



Innovation in research and engineering education:
key factors for global competitiveness
*Innovación en investigación y educación en ingeniería:
factores claves para la competitividad global*

TRANSFORMACIÓN DE PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS USANDO TIC Y RENATA: CONTEXTO Y CASOS DE ESTUDIO EN BIOMEDICINA Y ECONOMÍA¹

Olga Patricia Álvarez Piñeiro, Héctor Cadavid Rengifo

**Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Bogotá, Colombia**

Adriana María Caicedo Tamayo

**Pontificia Universidad Javeriana
Cali, Colombia**

Clara Inés García Blanco, Pilar Murcia Méndez

**Universidad del Rosario
Bogotá, Colombia**

Resumen

Este artículo presenta dos propuestas de transformación de las prácticas pedagógicas con apoyo de tecnología, diseñadas como parte del proyecto de investigación “*Diseño de un modelo de transformación de prácticas educativas que promueva la construcción e implementación reflexiva de prácticas de enseñanza - aprendizaje a través de la Red Nacional Académica de Tecnología (Renata)*”. El proyecto, desarrollado conjuntamente por la Escuela Colombiana de Ingeniería, la Universidad del Rosario y la Pontificia Universidad Javeriana Cali, buscó construir una herramienta metodológica para acercar a los docentes a nuevas estrategias pedagógicas centradas en el estudiante y soportadas por tecnologías de la información y la comunicación. Las propuestas son resultado de un proceso de trabajo interinstitucional, que contempló identificar en las tres instituciones condiciones organizacionales, modelos pedagógicos y asignaturas con alto grado de deserción, para elegir a un grupo de profesores e invitarlos a participar a un proceso de

¹ Este documento es producto del proyecto “Diseño de un modelo de transformación de prácticas educativas que promueva la construcción e implementación reflexiva de prácticas de enseñanza - aprendizaje apoyadas con TIC a través de la Red Nacional Académica de Tecnología (Renata)” financiado por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, y co-financiado y realizado por la Escuela Colombiana de Ingeniería, la Universidad del Rosario, y la Pontificia Universidad Javeriana Cali. Colombia, 2012.

acompañamiento y capacitación para la elaboración de una propuesta pedagógica que se sustentará en aprendizaje centrado en el estudiante con incorporación de tecnologías de información y comunicación y redes de alta velocidad como la red Renata.

Palabras clave: TIC; RENATA; transformación de prácticas de enseñanza

Abstract

This article presents two interinstitutional proposals for ICT-supported pedagogical practices transformation, that were developed as part of the project "Design of an educational practices transformation model to promote the reflexive design and implementation of teaching-learning practices through RENATA (the national academic technology network)", carried out by three colombian universities: Escuela Colombiana de Ingeniería, Universidad del Rosario and Pontificia Universidad Javeriana Cali. The project involved the review of current pedagogical models, student-centered strategies and ICT supported activities in high speed networks and also contemplated the identification of organizational conditions and courses with high dropout rates in each of the three institutions, in order to choose the group of faculty members who participated in the project. A methodological tool was designed for developing a training and ongoing support program for these three interinstitutional groups, who designed new ICT-supported, student-centered pedagogical strategies for their regular courses.

Keywords: ICT; RENATA; teaching strategies

1. Introducción

La llegada de las redes de comunicación como Internet y su uso cada vez más generalizado en las instituciones educativas, ha transformado las prácticas de aprendizaje y enseñanza. Cada vez mas, los estudiantes y profesores se enfrentan al reto de diseñar y realizar prácticas educativas que favorezca la construcción de nuevo conocimiento, con un soporte tecnológico que ofrezca oportunidades de conexión, representación, interacción y de velocidad de cómputo mayores (Martí, 2003). Es así como las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se han integrado a la educación, convirtiéndose en un espacio privilegiado, al que se le atribuye la condición de medio facilitador en el que las personas se muestran muy dispuestas a aprender y a desarrollar habilidades y estrategias cognitivas como crear, diseñar y construir conocimiento (Caicedo, Montes y Ochoa, 2013; Coll, Mauri y Onrubia, 2006; De Wever, Van Keer, Schellens y Valcke, 2010; Engel y Onrubia, 2008).

El diseño de prácticas pedagógicas centradas en el estudiante y que integren TIC resulta ser un reto para los profesores, siendo un objetivo de la formación docente el logro de la transformación en el rol que ellos desempeñan, de manera que se puedan generar ambientes de aprendizaje activos orientados a la colaboración y al descubrimiento (Barr y Tagg, 2001; Salinas, 2004; Wiggins y McTighe, 2005).

Contribuir a este objetivo fue el interés del proyecto "Diseño de un modelo de transformación de prácticas educativas que promueva la construcción e implementación reflexiva de prácticas de enseñanza - aprendizaje a través de la Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada (Renata)". El proyecto se propuso la creación de un modelo de transformación de prácticas pedagógicas que incorporara las TIC, desde el aprovechamiento de sus características para facilitar aprendizajes activos; para esto se contempló

desde las herramientas de cómputo tradicionales, pasando por aquellas soportadas por Internet comercial, hasta llegar a aquellas que sólo son factibles de implementarse a través de redes de alta velocidad como Renata.

Para el diseño del modelo de transformación, se analizaron modelos educativos de instituciones universitarias nacionales e internacionales; se realizó una caracterización de las plataformas tecnológicas y se analizó el nivel de apropiación de las plataformas de soporte a los procesos educativos. A este respecto, se encontró que las tres IES participantes en el proyecto están conectadas a Renata; sin embargo en ninguna de ellas es ampliamente conocida la utilidad y los servicios que pueden ser aprovechados por los profesores. Para la implementación del modelo, se propuso una metodología de acompañamiento a los profesores en el diseño de una práctica pedagógica específica de su área de conocimiento y formación, centrada en el aprendizaje e incorporando herramientas tecnológicas.

Se realizó un piloto del componente pedagógico de este modelo, con un grupo de profesores universitarios, pertenecientes a las tres IES participantes. El proceso de acompañamiento a los profesores se diseñó bajo la modalidad investigación-acción en la que el equipo de profesores trabajaba de manera colaborativa con un grupo de asesores y coordinadores, agrupados en cada una de las áreas de conocimiento seleccionadas para el trabajo: matemáticas, biomédica y administración.

Reunidos por asignaturas con contenidos similares, los profesores identificaron un tema común para el diseño de una práctica educativa centrada en el aprendizaje y apoyada en TIC. Para esto, los profesores tuvieron encuentros en línea, con una frecuencia de dos reuniones semanales. Además de estas reuniones, cada equipo estableció formas complementarias de trabajo, como, foros de discusión conceptual y práctica, intercambio de correos electrónicos, sesiones online adicionales. Como investigación-acción, el programa de acompañamiento docente tuvo una metodología flexible y reflexiva para garantizar ajustarse a las necesidades de cada contexto institucional y de cada grupo disciplinar. Esta metodología permitió que el proceso fuera crítico y constantemente se auto-diagnosticara y se auto-reformulara.

En este documento, dada la limitación de espacio, se presenta un análisis de dos de las tres propuestas finales de prácticas educativas diseñadas por cada equipo de profesores participantes. Se presenta una breve descripción de las propuestas y de las posibles aplicaciones de las herramientas tecnológicas idóneas para cada una de ellas, incluyendo sus características técnicas. Finalmente se presenta un análisis transversal de las propuestas en términos de las transformaciones pedagógicas que representan y el aprovechamiento de las características de las TIC y específicamente de Renata.

2. Propuestas derivadas de la estrategia de formación y acompañamiento

A continuación se presenta una breve descripción de la propuesta elaborada por cada grupo integrado por profesores de las tres instituciones participantes en el proyecto, para las áreas de biomédica, administración y matemáticas:

Propuesta 1 – Grupo de Biomédica²

Tema escogido: Conceptos básicos de Biomecánica

² El trabajo en esta propuesta contó con la participación del siguiente grupo de profesores: Javier Alberto Chaparro – Escuela Colombiana de Ingeniería, Néstor Flórez – Universidad del Rosario, Kristy Alejandra Godoy Jaimés – Pontificia Universidad Javeriana - Cali

Resultados de Aprendizaje Esperados (RAE):

1. Identificar las principales características de los conceptos básicos de la física del cuerpo humano (Vectores, fuerza y momento).
2. Reconocer las propiedades del sistema músculo-esquelético como sistema de palancas
3. Proponer soluciones a situaciones de baja complejidad, aplicando los conceptos básicos de la física del cuerpo humano.
4. Implementar soluciones (dispositivos, software, etc.) a situaciones problema, aplicando los conceptos básicos de la biomecánica.

Como estrategia para presentar una situación significativa para el estudiante, se optó por el diseño de un caso, que le permita reconocer y aplicar los conceptos haciendo uso de un dispositivo biomecánico. El caso se enuncia a continuación:

“Un atleta necesita fortalecer sus cuádriceps e isquiotibiales. Para esto, su preparador físico le recomienda hacer 50 sentadillas diarias ubicando su espalda a 20 grados con respecto a la vertical. Este atleta leyó que con sentadillas ubicando su espalda a 40 grados respecto a la vertical y sosteniendo una barra de 10 kg, lograría un mayor fortalecimiento. ¿Qué tan acertada es esta información? ¿Cómo se podría monitorear en qué momento del ejercicio están trabajando más los grupos musculares? Implemente una solución para determinar en qué momento se ejercita cada grupo de músculos.”

Etapas de aprendizaje planteadas:

1. Conformar grupos de trabajo para la resolución del caso.
2. Plantear una hipótesis para responder la primera pregunta del caso
3. Acceso remoto al laboratorio de experimentación para analizar fuerzas y movimientos en ejercicios relacionados al que se presenta en el caso.
4. Aplicar los conceptos de biomecánica, para descartar o confirmar la hipótesis.
5. Implementar la solución con ayuda de guías de electromiografía y la orientación del tutor.
6. Entregar y sustentar el informe de la implementación de la solución.

Cada etapa es documentada por el grupo en una bitácora que permite hacer seguimiento al proceso y a las reflexiones del grupo durante la resolución del caso.

Apoyo con TIC y Renata:

Se identificaron cinco aspectos del proceso de aprendizaje propuesto, que requerirían apoyo con TIC y/o Renata:

- Trabajo colaborativo para generar la propuesta grupal de solución del caso más allá del aula de clase a través de una herramienta de colaboración en tiempo real (se propone Mural.ly).
- Elaboración de la bitácora grupal de forma colaborativa a través de Google docs.
- Apoyo visual para el manejo de vectores a través de la herramienta matemática interactiva *Geogebra*.
- Laboratorio remoto de monitoreo de movimiento, mediante transmisión de datos a través de la red RENATA.
- Comunicación interinstitucional a través del servicio de Oficina Virtual y videoconferencia de RENATA.

Arquitectura de implantación con Renata:

De acuerdo con las posibilidades de apoyo identificadas para la red RENATA en el área de biomédica, se propone la arquitectura de la figura 2. En esta, se plantea que N programas académicos relacionados con biomédica se colaboran entre sí, de manera que cada uno comparta los recursos tecnológicos (especialmente los de más alto costo) que no tienen disponibles los demás.

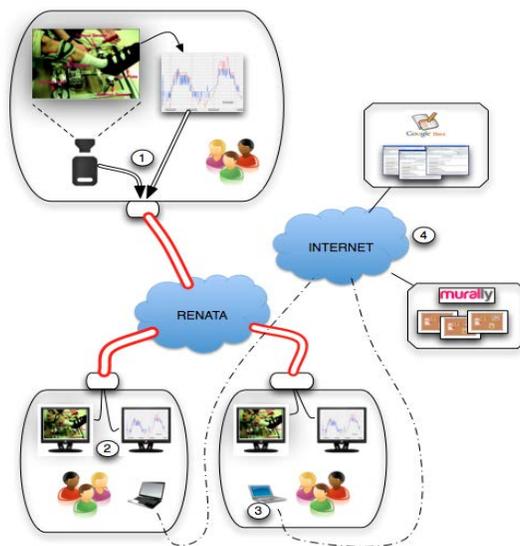


Figura 1. Arquitectura de implementación - biomédica. Elaboración de los autores.

En este ejemplo, la institución académica (1) tiene acceso a una serie de sensores biomecánicos y al software que captura los datos. Los estudiantes de las demás instituciones que no cuentan con este recurso, pero que les interesa analizar el mismo fenómeno, tendrían la posibilidad de recibir dos tipos de datos simultáneamente: el video en alta definición de una o más tomas de la persona que está utilizando los equipos, y los datos generados por los sensores (2). Con esto, además de poder visualizar los experimentos y las mediciones remotas, cada institución podría implementar y probar sus propias estrategias de análisis de datos. Por otro lado, se plantea también la utilización de servicios de trabajo colaborativo disponibles a través de Internet comercial (4), de manera que los equipos de estudio en cada institución, o incluso dispersos interinstitucionalmente, puedan trabajar sobre los casos planteados.

Propuesta 2- Grupo de Administración³

Tema escogido: Negociación de productos en el mercado contemplando el TLC entre Colombia y Estados Unidos

Resultados de Aprendizaje Esperados (RAE):

Al finalizar el abordaje de las actividades propuestas para el tema de negocios internacionales, el estudiante estará en capacidad de:

1. Analizar el alcance y las implicaciones del TLC entre Colombia y Estados Unidos, específicamente en el sector hortofrutícola.
2. Evaluar el potencial de exportación y la competitividad del producto del sector determinado.

³ El trabajo en esta propuesta contó con la participación del siguiente grupo de profesores: Raúl Torres Salamanca – Escuela Colombiana de Ingeniería, Andrés Mauricio Castro –Universidad del Rosario y William Muñoz Murillo – Pontificia Universidad Javeriana - Cali

3. Crear estrategias y planes que permitan la incursión del producto o sector en el mercado.

Caso a trabajar para el aprendizaje:

Como estrategia para lograr aprendizajes significativos, se optó por el diseño de una serie de actividades, relacionadas con las didácticas juego de roles y trabajo colaborativo. La temática seleccionada fue “Exportación de un producto”. Como se muestra en detalle, se contempla que los estudiantes asuman un rol de exportador o importador. El rol exportador debe realizar una oferta, a partir de su proceso productivo y no desde el punto de vista de la comercialización, de bienes finales, por lo cual tendrán que indagar sobre el sector correspondiente. Es importante aclarar que el rol del exportador debe ser desde una empresa creada en Colombia perteneciente al sector hortofrutícola y de bienes procesados. Desde el punto de vista del importador, deben asumir que representan una empresa creada en los Estados Unidos, y su rol será el de compradores de productos del sector hortofrutícola de bienes procesados.

Etapas planteadas:

1. Conformación de grupos: en cada Universidad se deben conformar tres empresas importadoras y tres exportadoras. Los grupos se conformarán con dos estudiantes de la Universidad anfitriona y uno de cada una de las otras instituciones. Esta estrategia busca enriquecer los aportes grupales con el conocimiento que cada estudiante tiene de su región en cuanto a productos y necesidades.
2. Asumir rol, bien de “comité de compras” o de “comité de ventas”, de tal manera que todos discutan con el mismo rol/cargo asignado y sean co-responsables de la negociación.
3. Construir la oferta o la demanda que dará lugar a la negociación, en forma tal que quede completamente especificada
4. Publicar demandas y ofertas.
5. Actividad de análisis intra-comités de demandas y ofertas.
6. Etapa de negociación: en un espacio de negocios de reciben ofertas, contraofertas, información del pedido, se realiza la negociación y el acuerdo del negocio.
7. Generar informe final de la negociación

Apoyo con TIC y Renata:

Dado que el caso propuesto se trabajará con grupos de estudiantes de las tres instituciones, el uso de tecnología para mediar la comunicación de los participantes, es fundamental. Se identificaron tres aspectos que requerirían apoyo con TIC y/o Renata:

- Contar con una plataforma en donde se puedan conformar los equipos de importadores y exportadores. Se hará uso LMS de alguna de las instituciones.
- Elaboración de la bitácora grupal, y recopilación de documentos, correos, contraofertas, actas de comité del proceso de negociación y para elaboración colaborativa del documento de argumentación y el definitivo de compra o de desistimiento, se plantea el uso de herramienta tipo Google Docs.
- La parte más novedosa, en cuanto a uso de tecnología y que requiere el uso de Renata, es la relacionada con el proceso de negociación o rueda de negocios, ya que se sugirió a los profesores la posibilidad de utilizar un mundo virtual, en el cual cada participante esté representado por un avatar y se encuentren en un espacio que simule una feria o espacio de negociación. El uso del mundo virtual también se contempla como estatégico para el encuentro inicial de los participantes –profesores y estudiantes- de las tres universidades, para dar a conocer la propuesta de aprendizaje, metodología, recursos y fijar detalles de las actividades a trabajar.

Arquitectura de implantación con Renata:

Si se quiere llevar a cabo la actividad planteada, haciendo uso de Mundos Virtuales Interactivos, se requiere comunicación entre las 3 instituciones; para la rueda de negocios hay que contar con 30 o 40 usuarios conectados simultáneamente, de acuerdo con los problemas reportados en (Alvarez, et al (2011)), la transmisión de imágenes demanda muchos recursos de computación, por lo que se propone, usar Renata como el canal que permita conformar un *cluster* de servidores, encargado de distribuir la carga de la plataforma de los MVI, de la siguiente manera:

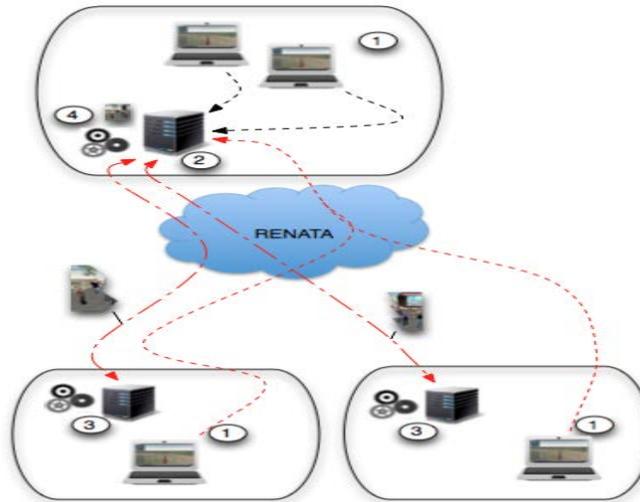


Figura 2. Arquitectura de implementación - Administración.

- (1) Todos los participantes del mundo virtual se conectan, a través de Renata, al servidor que provee el servicio (en este caso, una institución académica).
- (2) El servidor, distribuye entre los servidores disponibles en otras instituciones conectadas a RENATA las tareas de procesamiento y cálculo de elementos como los efectos de las acciones de cada avatar sobre el mundo virtual y la perspectiva de cada avatar respecto a los demás avatares, entre otros.
- (3) Cada servidor realiza la tarea encomendada, y retorna la información procesada al servidor central, el cual a su vez, la unifica y la hace perceptible (4) a los habitantes del mundo virtual.

3. Conclusiones

Las propuestas de transformación de prácticas pedagógicas que se lograron como producto del acompañamiento a profesores de las tres instituciones participantes en el proyecto de investigación, partieron del reconocimiento de las prácticas actuales y plantearon el rediseño de las dinámicas pedagógicas para favorecer el aprendizaje activo y centrado en el estudiante. Los profesores optaron por el planteamiento de casos y situaciones problema para involucrar de forma más activa a estudiantes y profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje alrededor de las áreas de matemáticas, biomédica y administración. En las tres propuestas se dio importancia al componente de interacción interinstitucional, como apuesta para enriquecer los aprendizajes y propiciar el reconocimiento de otros contextos, además del diseño del proceso de enseñanza y aprendizaje con etapas que posibilitan el seguimiento y la retroalimentación continua.

En cuanto al apoyo con tecnología, cada propuesta incluyó la mediación con herramientas para favorecer la experimentación, la interacción o la documentación del avance en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, de acuerdo a las necesidades de cada dinámica propuesta. El aporte de las redes de alta velocidad y en particular de Renata, se consideró como clave para facilitar la comunicación e interacción, brindando mayor capacidad de transmisión de audio e imagen a las herramientas convencionales y facilitando el aprovechamiento de recursos distribuidos.

Son diversos los servicios que ofrecen las redes de alta velocidad como RENATA. Por ello es necesario adelantar en las instituciones programas de divulgación y capacitación de manera que la comunidad de profesores y estudiantes la usen y generen sobre ella, nuevos servicios y valores. El servicio de mayor uso hasta ahora es el de videoconferencias y acceso a repositorios y bancos de información, pero existen otros como simuladores, laboratorios remotos y grillas que aunque pueden requerir de un trabajo de desarrollo, deben ser cada vez más utilizados, pues apoyan de manera significativa los procesos de aprendizaje centrados en el estudiante.

Las posibilidades de aplicación de las redes de alta velocidad RENATA en el medio académico (diferentes a las ya disponibles), especialmente en lo que respecta a la colaboración interinstitucional, son muchas, y las experiencias documentadas alrededor del mundo así lo demuestran. Sin embargo, a diferencia de las TIC tradicionales, las aplicaciones más innovadoras de este tipo de redes normalmente no se distribuyen comercialmente como paquetes de hardware/software, sino que requieren de años de trabajo de investigación y desarrollo por parte de las instituciones académicas para contar con soluciones a la medida de las necesidades del país. Por esto, es crucial que estas instituciones enfoquen sus esfuerzos hacia objetivos comunes en este sentido, y es urgente promover más proyectos de investigación para el desarrollo e implantación de este tipo de tecnologías, de manera que a mediano y largo plazo recortemos cada vez más las brechas 'digitales' que existen con otros países.

4. Referencias

- Barr, R. y Tagg, J. (1995). *From teaching to learning*. Washington D.C., EE.UU.: Heldref Publications.
- Caicedo, A., Montes, J. y Ochoa, S. (2013). Aprender de y con la tecnología: algunos resultados de investigación sobre la integración de las TIC en la educación superior. *Carta de AUSJAL*, 38, 28-35.
- Coll, C., Mauri, T. y Onrubia, J. (2006). Análisis y resolución de casos-problema mediante el aprendizaje colaborativo. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 3 (2), 29-41.
- De Wever, B., Van Keer, H., Schellens, T. y Valcke, M. (2010). Roles as a structuring tool in online discussion groups: The differential impact of different roles on social knowledge construction. *Computers in Human Behavior*, 26, 516-523.
- Engel, A. y Onrubia, J. (2008). Scripting computer-supported collaboration by university students. *Interactive Educational Multimedia*, 16, 33-53.
- Martí, E. (2003). *Representar el mundo externamente*. Madrid: Aprendizaje.
- Wiggins, G. y McTighe, J. (2005). *Understanding by design*. EE.UU.: ASCD.

Sobre los autores

- **Olga Patricia Álvarez Piñero:** Ingeniera de Sistemas y Computación, Magister en e-learning. Profesor asistente. Miembro del grupo de investigación CTG-Informática, de la Escuela Colombiana de Ingeniería patricia.alvarez@escuelaing.edu.co
- **Héctor Fabio Cadavid Rengifo:** Ingeniero de Sistemas, Magister en Ingeniería de Sistemas y Computación. Profesor Asistente, grupo de investigación CTG-Informática de la Escuela Colombiana de Ingeniería. hector.cadavid@escuelaing.edu.co
- **Adriana María Caicedo Tamayo:** Psicóloga, Máster en Psicología. Profesora Asistente. Grupo de Investigación Desarrollo Cognitivo, Aprendizaje y Enseñanza. amc@javerianacali.edu.co
- **Pilar Murcia Méndez:** Psicóloga, Master en elearning. Jefe TIC en el Centro de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad del Rosario. pilar.murcia@urosario.edu.co
- **Clara Inés García Blanco:** Ingeniera de Sistemas y Computación, Máster en educación. Coordinadora de servicios virtuales y comunidades de práctica en el Centro de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad del Rosario. clara.garcia@urosario.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)