

# Desarrollo de un modelo físico que posibilitó la implementación de un Modelo Pedagógico dentro de un curso de Física

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Pérez Carmona<sup>1</sup>, María del Carmen<sup>1</sup>, Tannuré Godward,  
Benjamín<sup>1</sup>; Maldonado Héctor Francisco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Miguel Lillo 205, CP 4000, Tucumán, Argentina.

E-mail: macapeca2007@gmail.com

## Resumen

El objetivo principal es desarrollar un simulador que respondiera a un modelo físico que posibilitara la implementación del Modelo pedagógico dentro del curso de Física I en el currículo de la carrera de Geología. Para lograrlo, mediante el trabajo conjunto docente-alumno, se realiza el estudio y la construcción de un Simulador de erupción de un pozo de petróleo. Esta experiencia ilustra uno de los mayores riesgos en la perforación de un pozo de petróleo. La demostración también sirvió para ilustrar los conceptos de lodo de perforación, prevención de erupciones, presión hidrostática, equilibrio de presión, densidad y compresibilidad del gas. Los resultados de la experiencia permiten que los estudiantes que usan el simulador afinasen competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas. Asimismo, la estructura y dimensiones del modelo físico permitiendo a los docentes el desarrollo de ejercicios prácticos focalizados en la interacción entre los modelos físicos y sus aplicaciones a la Geología.

**Palabras clave:** Modelo físico, Modelo pedagógico, Simulador de erupción de un pozo de petróleo, Enseñanza de la Física, Geología.

## Abstract

The main objective is to develop a simulator that responds to a physical model that would enable the implementation of the teaching model in Physics I course in the curriculum of the race of Geology. To achieve this, using the whole teacher-student work, study and construction of a rash Simulator of an oil well was made. This experience illustrates one of the major risks in drilling an oil well. The demonstration also served to illustrate the concepts of drilling mud, prevention of rashes, hydrostatic pressure, pressure balance, density and compressibility of gas. The results of the experience allowed the students interacted with the physical model simulator simply entrench instrumental, interpersonal and systemic competencies. Also, the structure and dimensions of the physical model allowed the teachers to develop practical exercises focused on the interaction between the physical models and their applications to geology.

**Keywords:** Physical model, Teaching model, Simulator of an oil well, Physics Teaching, Geology.

## I. INTRODUCCIÓN

La Física es una ciencia que está presente en el currículo de la carrera de Geología de la Facultad de Ciencias Naturales e IML e la UNT, en el ciclo básico (segundo año).

Los alumnos de Geología deben percibir durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, la utilidad de ésta para su formación profesional, lo que se logra si el proceso se orienta a la ejecución de acciones propias del modo de actuación del geólogo y se brinda una visión adecuada de esta profesión

Aunque se reconoce la necesidad de formar actitudes científicas en los alumnos de la carrera de Geología y aproximarlos al modo de actuación del geólogo desde los primeros años de estudio, en la preparación de las asignaturas Física I y II y en su materialización en el proceso de enseñanza-aprendizaje, no se percibe la orientación de los contenidos, ni de los alumnos en esta dirección, por lo que se requiere la reorientación de este proceso y de sus diferentes formas organizativas, respecto a los objetivos de la Física.

Este trabajo se inicia a raíz de la insatisfacción de los profesores de Física de la carrera de Geología sobre la conducta de los alumnos y los resultados de los exámenes de éstos, no acorde con el modo de

actuación de un estudiante universitario a que se aspira durante el proceso de formación, asumiendo éste como el sistema de acciones sucesivas encaminadas al logro de los objetivos.

El objeto de estudio de este trabajo lo constituye el proceso de enseñanza-aprendizaje de Física I y II para la carrera de Geología, realizando un replanteo de las actuaciones de los estudiantes y de los docentes involucrados.

El objetivo: Fundamentar un modelo físico que posibilitara la implementación del Modelo Pedagógico dentro del curso de Física I en el currículum de la carrera de Geología para lo que se diseñó diferentes estrategias fundamentadas desde la psicología del aprendizaje, la epistemología, las ciencias de la educación, y las nuevas tecnologías que facilite al profesor la aplicación de una metodología orientada a la realización de acciones concretas del modo de actuación de los futuros geólogos.

Para la ejecución del Modelo pedagógico se implementó una metodología que se desarrolló mediante las siguientes tareas:

- Introducir en los exámenes parciales preguntas de tipo conceptuales. A fin de despertar el interés real de los alumnos, y que estos logren una comprensión de los conceptos físicos, en vez de reducir la Física a una mera utilización de fórmulas y ecuaciones,
- Resolver y presentar antes de pasar a la instancia de examen parcial los prácticos correspondientes que serán incluidos en el mismo, resueltos de puño y letra con el fin de que se cumplan habilidades establecidas para las asignaturas de Física I y II (Observar, analizar e interpretar; resolver problemas y diseñar; manipular y medir: calcular, procesar y evaluar).
- Realizar algún tipo de dispositivo experimental sobre una serie de temas propuestos por la cátedra (problemas físico-geológicos), acompañado de un trabajo monográfico, con exposición oral.

La metodología propuesta facilita la materialización del proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de la puesta en práctica de diferentes estrategias que permiten la orientación, organización y control de la ejecución, por parte de los alumnos, de un conjunto de acciones y operaciones, que lo orientan hacia el modo de actuación de un geólogo desde los primeros años de estudios en la universidad.

En este trabajo presentamos una de las tareas realizadas por los estudiantes que fue la realización de un dispositivo experimental, un Simulador de erupción de un pozo de petróleo presentado por (Nurmi, 2005).

## II. FUNDAMENTACIÓN

Un objetivo de la enseñanza de la Física es proporcionar a los estudiantes las condiciones favorables para adquirir un conjunto de conceptos necesarios para interpretar fenómenos naturales y resolver problemas. El nivel de comprensión de esos conceptos y la extensión de su aplicabilidad variarán, está claro, de acuerdo con la edad del estudiante y el tipo de instrucción dada. Infelizmente, varias personas, de varias partes del mundo, están de acuerdo que este objetivo raramente se alcanza (Tieberghien, 1986).

La elaboración del modelo didáctico presupone el diseño de un nuevo contenido de la Física, así como la modelación y experimentación del objeto físico a transformar, basado en la actividad de estudio. Esto es posible cuando los estudiantes efectúan aquellas transformaciones específicas de los objetos físicos, en su propia práctica laboral se modelan y recrean las propiedades internas del objeto que se convierten en contenido del concepto físico. Estas acciones que revelan y construyen las conexiones esenciales y generales de los objetos físicos, sirven de fuente para las abstracciones, generalizaciones y conceptos teóricos (Campelo Arruda, 2003).

Las prácticas de laboratorio son un instrumento fundamental para el desarrollo de habilidades y destrezas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. Lo esencial en las clases prácticas es el trabajo del estudiante. La utilidad de las clases prácticas es obvia para aprender nuevos conceptos, reafirmar los conceptos aprendidos en clases magistrales, o trabajar con datos obtenidos durante las prácticas de laboratorio. Además, se ponen de manifiesto aspectos que en clases teóricas no habían sido bien comprendidos y que es preciso aclarar. En este sentido, el uso de modelos experimentales en Física es de una gran utilidad puesto que constituye la única forma de observar y comprender los principios físicos y sus aplicaciones en las demás ciencias. Además, en la modelización se puede ir analizando el efecto de la variación de cada uno de los parámetros que entran en juego en el proceso fijando los estantes parámetros.

Desde el punto de vista didáctico la utilización de dispositivos experimentales capaces de emular situaciones naturales resulta imprescindible para entender la relación de causalidad entre los procesos físicos y el comportamiento de procesos geológicos. El empleo de estos dispositivos permite llevar a cabo fundamentalmente tareas de observación, descripción y caracterización cualitativa y cuantitativa de aspectos geométricos y físicos.

Se considera al modelo científico como un constructo teórico, una representación idealizada de un sistema real, elaborado con el propósito de resolver problemas de investigación (Islas y Pesa, 2003) o para ser aplicado a la resolución de problemas de diseño, al desarrollo de artefactos o a la comprensión de su funcionamiento.

El modelo científico y el modelo tecnológico no son exactamente lo mismo, sin ahondar en las diferencias, en este trabajo se esperaba que al hacer un modelo físico, los alumnos adquirieran

1. Competencias instrumentales: Dentro de las competencias instrumentales se distinguen entre habilidades cognitivas, capacidades metodológicas, destrezas tecnológicas y destrezas lingüísticas.
  - a. Habilidades cognitivas: conocer y entender las relaciones que mantiene la Física con el resto de asignaturas de Geología a partir de la introducción explícita de ejemplos y comentarios.
  - b. Capacidades metodológicas: Ser capaz de tomar decisiones de manera razonada. Tener capacidad de análisis y síntesis. Ser capaz de manejar bibliografía relevante.
  - c. Destrezas tecnológicas: Habilidades básicas de uso de Internet.
  - d. Destrezas lingüísticas: Conocer y utilizar la terminología específica. Saber desarrollar una argumentación y exponerla de manera inteligible.
2. Competencias interpersonales: se dividen en competencias para las tareas en grupo y las relativas al compromiso con el trabajo.
  - a. Competencias para tareas en grupo: Ser capaz de presentar en público una solución a un problema planteado
  - b. Compromiso con el trabajo: cumplir el plazo de entrega de los trabajos y adquirir un compromiso ético entre todos los componentes del grupo.
3. Competencias sistémicas: hacen referencia a la integración de las capacidades cognitivas, destrezas prácticas y disposiciones. (Salicetti y Romero, 2010).

Los estudiantes deben adquirir la capacidad de transformar las cosas en un estado deseado, partiendo de la creatividad del individuo, logrando que, cada vez que se utilice, se enfrente a nuevas situaciones que le permitan reflexionar sobre los diferentes comportamientos que se den en el modelo físico construido, permitiendo hacer de éste, un elemento dinámico (Zimring y Latchraig, 2001).

De acuerdo a lo anteriormente descrito, para el caso específico de un Simulador de erupción de un pozo de petróleo, cumplieron un papel importante las experiencias de los estudiantes con relación al comportamiento del funcionamiento de un pozo de petróleo y los conceptos físicos involucrados.

### **III. JUSTIFICACIÓN DEL MODELO FÍSICO DEL SIMULADOR DE ERUPCIÓN DE UN POZO DE PETRÓLEO PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE ALGUNOS TEMAS DE FÍSICA.**

Si en un pozo de petróleo se produce un desequilibrio se produce una erupción, que ocurre cuando la presión del gas dentro del pozo repentinamente expulsa el petróleo hacia fuera con gran fuerza, produciendo derrames con consecuencias catastróficas para el ecosistema. El objetivo es mejorar la comprensión de temas geológicos mejorando la comprensión de temas de Física que estén involucrados en la Geología y en los procesos geológicos.

#### **A. Procedimiento Constructivo del Modelo Físico**

El desarrollo del modelo se centro en la experiencia realizada por (Nurmi, 2005). Como muestra la figura, el modelo se construye con materiales que son fáciles de encontrar. Sobre una base de madera se soporta un tubo de vinilo transparente que simula el pozo, un segundo tubo transparente sirve de indicador de presión. Un globo para fiestas simula el yacimiento, Las cintas métricas de carpintería sirvieron como escalas graduadas para medir el nivel del agua en el pozo y en el indicador de presión.

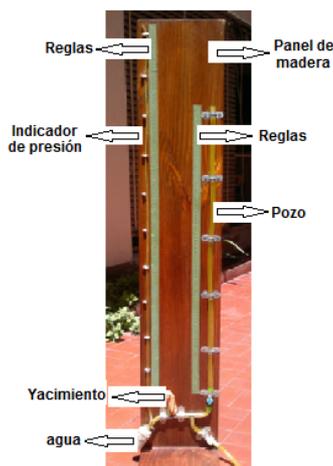


FIGURA 1. Simulador que muestra la simulación de la erupción de un pozo de petróleo

### B. Simulación de un derrame

El equipo docente-alumno consideró de relevancia que el modelo físico permitiera visualizar que ocurre cuando en un pozo se produce un desequilibrio, para visualizarlo se presiona suavemente el globo aumentando levemente la presión del yacimiento- y se observa cómo aumenta el tamaño de la burbuja a medida que sube por el tubo, mientras que disminuye la presión hidrostática. El aumento de volumen de la burbuja de aire desplaza el agua que se derrama fuera del tubo del pozo. Como la cantidad de agua en el pozo disminuye, también baja la presión hidrostática, y entra más aire en el tubo, desplazando más agua y muy rápidamente toda el agua se derrama. Esta situación puede suceder mientras se está perforando un pozo de petróleo, y resultar en lo que llamamos una erupción de consecuencias catastróficas.

## IV. HALLAZGOS RELEVANTES

Con este modelo físico se observan los conceptos básicos de hidrostática e hidrología subterránea. Asimismo, durante la interacción con el modelo físico, el estudiante realiza la captura de datos de manera organizada y elabora informes que finalmente quedan disponibles para la comunidad académica en general, y para que los futuros usuarios del modelo físico aprendan de experiencias previas y mejor en las prácticas actuales.

Los docentes que implementaron esta estrategia consideran que el uso de este modelo físico permite el desarrollo de competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas (Salicetti y Romero, 2010) por las siguientes razones:

1. Competencias instrumentales: Los estudiantes adquieren capacidad cognitiva para entender los principios básicos de la hidrostática y sus aplicaciones en las perforaciones petroleras. Adicionalmente, cada estudiante debe preparar un informe que se socializa oralmente y se documenta en un escrito, permitiendo con ello el desarrollo de las habilidades comunicacionales en forma oral y escrita.
2. Competencias interpersonales: Para el desarrollo de las distintas prácticas es necesario que el estudiante trabaje en equipo con sus compañeros para controlar los tiempos. Por ejemplo, durante la prueba de la simulación, mientras uno de los estudiantes manipula el simulador el otro debe, otro debe realizar las mediciones de niveles de agua en la simulación de la erupción.
3. Competencias sistémicas: Las diferentes prácticas desarrolladas permitieron visualizar la interconexión entre temas vistos en Física y fenómenos que estudian específicamente en sus carreras.

Cabe destacar el asombro de los estudiantes cuando comprobaron que constantemente se hace circular el lodo de perforación dentro el pozo a través de la tubería de perforación y fuera del pozo a través del espacio anular entre la tubería y el pozo. Se controla continuamente el fluido de perforación que vuelve para poder detectar la presencia de gas. Paralelamente, el modelo físico de simulador a escala bidimensional ofrece al docente una herramienta pedagógica que facilita la labor de enseñanza y un mejor efecto en el aprendizaje de los estudiantes, por cuanto posibilita: Que se trabajen diferentes situaciones problema.

El modelo físico construido permite desarrollar ensayos con los cuales es posible:

- a. comprobar las ecuaciones que rigen la hidrostática, el equilibrio de presión, la densidad y la compresibilidad del gas,
- b. ilustrar los conceptos de lodo de perforación y prevención de erupciones,
- c. que el estudiante compruebe conceptos teóricos mediante los ejercicios prácticos.
- d. que se afiancen competencias y el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo.

La fabricación y puesta en práctica del simulador brinda los medios para apoyar la comprensión de fenómenos físicos y como es necesario conocerlos para estudiar los fenómenos geológicos, brindando el apoyo y ayuda necesarios en el proceso de enseñanza, es muy importante propiciar la unidad conceptual evitando la fragmentación de las Ciencias Básicas (CB) entre sí, y las CB con las asignaturas del ciclo superior de la carrera de Geología. Notamos que la falta de relación entre las materias del ciclo básico, hace que el alumno perciba los conocimientos en forma de compartimientos estancos en lugar de establecer relaciones dinámicas entre ellos. Se tiene el convencimiento de que, con este modelo físico, el alumno también reconoce que su participación en la toma de decisiones puede influir en el resultado final del equipo de trabajo. Por ende, se le exige una motivación extrínseca en virtud de la cual adquiere habilidades instrumentales, tal como el manejo de equipos, a la vez que se lo estimula a fortalecer su motivación interna y su interés intrínseco en las actividades académicas relacionadas con el laboratorio de Física.

## V.CONCLUSIONES

La construcción de un modelo físico requiere el análisis de la estructura, el reconocimiento de las variables que pueden ser medidas y la verificación de la funcionalidad del mismo para resolver problemas acordes con la disciplina asociada a este modelo físico. El modelo físico de simulación de erupción de un pozo de petróleo construido provee una herramienta pedagógica útil para la enseñanza-aprendizaje de procesos que representan la importancia de la comprensión de las Ciencias Básicas en las prácticas como futuros geólogos, estudios de caso y prácticas variadas que pueden apoyarse en trabajo en equipo. Los resultados de la experiencia permitieron que los estudiantes que interactuaron con el modelo físico del simulador afianzaran competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas relacionadas con los principios físicos involucrados y las características físicas del petróleo. Si bien estos modelos son grandes simplificaciones de una realidad muy compleja, permiten entender conceptos básicos y procesos elementales que, de otra manera, serían muy difíciles de comprender.

## REFERENCIAS

- Campelo Arruda, J. R., (2003). Rev. Bras. Ensino Fís. vol.25 no.1 São Paulo <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-47442003000100011>. 01 de julio de 2015.
- Islas, S. M. y Pesa, M. (2003). Concepciones de expertos acerca de modelos científicos. En: Marco Antonio Moreira y María Concesa Caballero Sahelices (comps.), *Actas del I Encuentro Iberoamericano sobre Investigación Básica en Educación en Ciencias*, pp.361-372. Editado por la Universidad de Burgos. Burgos.
- Nurmi, R.D. (2005). Simulador de Erupción del Pozo de Petróleo. Seed. © 2005 Schlumberger Limited. <http://199.6.131.12/es/scictr/lab/blowout/index.htm>. 10 de setiembre de 2012.
- Salicetti F., A.; Romero C., C. (2010). La plataforma de apoyo a la docencia como opción metodológica para el aprendizaje de competencias. *Revista Educación*, 34(1): pp. 83-100.
- Tieberghien, A. (1986). Difficulties in concept formation. *Innovations in Science and Technology Education*, volumen 1. Paris, UNESCO, pp. 119-138.
- Zimring C.; Latchcraig, D. (2001). Chapter 7. *Defining Design between Domains: An Argument for Design Research à la Carte*. Oxford: Elsevier Science.