



Las TICs en el aprendizaje de la Física

Byron José Loor Alcivar¹, Sandra Leonor Chiquito Tumbaco², Sonia Melissa Rodríguez Merchán³

1 Universidad de Guayaquil, byron.loora@ug.edu.ec

2 Universidad de Guayaquil, sandra.chiquitol@ug.edu.ec

3 Universidad de Guayaquil, sonia.rodriguez@ug.edu.ec

RESUMEN

A partir de la pregunta ¿qué debemos hacer para enseñar física más efectivamente en colegios y universidades? este artículo se propuso intentar precisar las posibles aplicaciones de las TICs que puedan recomendarse para mejorar la enseñanza de disciplina. Se realizó para ello una revisión tanto en Google Académico (997 referencias) como en ScienceDirect (737 referencias). La cantidad de artículos encontrados reveló la diversidad de enfoques, aplicaciones y contextos en que de una forma u otra se aplican las TICs en la Física.

El análisis de contenidos realizado permitió destacar que la aplicación de las TICs requiere un enfoque cognitivo y lo que es más importante que estas se enmarquen en un ambiente de aprendizaje. La falta de investigaciones sobre los efectos de la aplicación de las TICs y sobre las diferentes percepciones de estudiantes y profesores impide el formular estrategias de carácter general.

Dado que la calidad de la enseñanza de las Ciencias Técnicas depende que el estudiante pueda utilizar laboratorios reales resulta importante que se estimulen investigaciones sobre el uso y experiencias en el desarrollo de laboratorios remotos y virtuales que pueden constituir alternativas de bajo costo.

Una experiencia en el uso de las TICs en la enseñanza de la Física que puede ser extrapolada a otras disciplinas es la importancia de la simulación con el uso de las TICs o de programas específicos que permitan analizar modelos matemáticos que permitan analizar sistemas de diverso tipo.

Palabras claves: enseñanza de la Física, laboratorios remotos, laboratorios virtuales, simulaciones



ICTs in learning physics

ABSTRACT

From the question, what should we do to teach physics more effectively in colleges and universities? This article proposed to try to specify the possible applications of the ICT that can be recommended to improve the teaching of discipline. A review was done for both Academic (997 references) and ScienceDirect (737 references). The number of articles found revealed the diversity of approaches, applications and contexts in which one way or another apply ICTs in physics.

The content analysis made it possible to emphasize that the application of ICTs requires a cognitive approach and what is more important that these are framed in a learning environment. The lack of research on the effects of the application of ICTs and the different perceptions of students and teachers precludes the formulation of general strategies.

Since the quality of the teaching of the Technical Sciences depends on the student being able to use real laboratories, it is important to stimulate research on the use and experiences in the development of remote and virtual laboratories that can constitute low cost alternatives.

An experience in the use of ICT in teaching physics that can be extrapolated to other disciplines is the importance of simulation with the use of ICTs or specific programs that allow analyzing mathematical models that allow analysis of systems of various types.

Keywords: physics teaching, remote laboratories, virtual laboratories, simulation



1. INTRODUCCIÓN

Desde hace ya varios años se formuló en la literatura especializada una pregunta esencial: ¿Qué debemos hacer para enseñar física más efectivamente en colegios y universidades? (Redish, 2000). La enseñanza de la física sin dudas se basa en una interrelación entre el “modelo físico” como tal, por ejemplo las leyes de Newton, en que se fundamentan, los cursos de Mecánica y la realidad. Siguiendo a Redish (2000):

La instrucción interactiva y atractiva en física a menudo se basa en el uso de laboratorios de descubrimiento con experimentos prácticos reales. Los sistemas del mundo real son mucho más complejos que las idealizaciones tradicionales presentes en los libros de texto. Ningún sistema del mundo real es realmente "simple". (p. 94).

Esta vinculación de lo experimentado en el laboratorio con la comprensión del modelo físico ha llevado a que se brinde particular atención a al papel de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en el Laboratorio de Física (Aveleyra, Lipovetzky, &.... 2005; Rosario, Lobo, Rivero, Briceño, &.... 2012). Por otro lado la solución de los problemas físicos esta necesariamente relacionada con la Matemática (Flores-García, Chávez-Pierce, Luna-González, &.... 2015) lo que genera una dificultad adicional pue se intenta la comprensión del modelo y de alguna forma su comprobación mediante ejercicios que necesariamente involucran el razonamiento matemático. La aplicación de las TICs en la enseñanza de la Física se enmarca igualmente dentro de muchos de los aspectos debatidos de forma general para la aplicación de las TICs en la enseñanza. De igual forma al hablar de TICs de forma general se puede ignorar la diversidad de ambientes de aprendizaje que han sido implementados:

La utilización de las TIC en la educación se ha materializado en el diseño e implementación de ambientes de aprendizaje, que se articulan con las características de los procesos de enseñanza-aprendizaje en forma efectiva, lo que ha favorecido la proliferación de diferentes tipos de medios de Enseñanza Asistida por Computadora (EAC) de acuerdo a su estructura: Tutoriales, Laboratorios Virtuales, Simuladores, Entrenadores, Buscadores de Información, Sistemas de Tutores Inteligentes. (Linares-Pons, Verdecia-Martínez, &.... 2014, p. 109)

A la vez se hace necesario considerar aspectos tales como por ejemplo, las diferencias en relación con la tecnología, entre la percepción de estudiantes y la del cuerpo docente (Waycott, Bennett, Kennedy, Dalgarno, & Gray, 2010; Wu, Pan, & Yuan,



2016) y la necesidad de incrementar el nivel de los docentes en el uso de las TICs como herramientas cognitivas (Wang, Hsu, Reeves, & Coster, 2014). Una de las dificultades de poder integrar de forma efectiva las TICs en la enseñanza de la Física parece también estar relacionada con que los estudiantes de los cursos de Física a nivel universitario llegan a estos con dificultades muy diversas (Schuessler, Kolomenski, Bunker, & Perkins, 2016).

Otra posible dirección para el estudio de la aplicación de las TICs en la enseñanza de la Física está relacionada últimamente con el desarrollo de plataformas virtuales (Martín-Blas & Serrano-Fernández, 2009) que parte del desarrollo de la educación a distancia (Qadri et al., 2014). La utilización de juegos educativos (Couceiro, Papastergiou, Kordaki, & Veloso, 2013) es otra línea de importancia en la aplicación de las TICs. En términos generales se puede señalar que la aplicación de las TICs en la enseñanza de la Física requiere una clara conceptualización de las características de esta disciplina.

La pregunta señalada al inicio sigue por tanto, en el criterio de los autores, teniendo validez y resulta necesario seguirse preguntando como se puede hacer más efectiva la enseñanza de la física y sobre todo que debe diferenciar la aplicación de las TICs en esta disciplina y las experiencias que de ello se deriven para otras. Este artículo se propuso por tanto como objetivo intentar precisar las posibles aplicaciones de las TICs que puedan recomendarse para mejorar la enseñanza de la Física.

2. METODOS

La investigación desarrollada tuvo carácter exploratorio y se sustentó en:

- a) Una revisión en Google Académico en relación con la aparición de los términos “TIC” en el título y “Física” en resumen o palabras claves. Se obtuvieron con ello un total de 997 referencias
- b) Una búsqueda similar pero para los términos en idioma inglés “communication and information technology” y “Physics”, empleando ScienceDirect (<http://www.sciencedirect.com>). En esta se obtuvieron un total de 737 referencias.

Debe señalarse que el objetivo de esta contribución no fue realizar un estado del arte como tal, sino intentar precisar posibles aplicaciones de las TIC en la enseñanza de la Física. Se filtraron por tanto los resultados desechando aquellas aplicaciones que estuvieran relacionadas directamente con posibles aplicaciones de las TICs en ramas particulares de la Física, por ejemplo como la Física Nuclear o aplicaciones para la formación de un grupo particular de especialistas, por ejemplo “Física Médica”.



3. RESULTADOS

La cantidad de artículos encontrados reveló la diversidad de enfoques, aplicaciones y contextos en que de una forma u otra se aplican las TICs en la Física y que pueden ir desde el posible impacto social de la Física en aspectos energéticos (Cooper, 2017) hasta los posibles puntos de encuentro de la Física con otras ramas de la ciencia (Kok, Lim, & Chan, 2016). Como punto de partida para el análisis de contenidos se decidió analizar las tendencias de las investigaciones reportadas sobre enseñanza de la Física. Este análisis es más general que el objetivo particular de esta contribución pero permitió una visión más amplia de posibles vacíos reputados al respecto en la literatura. La investigación de Uzunboylu y Aşıksoy (2014) resultó particularmente útil pues analizó 105 artículos sobre enseñanza de la Física en términos de: métodos, áreas investigadas, técnicas de análisis de datos y tipos de muestra. El análisis de los títulos realizado por estos autores permitió clasificar las variables estudiadas en los grupos siguientes:

- a) Dimensión emocional
- b) Dimensión cognitiva
- c) Éxito
- d) Tecnología Educativa
- e) Métodos de enseñanza
- f) Programas de Entrenamiento a docentes de Física
- g) Evaluación

El análisis de acuerdo con el método empleado permitió detectar que sólo dos de los 105 artículos analizados por Uzunboylu y Aşıksoy (2014) realizaron estudios correlacionales y que en general se han empleado métodos cuantitativos en muy pocos casos. En nuestro caso el análisis de los artículos revisados se detectó igualmente un vacío en relación con investigaciones que analicen la percepción de grupos de estudiantes sobre las dificultades que enfrentan estos en la solución de problemas de Física en particular y la posible aplicación de las TICs en ello.

Investigaciones como la de Schuessler et al. (2016) se enfocaron en el diagnóstico del nivel de entrada de los estudiantes en cursos introductorios de Física con un número relativamente alto de estudiantes (110). En este caso los objetivos de aprendizaje señalados por los autores, sirven de pauta para fijar los aspectos cognitivos esenciales para este tipo de cursos de Física General y fueron:



.. (1) comprensión de términos, nociones y hechos, así como conceptos y teorías de aprendizaje, (2) desarrollo de habilidades de resolución de problemas y matemáticas, (3) capacidad de aplicar principios y generalizaciones ya aprendidas a nuevos problemas y situaciones, fomentar la capacidad de pensar creativamente, (5) aprender a concentrarse en los factores principales ya no tener en cuenta los factores insignificantes; Comprender el concepto de exactitud de las mediciones e importancia de las estimaciones correctas, (6) en el trabajo de laboratorio e investigación, desarrollar la capacidad de extraer inferencias razonables de las observaciones, sintetizar e integrar información e ideas, mejorar las habilidades en el uso de materiales, herramientas y / o tecnología relevante para el sujeto. (7) convertirse en experto en convertir las cantidades físicas en variables simbólicas, traducir el problema en ecuaciones y encontrar una solución de forma cerrada y una respuesta numérica. (8) la capacidad de identificar leyes y fórmulas pertinentes apropiadas para resolver una tarea determinada, formular y resolver problemas de ingeniería. (p. 250).

Esta caracterización general de objetivos de aprendizaje, aunque puede resultar válida, para una posible planificación curricular, a efectos investigativos puede resultar muy general. Las investigaciones deben más bien intentar precisar cómo se cumplen o no estos objetivos y sobre todo de cómo se pueden aplicar las TICs de forma efectiva para lograr los mismos.

Se reflejó de la revisión que pueden reportarse trabajos como los de (Qodjayev & Qasimov, 2009, 2011) que aunque prometan una solución general de la aplicación de las TICs en la enseñanza de la Física a nivel universitario realmente se deciden por la aplicación de estas para la solución de un tipo especial de aplicación, en este caso la solución numérica para la modelación en Física.

Las TICs en el laboratorio de Física

La interacción de las TICs con la enseñanza de la Física ha resultado más estudiada en relación con la aplicación de estas en el proceso de enseñanza aprendizaje en el Laboratorio de Física. Ello está condicionado por la indiscutible importancia de las prácticas de laboratorio en las carreras de ingeniería. Se encontraron un total de 19 trabajos en idioma español relacionadas con la enseñanza aprendizaje en los laboratorios de Física con el apoyo de las TICs. De estos pueden resumirse los aspectos siguientes:



- a) (Ardila & ... 2012) que analiza "modelos didácticos utilizados en la enseñanza de las Física" (p. 106) y que según palabras de los autores buscan:

.. construir un prototipo de laboratorio de física con instrumentación electrónica para desarrollar prácticas en el área de física mecánica, sustentadas en un modelo didáctico que propicie en el estudiante de ingeniería de la Universidad de San Buenaventura, Cali, la adquisición de competencias en ciencias básicas acordes con las exigencias y perspectivas del ejercicio profesional. (p. 107).

- b) El uso de laboratorios remotos y virtuales. Resulta necesario analizar y comprender las diferencias entre estos (Calvo et al., 2009; Medina, Saba, Silva, &.... 2011; Rosado & Herreros, 2005) para poder diseñar estrategias efectivas para su utilización. Este desarrollo parte de que necesariamente la formación de ingenieros requiere de laboratorios reales que no siempre están disponibles. En esta dirección también existen paquetes que permiten la realización de simulaciones, por ejemplo MatLab (www.mathworks.es/products/MatLab/) y LabVIEW (<http://www.ni.com/labview/>). Como señaló (Calvo et al., 2009), como una alternativa al laboratorio real, o remoto el desarrollo de las TICs ha propiciado el uso de laboratorios virtuales, definidos como:

En este caso se usan los ordenadores para simular el comportamiento de los sistemas a estudiar haciendo uso de modelos matemáticos. Aunque en este caso no se interacciona con plantas reales, la experimentación con modelos simulados es comparable siempre que se cumplan las siguientes premisas: (1) Se usen modelos matemáticos realistas que representen al alumno los detalles importantes del sistema a analizar y (2) se complementen las gráficas que muestran la evolución temporal de los sistemas con animaciones que permitan a los alumnos visualizar y entender mejor el comportamiento del sistema. (p. 10)

- c) El aporte de las Tics en poder desarrollar aulas laboratorios de bajo costo (Calderón, Núñez, Laccio, & Iannelli, 2015).

4. CONCLUSIONES

Volviendo sobre la pregunta inicial de la que partió esta investigación: ¿Cómo mejorar la enseñanza de la Física? resulta imprescindible que limitemos la misma a los niveles de enseñanza y especialidades. El enfoque esencial debe partir de que la aplicación de las TICs requiere un enfoque cognitivo y lo que es más importante que estas se enmarquen en un ambiente de aprendizaje. La falta de investigaciones sobre los efectos



de la aplicación de las TICs, a la vez las diferentes percepciones de estudiantes y profesores y también la falta de investigaciones al respecto impide el formular estrategias de carácter general.

En el caso de la enseñanza de las carreras técnicas resulta importante que se estimulen investigaciones sobre el uso y experiencias en el desarrollo de laboratorios remotos y virtuales. La calidad de la enseñanza de las Ciencias Técnicas depende que el estudiante pueda utilizar laboratorios reales que no siempre estarán disponibles y el empleo de laboratorios remotos y virtuales puede constituir alternativas de bajo costo. Una experiencia en el uso de las TICs en la enseñanza de la Física que puede ser extrapolada a otras disciplinas es la importancia de la simulación con el uso de las TICs o de programas específicos que permitan analizar modelos matemáticos en el análisis de sistemas de diverso tipo.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardila, J. C., et al.... (2012). Reflexiones sobre la didáctica en física desde los laboratorios y el uso de las tic. ... *Universidad Católica del ...*
- Aveleyra, E., Lipovetzky, J., et al.... (2005). Aplicaciones de las tics en el laboratorio de física. ... *Enseñanza de las Ciencias*.
- Calderón, S., Núñez, P., Laccio, J. D., et al.Iannelli, L. (2015). *Aulas-laboratorios de bajo costo, usando tic*: rodin.uca.es.
- Calvo, I., Zulueta, E., Gangoiti, U., López, J., Cartwright, H., et al.... (2009). *Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas*: researchgate.net.
- Cooper, A. C. G. (2017). Building physics into the social: Enhancing the policy impact of energy studies and energy social science research. *Energy Research & Social Science, 26*, 80-86. doi: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.01.013>
- Couceiro, R. M., Papastergiou, M., Kordaki, M., et al.Veloso, A. I. (2013). Design and evaluation of a computer game for the learning of information and communication technologies (ict) concepts by physical education and sport science students. *Education and Information Technologies, 18*(3), 531-554. doi: 10.1007/s10639-011-9179-3
- Flores-García, S., Chávez-Pierce, J., Luna-González, J., et al.... (2015). El aprendizaje de la física y las matemáticas en contexto. *CulCyT*.



- Kok, V. J., Lim, M. K., et al.Chan, C. S. (2016). Crowd behavior analysis: A review where physics meets biology. *Neurocomputing*, 177, 342-362. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2015.11.021>
- Linares-Pons, N., Verdecia-Martínez, E., et al.... (2014). *Tendencias en el desarrollo de las tic y su impacto en el campo de la enseñanza*: scielo.sld.cu.
- Martín-Blas, T., et al.Serrano-Fernández, A. (2009). The role of new technologies in the learning process: Moodle as a teaching tool in physics. *Computers & Education*, 52(1), 35-44. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.005>
- Medina, A., Saba, G., Silva, J., et al.... (2011). *Los laboratorios virtuales y laboratorios remotos en la enseñanza de la ingeniería*: bibliografia.eovirtual.com.
- Qadri, S., Ahmed, N., Mutiullah, Shahid, M., Rehmani, E. A., ul Rehman, M., . . . Qadri, S. F. (2014). Knowledge based information and communication technology (ict): Framework for distance learning education: A case study. *Life Science Journal*, 11(9 SPEC. ISSUE), 385-390.
- Qodjayev, N. M., et al.Qasimov, B. M. (2009). *Using of information and communication technologies in learning and teaching of physics in universities*.
- Qodjayev, N. M., et al.Qasimov, B. M. (2011). *Using of information and communication technologies in learning and teaching of physics in universities: Unified interactive numerical model for two body problem*.
- Redish, E. F. (2000). Discipline-based education and education research: The case of physics. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(1), 85-96. doi: [https://doi.org/10.1016/S0193-3973\(99\)00052-0](https://doi.org/10.1016/S0193-3973(99)00052-0)
- Rosado, L., et al.Herreros, J. (2005). *Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la física*: academia.edu.
- Rosario, J., Lobo, H., Rivero, D., Briceño, J., et al.... (2012). Las tic para el proceso enseñanza aprendizaje en los laboratorios de física en el nivel universitario en el estado de trujillo, venezuela. *Trujillo: GRINCEF-ULA/*
- Schuessler, H., Kolomenski, A., Bunker, P., et al.Perkins, C. (2016). Improving effectiveness of teaching large introductory physics courses with modern information technology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 228, 249-256. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07.037>
- Uzunboylyu, H., et al.Aşıksoy, G. (2014). Research in physics education: A study of content analysis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 136, 425-437. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.353>



- Wang, S. K., Hsu, H. Y., Reeves, T. C., et al. Coster, D. C. (2014). Professional development to enhance teachers' practices in using information and communication technologies (icts) as cognitive tools: Lessons learned from a design-based research study. *Computers and Education, 79*, 101-115. doi: 10.1016/j.compedu.2014.07.006
- Waycott, J., Bennett, S., Kennedy, G., Dalgarno, B., et al. Gray, K. (2010). Digital divides? Student and staff perceptions of information and communication technologies. *Computers and Education, 54*(4), 1202-1211. doi: 10.1016/j.compedu.2009.11.006
- Wu, Y. C. J., Pan, C. I., et al. Yuan, C. H. (2016). Attitudes towards the use of information and communication technology in management education. *Behaviour and Information Technology, 1-12*. doi: 10.1080/0144929X.2016.1212928