.
5. Presentar al estudiante la importancia del concepto temperatura en relación con otros conceptos y modelos científicos de química.

### **METODOLOGÍA**

La metodología que se pretende utilizar para abordar el problema planteado es la que propone la investigación – acción, debido a que puede influir positivamente en el desarrollo del proceso de enseñanza de la química en el aula [9], con base en ella se planean las actividades a desarrollar en el laboratorio entorno al Concepto de temperatura para clasificar procesos como endotérmicos o exotérmicos a nivel de la escala Celsius.

La población que participa en la investigación son estudiantes de grado décimo y once del Colegio Saludcoop Sur IED, ubicado en la localidad de Kennedy del Distrito Capital, la muestra es de 20 estudiantes debido a la disponibilidad de recursos físicos y tecnológicos para realizar las actividades. La investigación se desarrolla en el aula durante el año de 2010. Las etapas en las que se desarrolla la investigación son:

#### **Etapas de planeación:**

**Fase 0:** Delimitación del problema, identificación de las necesidades en cuanto a recursos físicos para la utilización de los sensores y los sistemas de adquisición de datos, diseño de los instrumentos que valorarán el proceso, planificación de las actividades entorno al concepto de temperatura, objeto de trabajo en el aula.

#### **Etapas de diagnóstico:**

**Fase 1:** Determinación de las ideas que poseen los estudiantes frente al concepto de temperatura, y valoración del nivel de competencia que posee cada estudiante.

**Fase 2:** Ajuste de las actividades planeadas acorde con lo evidenciado en el instrumento inicial.

**Etapa de desarrollo:**

**Fase 3:** Aproximación del estudiante al manejo del sensor y del sistema automático de datos, mediante una presentación de PowerPoint. Observación de las fortalezas y debilidades del estudiante frente al manejo de dichas tecnologías.

Adecuación de una actividad adicional, de ser necesaria, según lo evidenciado en la observación anterior.

**Fase 4:** Implementación de las actividades planeadas que incluyen la utilización del sensor de temperatura. Recolección de la información del proceso de trabajo en el aula mediante la malla diseñada para valorar el nivel de competencia.



Figura 4. Metodología de la investigación

Las actividades planeadas giran en torno a procesos de preparación de disoluciones y reacciones de diferentes sustancias, en las cuales los estudiantes miden el cambio en la temperatura durante el proceso a través del sensor respectivo:

- Partiendo de una disolución 0.1M de Tiosulfato de Sodio en agua, preparada previamente por el docente, los estudiantes preparan 10 ml de una disolución 0.05 M de la misma sustancia.
- Partiendo de una disolución 0.1M de Ácido Sulfúrico en agua, preparada previamente por el docente, los estudiantes preparan 10 ml de disoluciones de diferentes concentraciones (0.05M, 0.025M y 0.01M) de la misma sustancia.
- Reacción de Bicarbonato de Sodio en Ácido Acético: A 20 ml de vinagre comercial el grupo de estudiantes agrega 2g de Bicarbonato de sodio también comercial.
- Al finalizar la reacción anterior se filtra y seca el filtrado para obtener el Acetato de Sodio. El grupo de estudiantes agrega el Acetato obtenido a 10ml de una disolución 0.1M de Ácido Clorhídrico preparada previamente por el docente.

Durante el desarrollo de cada una de las prácticas de laboratorio cada estudiante utiliza bata, guantes de nitrilo y mono gafas para su protección.

En la figura 4 se presenta el procedimiento para la medición del cambio en la temperatura durante el proceso de preparación de las diferentes disoluciones, y en la figura 5 el procedimiento para la medición del cambio en la temperatura durante las dos reacciones de la fase 4.



Figura 4. Medición de la temperatura en la preparación de disoluciones.

**Fase 5:** Desarrollo de la actividad complementaria: conversión de unidades de la escala Celsius a la escala Kelvin.

**Fase 6:** Entrevistas a los estudiantes para conocer sus apreciaciones frente al proceso.

### **Etapas de análisis**

**Fase 7:** Análisis de la información recolectada en los diferentes instrumentos.

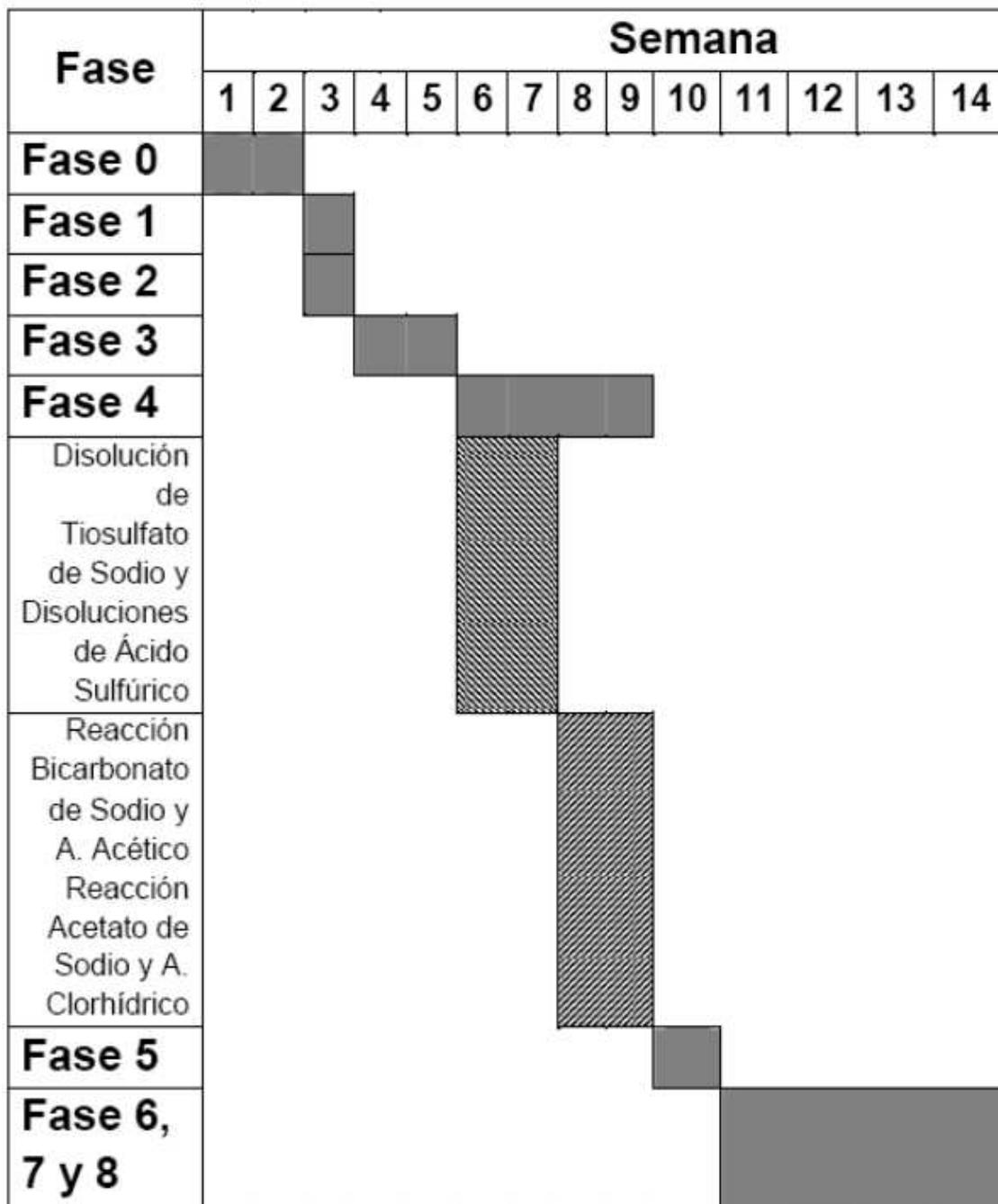
**Fase 8:** Elaboración del informe final de la investigación.



Figura 5. Medición de la temperatura durante la reacción.

La tabla 1 presenta el cronograma del desarrollo de las diferentes fases y actividades planteadas en la investigación.

Tabla 1. Cronograma de trabajo



**CONCLUSIONES**

Actualmente la investigación se encuentra en la etapa de desarrollo, en la fase cuatro.

En la actividad de acercamiento del estudiante a la utilización del sensor, se evidenció la necesidad de desarrollar un video explicativo por solicitud de

los estudiantes. Se evidencia en el proceso de indagación el interés que presenta el estudiante frente al trabajo en el laboratorio de química, reflejado en su participación proactiva en las actividades debido a los desafíos tecnológicos que le presentan la utilización de sensores, sistemas de adquisición automática de datos y software especializado.

La utilización de este tipo de tecnologías proporciona un aumento en el porcentaje del tiempo de clase que se utiliza para la discusión de los integrantes de cada grupo de trabajo, suponiendo que la estrategia implementada tendrá un efecto positivo en el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes participantes de la investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

ARISTIZABAL, C. (2005). *Los conceptos de calor y temperatura desde la enseñanza de las competencias cognoscitivas y los estándares de competencias*. Trabajo de Magister para optar al título de Magister en Docencia de la Química. Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia, Bogotá.

CIFUENTES, A. (2009). *Situaciones problema como punto de partida para fomentar el desarrollo de las competencias interpretativas, argumentativas y propositivas*. Trabajo de Magister para optar al título de Magister en Docencia de la Química. Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia, Bogotá.

GARCÍA, G. (2009). *Desarrollo de competencias científicas a través de proyectos de investigación escolar orientados por el modelo de enseñanza – aprendizaje por investigación*. Trabajo de Magister para optar al título de Magister en Docencia de la Química. Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia, Bogotá.

GUITART, J.; DOMÈNECH, M. y ORO, J. (2009). Un curso de formación centrado en la gestión de actividades MBL y basado en la reflexión sobre la práctica docente. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 1158-1161. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. (2007). *Fundamentación Conceptual Área De Ciencias Naturales*. ICFES, Bogotá.

LOPE, S.; DOMÈNECH, M. y GUITART, J. (2009). ¿Hacia la adquisición de competencias con actividades MBL? *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 1121-1127.

PINTÓ, R. (2009). Trabajo experimental mediante sistemas de captadores de datos: dificultades a superar. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra*

VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 3531-3535.

PALOMARES, A. (2009). *Desarrollo de competencias científicas, mediante el diseño e implementación de Material Educativo Computacional (MEC) de corte heurístico, enmarcado en una estrategia de Aprendizaje por Resolución de Problemas*. Trabajo de Magister para optar al título de Magister en Docencia de la Química. Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia, Bogotá.

TORTOSA, M. (2009). Uso de sensores en las clases de química y aprendizajes significativos en estudiantes de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias, Numero Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 2213-2217*.

TORTOSA, M., SÁEZ, M. y PINTÓ, R. (2007). *Experimentos en tiempo real para los cursos de ciencias en secundaria*. En Experiencias innovadoras de utilización de las NTIC en actividades prácticas de ciencias. Educación Editora. ISBN: 978-84-690-4622-7. <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/>

SANTAFE, M. (2005). *Desarrollo y evaluación de competencias en química*. Trabajo de Magister para optar al título de Magister en Docencia de la Química. Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia, Bogotá.

TRUJILLO, A. (2006). *Resolución de Problemas apoyada en Tecnologías de la Información y de Comunicación para el aprendizaje Significativo de la geometría estructural en la Química del Carbono*. Trabajo de Magister para optar al título de Magister en Docencia de la Química. Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia, Bogotá.