

## PO-26 PHYSLAB: “UNA EXPERIENCIA EN LABORATORIOS REMOTOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA”<sup>31</sup>

**Ing. James Andrés Barrera Moncada**

Ingeniero electricista

Docente de tiempo completo Universidad Católica de Pereira

[james.barrera@ucp.edu.co](mailto:james.barrera@ucp.edu.co)

**Ing. Juan Carlos Henao López**

Ingeniero Electricista

Docente Catedrático de la Universidad Católica de Pereira

[juank\\_henao@hotmail.com](mailto:juank_henao@hotmail.com)

### RESUMEN

Las dinámicas propias de los procesos de aprendizaje en los estudiantes de pregrado en instituciones de educación superior vienen modificándose acorde con las necesidades, recursos y expectativas con que actualmente cuentan, por lo que los métodos tradicionales de enseñanza no están generando el impacto deseado para el desarrollo de competencias y niveles de competencia esperados. PHYSILAB es un proyecto de investigación desarrollado por tres universidades en Risaralda, Caldas y Antioquia y financiado por el Ministerio de Educación Nacional tendiente a medir la eficacia de las tecnologías de la información y la comunicación en los procesos de aprendizaje relacionados con la física clásica.

Palabras Clave: TIC, RENATA, Laboratorio Remoto, EpC

### ABSTRACT

The dynamics of learning processes in students of undergraduate colleges are modified according to the needs, resources and expectations that are currently in, so traditional teaching methods are not generating the desired impact for the development skills and expected levels of competency. PHYSILAB is a research project developed by three universities in Risaralda, Caldas and Antioquia, and funded by the Ministry of Education aimed at measuring the effectiveness of information technology and communication in learning processes related to classical physics.

Key Words. TIC, RENATA, Remote lab , EpC

### Introducción

Existe un cambio en el paradigma en la forma como se desarrollan los procesos de aprendizaje en las nuevas generaciones, hecho evidenciado por la dificultad que tienen ahora para abordar conceptos cuando los docentes hacen uso de metodologías tradicionales de enseñanza, que eventualmente o se convierte en fracaso académico o por bajos rendimientos al abordar otras disciplinas que tienen su fundamento en los principios que se debían haber estructurado sólidamente. La física no es la excepción a esta problemática, cada vez es más frecuente encontrar estudiantes de pregrado con

---

<sup>31</sup> Physi-Lab "Laboratorio Remoto y virtual para la enseñanza de la Física". Desarrollado por el grupo de investigación GEMA y financiado por el Ministerio de Educación Nacional

profundas deficiencias en sus desempeños que dan cuenta de las explicaciones a fenómenos naturales, acompañado de una pobre capacidad para describir tanto de forma literal como de forma matemática, los principios físicos elementales y que más adelante, en otras áreas de formación dentro de sus programas académicos tendrán un impacto negativo.

PHYSILAB, es un proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Educación Nacional y desarrollado por la Universidad Católica de Pereira –UCP–, la Universidad Católica de Manizales –UCM– y la Universidad de Medellín –UdeM– que busca explorar el impacto en las estructuras mentales de los estudiantes de pregrado en estas tres universidades cuando se usan las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) en comparación a metodologías tradicionales y de las que se tiene mucha información analítica y estadística; la propuesta se centra en desarrollar una herramienta tecnológica en adición a los procesos curriculares que tradicionalmente se adelantan en los cursos de física, montando una serie de laboratorios virtuales y remotos haciendo uso de RENATA –Red Nacional Académica De Tecnología Avanzada– creando una interfaz web que permita ser accesada desde la misma RENATA, posibilitando a diferentes usuarios que tengan acceso a la red, la realización de prácticas remotas y virtuales con el fin de complementar los conocimientos y habilidades adquiridas con el fortalecimiento de las operaciones mentales y los niveles de competencias dentro de ambientes sociales de uso compartido y colaborativo de la información y el conocimiento.

### **Planteamiento del Problema**

Los programas de pre-grado relacionados con alguna ingeniería o tecnología como la civil, la de sistemas, la mecánica, la eléctrica, la misma ingeniería física entre otros, tienen un fuerte componente de formación en ciencias básicas con especial atención a la matemática y la física; de ahí radica la importancia de un buen desarrollo de habilidades con construcción significativa de conocimientos que le permitan a estos estudiantes una mayor capacidad de análisis e inferencia para dar cuenta a otras áreas disciplinares de su programa académico y que son elemento central de la formación profesional.

Los planes de curso de física que se trabaja en los primeros semestres de las universidades aporta las bases teóricas y prácticas necesarias para asignaturas como Mecánica, Termodinámica, Mecánica de Fluidos, Hidráulica, Resistencia de Materiales, Cálculo de Estructuras, Electromagnetismo, Electrónica, Estado Sólido, entre otras, proporcionando a los estudiantes los fundamentos necesarios para el desarrollo de algunas habilidades mentales y mejoramiento de los niveles de competencia, con el objeto de cimentar la formación para comprender desde lo científico y la razón, el funcionamiento de los sistemas e instrumentos al reemplazar el conocimiento nocional por un conocimiento de conceptos. Sin embargo y a pesar de su importancia, la enseñanza de los conceptos involucrados en el área de Física se ha convertido en un problema que preocupa cada vez más a los docentes y a las instituciones de educación media y superior, debido a que es una de las áreas disciplinares que junto con el cálculo, presenta mayores índices de fracaso y deserción escolar entre los estudiantes, fracaso que se traslada eventualmente a la universidad evidenciados con bajos resultados y pobres desarrollos cognitivos y cognoscitivos para este nivel en la cadena de formación que no corresponden con los requerimientos y estándares nacionales e internacionales.

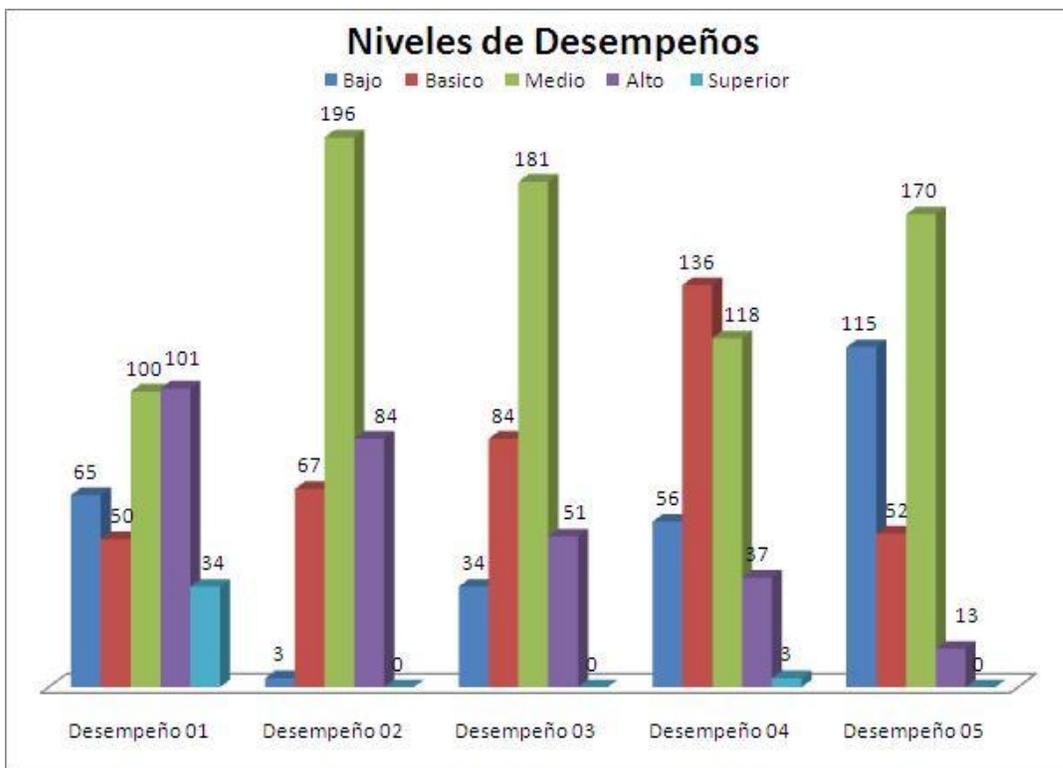


Figura 1. Niveles de Desempeño en cinco competencias básicas para el área de física.

Este hecho se hizo particularmente evidente en 350 estudiantes de programas como ingeniería civil, ingeniería en sistemas, telecomunicaciones, física, ingeniería comercial que iniciaron en el 2010 los cursos de física en las tres universidades participantes del presente proyecto de investigación y que sirvieron como población de muestra a la que se le aplicaron una serie de pruebas diagnósticas con el fin de dar cuenta el nivel de desarrollo de sus estructuras mentales y cognoscitivas, dentro de estas pruebas hubo una especial, que medía el nivel de desempeño en cinco competencias básicas (ver artículo), parte de los resultados se muestra en la figura 1. Se esperaría que la mayoría de la población tuviera niveles de desempeños medio o superiores, pero el análisis efectuado arroja que gran parte de la población tiene niveles de desempeños medio, básico y bajos en competencias relacionadas con la mecánica newtoniana, la interpretación física y matemática de eventos comunes y la predicción de situaciones próximas conocidas algunas situaciones previas, lo que corrobora el sentimiento de muchos profesionales de la educación en cuanto a la calidad de las estructuras cognitivas y cognoscitivas de los estudiantes que llegan a la universidad y a estos programas.

**Generalidades de la estrategia metodológica**

Dado lo anterior, se hace clara la necesidad del uso de metodologías de enseñanza creativas, motivadoras, atractivas y significativas que se adapten al contexto actual y a las necesidades del estudiante, tanto en horarios flexibles como en el uso de TICs, que permitan alcanzar un aprendizaje significativo en un ambiente colaborativo, haciendo uso de las redes sociales de conocimiento donde haya una mayor participación de los estudiantes en la elaboración y construcción de su propio proceso de aprendizaje. PHYSILAB, busca por tanto invertir esta tendencia a través del desarrollo de prácticas

de laboratorio que fomenten el interés por la Física Experimental a nivel básico e intermedio y que puedan ser usadas por diferentes universidades a través de la red RENATA.

Las prácticas de laboratorio remoto se desarrollan sobre una interfaz tecnológica educativa, dentro de redes colaborativas sociales de conocimiento que tienen como objetivo guiar al estudiante a través de actividades previamente diseñadas donde pueda tener acceso a los equipos reales, modificar variables en el experimento y observar la respuesta en tiempo cuasi-real, sin requerir que se encuentre físicamente presente en el laboratorio. Además del experimento real controlado de forma remota, los estudiantes podrán también observar una simulación del fenómeno físico que le permita entender mejor el concepto involucrado en la práctica y obtener conclusiones más acertadas, logrando así un aprendizaje significativo, válido, veraz y contextualizado a las necesidades regionales y nacionales. Un laboratorio remoto permite al estudiante realizar prácticas de laboratorio de forma presencial pero no en el mismo sitio donde se encuentran los equipos, pero que se manipulan a través de redes informáticas, haciendo uso de Webcams, micrófonos, hardware específico para la adquisición local de datos y software para dar una sensación de proximidad con el equipamiento. La figura 2 proporciona una arquitectura de referencia, así como pautas a seguir para completar los diferentes componentes involucrados en los laboratorios remotos (Servidor de Aplicaciones, Aplicaciones Remotas, etc.) de forma que los aprendientes del laboratorio se puedan concentrar en la funcionalidad del laboratorio remoto.

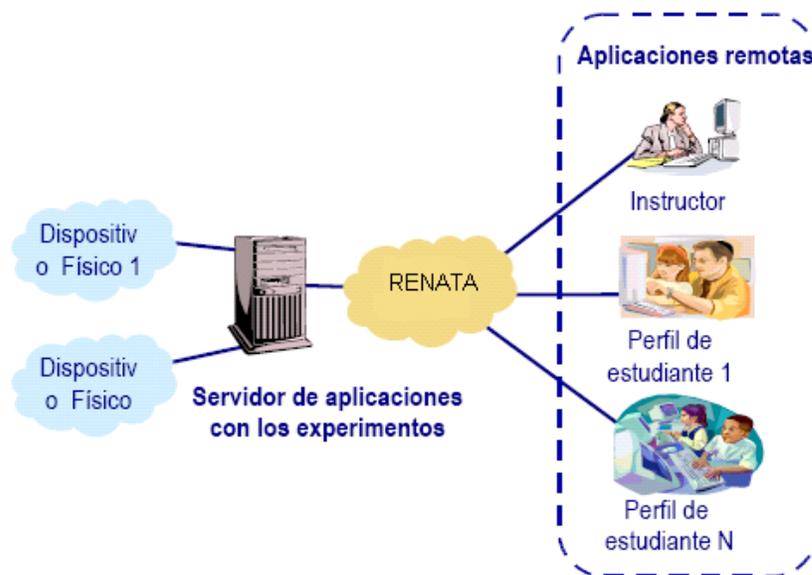


Figura 2. Esquema generalizado para laboratorios remotos

A través de unos actuadores, sensores y demás elementos de adquisición de datos, imagen y sonidos el aprendiente puede manipular de forma real, pero remota diversos equipos que muy posiblemente se encuentren en otra ciudad, igualmente estos datos y un itinerario de descubrimiento puede dar cuenta de los principios físicos tratados.



Figura 3. Fases del proceso de construcción de conocimiento

A través de una exploración de saberes previos, el docente que acompaña del proceso de grupo ajusta la metodología de trabajo y envía a cada alumno a desarrollar una serie de laboratorios virtuales, los cuales se pueden trabajar de forma simultánea por todos los estudiantes del curso, una vez el alumno alcance las metas de comprensión esperadas, el aprendiente debe hacer una reserva de equipos para adelantar su práctica remota sobre RENATA, estos equipos deben estar a su disposición las 24 horas del día y solamente limitarse por la cola de reservas anteriores. Finalmente se adelantan otra serie de prácticas reales al final de las cuales, el aprendiente debe haber adquirido los desempeños deseados con un nivel de desempeño medio o superior y que desde luego le servirá al docente y a la universidad como elemento de análisis para determinar la aprobación o no del curso de física.

Con el fin de articular efectivamente estos elementos, se plantea desarrollar sobre la plataforma otros recursos como son las consultas a material de estudio y demás referencias bibliográficas conseguidas o construidas por el docente, para esto se planea usar un LMS llamado Moodle y para la construcción colectiva de contenido que eventualmente se puede transformar en curso, la plataforma contará con un CMS llamado MediaWiki para este fin.

### **Elementos básicos de la Arquitectura de PHYSILAB**

Los laboratorios remotos se desarrollan bajo la arquitectura de cliente – servidor pues es la que presenta mejores desempeños para sistemas operativos multi-usuarios a través de la red RENATA, y existen diversas estrategias la de mayor flexibilidad es la mostrada en la figura 4

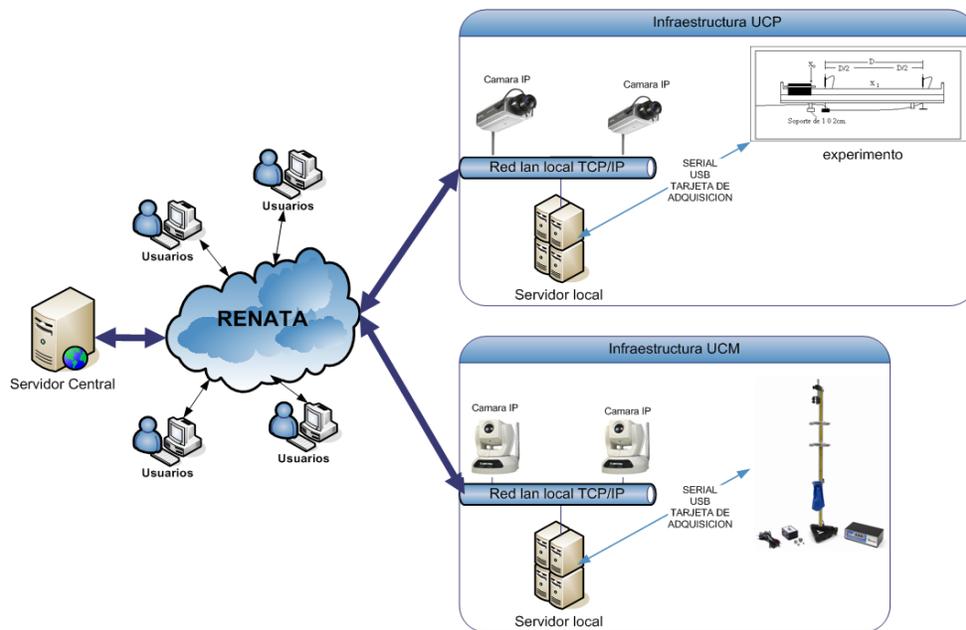


Figura 4. Arquitectura básica del laboratorio remoto.

Donde el usuario se conecta a través de un servidor central y a través de RENATA a la universidad donde quiere o reside la experiencia a manipular de experimentación, es el software que reside en el servidor local el que permite que el usuario pueda manipular los sensores y actuadores necesarios para poner en operación en el equipo y realizar la prueba; esta computadora debe contar con el servidor de comandos y consultas al servidor central. La red es el nexo de unión entre el cliente de experimentación y el servidor de comandos y consultas. En cada laboratorio presente en cada universidad debe existir la instrumentación que agrupa a todo el hardware utilizado para la conexión del laboratorio con el servidor central y finalmente debe existir un sistema gestor de base de datos, que contiene toda la información referente a datos de estudiantes y grupos, reserva de tiempo, definición y parametrización de experimentos entre otros datos.

#### Propuesta para principios pedagógicos.

Como ya fue enunciado, el objetivo con el presente proyecto de investigación es medir el impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en las estructuras mentales de los estudiantes y así necesariamente se debe plantear unos principios pedagógicos claros sobre los cuales se oriente el trabajo en los laboratorios, por ello después de analizar los resultados obtenidos en la fase diagnóstica aplicada a los 350 estudiantes de las tres universidades, los recursos informáticos y tecnológicos con que cuenta PHYSILAB y los cambios en los paradigmas de los mecanismos con los cuales una persona aprende algo nuevo, se decide utilizar dos estrategias metodológicas, una es la diseñada por la universidad de Harvard en el caso particular de laboratorios de física y denominada Enseñanza para la Comprensión (EpC) en la cual se supone que un individuo aprende comprensivamente si es capaz de actuar, pensar y reflexionar flexiblemente con lo que sabe y la segunda es Aprendizaje Significativo (AS) como apoyo para algunos subprocesos especialmente en la etapa de exploración de los conocimientos previos de los estudiantes y sus subsensores.

En la fase diagnóstica se dio respuesta en primera instancia a las preguntas de la EpC sobre *lo que se debe enseñar* –tópicos generativos– siendo en términos generales necesario plantar los principios del movimiento con las causas que lo originan y lo que *vale la pena comprender* –metas de la comprensión– que es poder dar cuenta de las características presentes o a presentarse en un movimiento o sistema. En cuanto a las preguntas sobre cómo se debe enseñar –que corresponden a los desempeños de la comprensión– y cómo saber lo que se sabe –evaluación continua– el mismo desarrollo de las prácticas de laboratorio virtual, remoto y real al final del proceso determinarán la efectividad o no de la metodología.

## Bibliografía

ANDRADE R. F. Experiencia piloto: Enseñanza de las fuerzas en física general en el marco del EEES Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente VOLUMEN VIII. AÑO 2010

ATKINS, D; (2003). Revolutionizing Science and Engineering Through Cyberinfrastructure: Report of the National Science Foundation Blue-Ribbon Advisory Panel on Cyberinfrastructure.

CALVO, I., Marcos, M., Orive D., Sarachaga I. “Building Complex Remote Laboratories”, Computer Applications in Engineering Education, Vol. 18. 2008

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BROOKLYN, 2001. Enlace al Laboratorio Remoto basado en Web en Mecatrónica y Control de Procesos del Instituto Tecnológico de Brooklyn. Página consultada en abril de 2010. En: <http://mechatronics.poly.edu/MPCRL/>.

INSTITUTO TECNOLÓGICO STEVENS. Enlace al Laboratorio Remoto en Sistemas Dinámicos del instituto Tecnológico Stevens. Página consultada en abril de 2010. En: <http://www.stevens.edu/remotelabs/Experiments.html>

NEDIC, Z., MACHOTKA J. y NAFALSKI A.. Remote laboratories versus virtual and real laboratories. Proc 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Boulder, Colorado, USA, 2003.

REDISH & RIGDEN (editors), 1997, The changing role of Physics departments in modern universities. Proceedings of International Conference on Undergraduate Physics Education, American Institute of Physics, New York.

RÖHRIG, C. & JOCHHEIM, Andreas; (1999). The Virtual Lab for Controlling Real Experiments Via Internet. En: IEEE International symposium on Computer – Aided Control System Design, CACSD’99, Kohala Coast Island of Hawaii, Estados Unidos.

ROSADO L. y HERREROS J.R., Laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física y materias afines, Didáctica de la Física y sus nuevas Tendencias, Madrid, UNED, pp. 415-603, 2002.

SANDOVAL J. M., et all. Desarrollo Tecnológico de Los Laboratorios Remotos de Estructuras e Ingeniería Sísmica y Dinámica Estructural. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol. 18-2, pp. 77-99. Bogotá, Diciembre 2008. ISSN 0124-8170.

SICKER D.S., et. all, Assessing the Effectiveness of Remote Networking Laboratories, Proc 35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Indianapolis, 2005.

TORO, J., DEVIA, A., BARCO, H. y ROJAS, E. Curso interactivo de física con laboratorio virtual para el aprendizaje y simulación de algunos sistemas físicos, usando internet. Manizales: Universidad Nacional, 2001.