



Formación Universitaria

E-ISSN: 0718-5006

citrevistas@gmail.com

Centro de Información Tecnológica  
Chile

Faúndez, Claudio A.; Bravo, Alicia A.; Ramírez, Glenda P.; Astudillo, Hernán F.  
Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de Conceptos de Termodinámica como Herramienta para Futuros Docentes  
Formación Universitaria, vol. 10, núm. 4, 2017, pp. 43-53  
Centro de Información Tecnológica  
La Serena, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373552294005>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de Conceptos de Termodinámica como Herramienta para Futuros Docentes

Claudio A. Faúndez<sup>(1)</sup>; Alicia A. Bravo<sup>(2)</sup>, Glenda P. Ramírez<sup>(1)</sup> y Hernán F. Astudillo<sup>(1)</sup>.

(2) Depto. De Física, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Concepción, Barrio Universitario s/n, Casilla 160-C, Concepción, Chile (e-mail: glendaramirez@udec.cl, claudiofaundez@udec.cl, hastudil@udec.cl).

(1) Lycée Charles de Gaulle, Concepción, Chile (e-mail: aliciabravo@udec.cl).

Recibido Sep. 26, 2016; Aceptado Nov. 25, 2016; Versión final Ene. 28, 2017, Publicado Ago. 2017

---

### Resumen

Este artículo presenta una propuesta didáctica constructivista que incorpora tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza aprendizaje de conceptos de termodinámica. Estudiantes universitarios exploraron y analizaron herramientas TIC para motivar a estudiantes secundarios en la adquisición de conceptos significativos, vinculados a contenidos de termodinámica. La propuesta fue diseñada y probada en alumnos de nivel secundario y superior, por alumnos universitarios, durante los años 2014 y 2015. Los resultados exhiben un incremento en el rendimiento y ganancia conceptual de los estudiantes, observada en el promedio de las calificaciones, el indicador estadístico "g" de Hake y los tests estadísticos t-student y Tukey. La incorporación de TIC, como herramientas educativas para los estudiantes universitarios, muestra ser relevante en su proceso de formación. Con la utilización de éstas, adquieren habilidades y actitudes para enfrentarse a su futuro laboral, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de la educación.

*Palabras clave:* TIC; aprendizaje significativo; constructivismo; enseñanza-aprendizaje; didáctica

## Information and Communication Technologies (ICT) for Teaching and Learning of Thermodynamic Concepts as a tool for Future Teachers

### Abstract

This article presents a constructivist didactic proposal that incorporates information and communication technologies (ICT) in the teaching of thermodynamic concepts. University students explored and analyzed ICT tools to motivate secondary students in the acquisition of significant concepts, linked to thermodynamic subjects. The proposal was designed by university students and tested both in college-level courses and secondary school courses during the years 2014 and 2015. The results show an increase in students' performance and conceptual gain, observed in the higher average of the scores obtained, the statistical indicator "g" by Hake and the statistical tests t-student and Tukey. The incorporation of ICT, as an educational tool for university students, shows to be relevant in their training process. With the use of these tools they develop better skills and attitudes to face their future work, contributing to improving the quality of education.

*Keywords:* ICT; significant learning; constructivism; teaching-learning; didactics

## INTRODUCCIÓN

Los actuales y grandes desafíos en la formación de profesionales de la educación radican, principalmente, en el mejoramiento de su calidad, mediante la incorporación de nuevas metodologías de enseñanza y aprendizaje que generen interacciones entre los involucrados en este proceso, que en este caso, serían estudiantes y docentes (Moreno et al., 2014). Diversos autores (Sánchez y Ramis, 2004; Faúndez et al., 2014; Bravo et al., 2016; Ausín et al., 2016) indican que con la incorporación de nuevas metodologías, tales como: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Laboratorios virtuales y experimentales y las TIC, entre otros, generan aprendizajes significativos en los estudiantes universitarios, lo que se traduce en buenos resultados académicos, más aún si consideramos que estamos hablando de estudiantes que en un futuro no muy lejano serán docentes. Estos buenos resultados académicos deben relacionarse con la transferencia de lo aprendido, ya que deben implementar en diferentes contextos y problemáticas del aula secundaria, todo lo adquirido en su formación universitaria.

Algunos trabajos (Enrique y Alzugaray, 2013; Marulanda et al., 2014; Faúndez et al., 2014; Fiad y Galarza, 2015; Faúndez et al., 2015; Bravo et al., 2016) muestran que, no basta sólo con que el docente aplique diferentes metodologías didácticas para que los estudiantes aprendan, sino que además es necesario que estas sean llevadas a cabo por los propios estudiantes, ya que es ahí donde se logra verificar la eficiencia de lo aprendido para llegar a ser un aporte a la calidad de la educación. Por esto es que existen variados argumentos que indican que es necesario cambiar la forma de enseñar y aprender física en las aulas universitarias (Pulgar y Sánchez, 2014).

Por otro lado, es conocido el carácter complejo de la enseñanza de la física en estudiantes de nivel universitario y secundario debido, entre otras razones, a la separación de sus intereses con los contenidos que debemos enseñar (Colombo y Fontdevila, 1990; Barbosa y Mora-Ley, 2010). De aquí la necesidad de proponer nuevas metodologías con enfoques constructivistas de enseñanza, que permitan motivar a los estudiantes para lograr en ellos aprendizajes significativos. En este sentido, es necesario que los docentes creen instancias y adquieran nuevos roles que conduzcan a mejorar la enseñanza-aprendizaje (Ortega y Medina, 2015). Una de las herramientas útiles para asistir estos procesos son la inclusión de TIC, puesto que permiten explorar nuevos significados e intentan aportar criterios para incrementar la calidad de la educación, diversificando las relaciones y roles en las interacciones de tipo alumno-profesor, alumno-alumno y alumno-tecnología, más allá de colocar el foco del éxito en la herramienta tecnológica (Marabotto, 2005; Miranda et al., 2010; Ré et al., 2012; Fonseca y Segarra, 2014; Ortega y Medina, 2015). Esto considerando que además de ser un aporte para el aprendizaje, fomentan la creatividad, el avance científico, tecnológico y cultural; permitiendo el desarrollo humano y la participación activa en la sociedad del conocimiento (Chávez y Caicedo, 2014).

Las TIC constituyen una excelente herramienta de apoyo en la realización de actividades experimentales de física (Calderón et al., 2015; Gil, 2015), sobre todo cuando se utilizan de forma adecuada. En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, por lo general se mantiene una actitud muy tradicionalista, en la que por generaciones se siguen repitiendo métodos y contenidos de profesores a estudiantes. Afortunadamente esta tendencia ha empezado a revertirse y el principal desafío en la inclusión de TIC, como apoyo a la educación, es superar la resistencia al cambio que manifiestan los docentes de educación tradicional (Ré et al., 2012; Rúa et al., 2014).

Si tomamos en cuenta que muchos conceptos físicos resultan difíciles o imposibles de mostrar en un laboratorio, como por ejemplo el espín del electrón, es indispensable contar con conocimientos en TIC, ya que permite a los estudiantes complementar con otras de las formas de aprendizaje utilizadas en el aula para consolidar en ellos aprendizajes significativos, y a su vez, ayudar en la visualización y la simulación de situaciones diarias que viven, pero que no logran abstraerlas a su realidad. Además, tanto el estudiante como el docente adquieren y refuerzan habilidades trascendentales, tales como la capacidad de abstracción, lectura y escritura científica, reflexión y análisis de información (Castiblanco y Vizcaíno, 2008; Miranda et al., 2010; Faúndez et al., 2014; Fiad y Galarza, 2015).

Integrar las TIC en la docencia puede convertirse en una estrategia adecuada para motivar a los estudiantes, tomando en cuenta que estas implican la utilización de herramientas educativas, como: animaciones, simulaciones, videos, software educativos, entre otros. Algunos trabajos muestran la utilización de las TIC como instrumentos educativos, mediante actividades virtuales para los estudiantes, como se describe en la tabla 1. En la tabla se observa que estos trabajos revelan ciertos beneficios que pueden obtenerse tras la aplicación de TIC, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, tanto a nivel secundario como también durante los primeros años de educación universitaria. Las actividades virtuales adquieren gran importancia en el ámbito educacional, dado que son consideradas como mecanismos de motivación, mejoran el trabajo individual, promueven el trabajo en equipo, y favorecen la

comprensión del conocimiento y razonamiento científico (Ré et al., 2012; Mordeglio y Mengascini, 2014; Faúndez et al., 2014, Fiad y Galarza, 2015). Es más, promueven el aprendizaje de las ciencias, ya que consideran un entorno adecuado para el aprendizaje a través de la indagación, resaltando la importancia de integrar lo práctico con lo teórico, haciendo del proceso de enseñanza-aprendizaje una actividad activa y eficaz (Crujeiras y Jiménez, 2015).

Tabla 1: Algunos trabajos sobre utilización de TIC en la enseñanza de la Física.

Autores	Descripción
Castiblanco y Vizcaino, 2008.	En este trabajo se plantea que el uso de TIC favorece los procesos de enseñanza de la física, sólo si se toman como oportunidades para encontrar nuevas ideas. El docente debe asumir las TIC como una herramienta de trabajo para su propio enriquecimiento, al igual que para el diseño didáctico con sus estudiantes.
Ré et al. 2012.	Proponen incorporación de laboratorios virtuales para la enseñanza de la física y su integración con las TIC, en los primeros cursos universitarios y con posible extensión a cursos secundarios.
Serrano y Prendes, 2012.	Muestran los resultados de un seminario para proporcionar a profesores de física, técnicas que promuevan el aprendizaje activo de la física en sus alumnos. Se concluye que el docente haciendo uso de TIC, específicamente simulaciones de física, podría mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física en secundaria.
Cuesta y Benavente, 2014.	Realizan una experiencia con estudiantes de cuarto año de secundaria. Los estudiantes observan un video de una pelota en movimiento parabólico, y posteriormente resuelven actividades utilizando un programa de análisis y procesamiento de video. Esta experiencia permite a los alumnos utilizar una metodología innovadora, fomentar el trabajo en grupo y generar una reflexión permanente.
Faúndez et al., 2014.	Presentan un diseño de laboratorio virtual para enseñanza media. Se comprueba experimentalmente un incremento en el rendimiento de los alumnos que participaron del laboratorio virtual, en comparación a una clase tradicional aplicada a un curso del mismo año de enseñanza secundaria.
Fonseca y Segarra, 2014.	Este trabajo describe algunas experiencias del uso de TIC para favorecer el aprendizaje de la física en un colegio secundario. Concluyen que las TIC es una vía para ampliar los canales de comunicación que permiten mejorar los aprendizajes de los alumnos y estimular su pensamiento crítico.
Calderón et al., 2015.	Muestran un conjunto de actividades de bajo costo que pueden desarrollarse en las aulas utilizando TIC. Concluyen que los estudiantes, cuando acceden a un gran volumen de información con el apoyo de los docentes, deben desarrollar la habilidad de seleccionar lo más relevante y valioso de la información.
Vera et al., 2015.	Presentan una galería de videos de experimentos para el estudio del movimiento de caída libre. Concluyen que la incorporación en el aula de videos de experimentos reales, ayuda a un número creciente de alumnos a comprender conceptos claves de las ciencias.
Ausín et al., 2016.	Presenta una experiencia de innovación docente a través de ABP y la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. La experiencia se ha llevado a cabo con 52 estudiantes del Grado en Pedagogía. Los resultados muestran un alto grado de satisfacción con la creación de una radio educativa y con la utilidad educativa del proyecto.

En general, surge la necesidad de cuestionar la práctica docente, generando un cambio hacia una metodología constructivista, abordando, en la práctica, actividades que incorporen la realización de actividades virtuales de ciencias. Estas tareas brindan una oportunidad para integrar aspectos conceptuales, procedimentales y epistemológicos dentro de enfoques alternativos que pueden permitir el correcto proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, con una visión constructivista, a través de métodos que implican la resolución de problemas y simulaciones experimentales; los cuales le brindan la experiencia de involucrarse con los procesos de la ciencia (Ré et al., 2012; Chiape et al, 2013; Faúndez et al., 2014). Además, se debe considerar que las nuevas generaciones de estudiantes desafían al mundo educativo para que cambien sus prácticas desde unas tradicionales a hasta unas innovadoras, que incluyan la utilización de TIC y que se adecuen a la nueva forma en que ellos aprenden (Ruiz, 2013; Almiron y Porro, 2014).

La termodinámica es un área en particular de la física que, en su enseñanza abstracta, presenta desafíos para los docentes, tanto a nivel secundario como universitario. Esta asignatura que estudia la interacción entre el calor y otras manifestaciones de energía, integra contenidos que parecen ser más complicados de lo que son debido a que generalmente sus conceptos son explicados bajo un enfoque lógico y matemático, dejando de lado su aplicabilidad (Durán-García y Durán-Aponte, 2013). Aunque existen trabajos propuestos sobre utilización de TIC para la enseñanza de conceptos de termodinámica (Durán-García y Durán-Aponte,

2013; Rúa et al., 2014) para cursos universitarios y en lengua hispana, los aportes publicados en la literatura para nivel secundario, como por ejemplo, Torres (2011) y Sánchez et al. (2014), son escasos. Si bien es cierto que la enseñanza de conceptos de termodinámica se vería beneficiada al combinarla con una adecuada metodología experimental, el alto costo de implementación de estas tiene como consecuencia que sean pocas las escuelas secundarias en Chile que cuentan con laboratorios experimentales apropiadamente equipados. Además, los docentes en general, no cuentan con guías de trabajo experimental validadas que permitan a los estudiantes construir su propio conocimiento a través de experimentos (Cofré et al., 2010; Vera et al., 2013). Frente a esta situación se requiere la implementación de otros tipos de metodologías educativas, como por ejemplo, las basadas en las TIC, como las que proponemos en este trabajo.

La presente investigación tiene como objetivo dar a conocer una propuesta didáctica con enfoque constructivista, basada en la incorporación de TIC para favorecer así el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos de termodinámica en estudiantes universitarios, donde se adquieren habilidades y actitudes científicas que permiten que estos futuros docentes potencien el proceso de enseñanza-aprendizaje en sus futuros estudiantes. Dicho de otra manera, el trabajo busca responder a la siguiente inquietud: ¿Son las TIC, aplicadas de manera experta y rigurosa, un elemento metodológico que aporta al incremento observable del rendimiento del aula? Esta propuesta, además de generar conocimiento, permite a los estudiantes motivar su curiosidad y potenciar el trabajo colaborativo. En las siguientes secciones se describe la metodología aplicada, se muestra un análisis de los resultados y las conclusiones obtenidas.

## METODOLOGÍA

La propuesta didáctica está diseñada por estudiantes de la carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales y Física de la Universidad de Concepción y nace con la motivación de aportar material didáctico. Este trabajo se desarrolló en tres asignaturas durante los años 2014 y 2015: Proyecto de Física II, Módulos Complementarios I y Ciencia y Tecnología, para ser aplicada como una actividad curricular enfocada en los alumnos de segundo año de la enseñanza media chilena. Cabe destacar que estas asignaturas coinciden con las prácticas de especialidad de los estudiantes, por lo tanto no existen inconvenientes a la hora de poder implementarlas en establecimientos educacionales.

Esta propuesta incorpora el uso de las TIC para la adquisición de aprendizajes significativos de conceptos de termodinámica. Los contenidos que los estudiantes universitarios consideraron están bajo los lineamientos entregados por el Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC, 2011), tal como se describe en la tabla 2, los cuales están contemplados dentro del plan de estudios de los estudiantes de segundo año de enseñanza media.

Tabla 2: Contenidos considerados para la unidad de temperatura y calor.

Unidad	Contenidos	Descripción
Temperatura y Calor	Temperatura	1.-Dilatación y contracción de cuerpos. 2.-Termómetros. 3.-Escalas termométricas.
	Calor	1.-Calor como forma de energía. 2.-Relación de calor y temperatura. 3.-Equilibrio Térmico. 4.-Propagación del calor. 5.-Cambios de estado. 6.-Ley de enfriamiento de Newton.

Durante el desarrollo de las asignaturas, los estudiantes universitarios adquirieron competencias asociadas a la escritura, lectura científica, comunicación, manejo de herramientas virtuales y planificación. También adquirieron conceptos sobre termodinámica y herramientas de cálculo, los cuales son de gran utilidad cuando se requiere verificar la eficacia de su propuesta.

La propuesta diseñada por los estudiantes universitarios cubre la unidad de temperatura y calor, contenidos en los cuales los futuros docentes logran intervenir la clase tradicional con metodologías constructivistas, como es la aplicación de TIC. Esta fue implementada y llevada a cabo en prácticas profesionales para estudiantes secundarios, durante los años 2014 y 2015, en un colegio de la región del Biobío en Chile. Se consideró un total de 74 estudiantes entre 15 y 16 años; 40 pertenecientes al grupo experimental y 34 al grupo control. Ambos grupos poseen igual formación académica y han sido guiados por el mismo profesor.

Antes de comenzar la unidad, los estudiantes universitarios aplicaron un pre test cuyo objetivo era conocer los conceptos que dominaban los alumnos, términos relacionados con los contenidos de termodinámica mencionados en la tabla 2. La tabla 3 muestra algunos tipos de preguntas formuladas por los universitarios e incluidas en el pre test aplicado a los estudiantes secundarios, indicando el contenido considerado respecto a la unidad de temperatura y calor. También se exhiben los formatos de preguntas que han sido seleccionadas, de tal forma que incluya selección múltiple y desarrollo, con el objetivo de que la evaluación no sea monótona. Además, se espera que ambas categorías de estudiantes, universitarios y secundarios, desarrollen y logren aplicar diversas habilidades en la transversalidad de otras asignaturas y en su vida diaria.

Tabla 3: Formato pre test aplicado a estudiantes para la unidad temperatura y calor

Contenido	Ítem	Tipo de pregunta	Habilidad
Temperatura	Selección múltiple	Un ventanal de aluminio tiene, en invierno, a 4°C, una longitud de 3,6 m. En verano debe soportar hasta 54°C. Si su coeficiente de dilatación lineal es $0.000023^{\circ}\text{C}^{-1}$ , la dilatación que experimenta entre dichas temperaturas es: A) $4.14 \cdot 10^{-6}$ m B) $4.14 \cdot 10^{-5}$ m C) $4.14 \cdot 10^{-4}$ m D) $4.14 \cdot 10^{-3}$ m E) $4.14 \cdot 10^{-2}$ m	Aplicación
	Desarrollo	1.- El siguiente gráfico muestra cómo varía el volumen de un gramo de agua al cambiar su temperatura. A) Analice el gráfico y describa el comportamiento del agua. Explique qué ocurre y por qué ocurre. B) Realice un gráfico densidad v/s temperatura que muestre el comportamiento del agua.	Análisis Comprensión Conocimiento
Calor	Selección múltiple	Dos gráficos muestran la variación de cantidad de calor absorbida por 10 g de dos sustancias, A y B en función de la temperatura (respectivamente). Si se mezclan las dos sustancias cuando están a 60°C y 0°C, respectivamente. La temperatura de equilibrio resulta de  	Análisis
	Desarrollo	En el gráfico de la figura, temperatura versus calor, se muestran los resultados obtenidos luego de agregar energía a 4 g de hielo que estaban a -50°C. De acuerdo a lo que se muestra, describa todos los procesos indicados desde la A a la E y calcule el calor total que necesita para llegar a su estado gaseoso. 	Análisis Comprensión Aplicación

La propuesta didáctica diseñada por los estudiantes universitarios contempla la búsqueda, muestra y análisis de herramientas asociadas a TIC como animaciones, simulaciones y videos que ayuden a la comprensión de los contenidos de temperatura y calor; de esta forma los universitarios esperan que sus estudiantes obtengan aprendizajes significativos y desarrollen los conocimientos, habilidades y actitudes asociados a la unidad. La tabla 4 muestra y describe las herramientas TIC que utilizaron en la propuesta didáctica que incluye contenidos específicos que van, por ejemplo, desde la dilatación térmica de los cuerpos hasta cambios de estado. Cabe destacar que estas no fueron elegidas al azar dentro de una gran variedad disponible en este tema, sino que los universitarios analizaron las herramientas con el claro objetivo de reforzar aquellos contenidos que presentaban mayor dificultad para sus estudiantes, según el estudio de los resultados obtenidos del pre test.

Por otro lado, es importante mencionar que se seleccionaron herramientas de acceso libre, ya que a pesar de que los establecimientos en Chile han sido dotados de materiales tecnológicos, los docentes no cuentan con las competencias relacionadas con la búsqueda y análisis de recursos tecnológicos ni tampoco con las competencias suficientes para el desarrollo de herramientas propias, puesto que las mallas curriculares no consideran los conocimientos de informática necesarios para la creación de TIC. Es preciso señalar como una condicionante extra, que la carga académica en el aula es en extremo intensiva para la mayor parte del profesorado. En cuanto a las ventajas de la utilización de herramientas TIC de acceso libre por sobre la realización de las propias, podemos mencionar que: i) la gran variedad existente, realizadas por agencias internacionales expertas en distintas áreas, permite al docente elegir la más adecuada según las necesidades de aprendizaje; ii) posibilita que el estudiante conozca sitios de herramientas TIC que podrán ocupar en otras áreas de física; iii) facilita el trabajo docente, debido al factor tiempo y iv) están adecuadas a los distintos niveles educacionales de los estudiantes.

Cabe mencionar, que dentro del área constructivista este tipo de actividades favorece el aprendizaje significativo de estudiantes universitarios y secundarios. Los universitarios son beneficiados, ya que no sólo aprenden y/o fortalecen los contenidos de termodinámica, sino que adquieren habilidades y actitudes para enfrentarse a su futuro laboral, teniendo la oportunidad de ingresar al sistema educativo, aportando significativamente en el mejoramiento de la calidad de la educación (Pulgar y Sánchez, 2014; Faúndez et al., 2014; Bravo et al., 2016). Los estudiantes secundarios son favorecidos mediante clases motivantes y entretenidas que los aparta de la rutina tradicional; es más, las actividades educativas asociadas a las TIC, como las propuestas en esta investigación, muestran ser favorables para su proceso de enseñanza-aprendizaje debido a que ellos son capaces de modelar y variar parámetros, como en el simulador de equilibrio térmico representado en la figura 3; son un importante intermediario entre la teoría y la experimentación de fenómenos físicos, como la animación de conducción térmica (ver figura 2) y resultan ser una herramienta facilitadora del proceso de conceptualización de contenidos (Ré et al., 2012; Fiad y Galarza, 2015).

Tabla 4: Descripción de herramientas TIC seleccionadas por los universitarios en la enseñanza de la unidad temperatura y calor.

Contenido	Herramienta TIC	Descripción
Dilatación y contracción térmica.	<a href="http://www.librosvivos.net/smtc/PagPorFormulario.asp?ididioma=ES&amp;TemaClave=1062&amp;est=2">http://www.librosvivos.net/smtc/PagPorFormulario.asp?ididioma=ES&amp;TemaClave=1062&amp;est=2</a>	La animación muestra un globo con aire y permite que el estudiante varíe la temperatura para visualizar la contracción y dilatación de materiales.
Escalas termométricas	<a href="http://www.educapplus.org/game/escalas-termometricas">http://www.educapplus.org/game/escalas-termometricas</a>	Se muestra que una misma temperatura presenta distintos valores según la escala utilizada. Como ejemplo se utilizan los puntos de fusión y evaporación del agua. (Fig. 1)
Equilibrio térmico	<a href="http://www.librosvivos.net/smtc/PagPorFormulario.asp?ididioma=ES&amp;TemaClave=1062&amp;est=1">http://www.librosvivos.net/smtc/PagPorFormulario.asp?ididioma=ES&amp;TemaClave=1062&amp;est=1</a>	Muestra dos cuerpos a distinta temperatura que entran en contacto hasta alcanzar su temperatura de equilibrio.
Propagación del calor	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=FHqhMelfkLs">http://www.youtube.com/watch?v=FHqhMelfkLs</a>	El video explica el concepto de conductividad térmica con ejemplo de la vida cotidiana y además muestra los procesos de propagación del calor: conducción, convección y radiación en la comida.
Conducción del calor	<a href="http://www.profisica.cl/index.php?Itemid=59&amp;catid=37:animaciones&amp;id=96:conduccion-del-calor&amp;option=com_content&amp;view=article">http://www.profisica.cl/index.php?Itemid=59&amp;catid=37:animaciones&amp;id=96:conduccion-del-calor&amp;option=com_content&amp;view=article</a>	La animación muestra como ocurre el proceso de conducción del calor en un cuerpo sólido. (Fig. 2)
Convección del calor	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=-lYqFZk2Jac">http://www.youtube.com/watch?v=-lYqFZk2Jac</a>	El video muestra como ocurre el proceso de convección en líquido y gases, a través de situaciones reales.
Convección del calor	<a href="http://www.educapplus.org/game/transmision-del-calor-por-conveccion">http://www.educapplus.org/game/transmision-del-calor-por-conveccion</a>	La animación muestra el proceso de convección del calor en una estufa de convección y en una olla, haciendo énfasis en el movimiento de los fluidos.
Calorimetría	<a href="http://www.educapplus.org/game/calorimetria">http://www.educapplus.org/game/calorimetria</a>	La simulación permite colocar una masa dentro de un calorímetro que contiene agua y verificar como cambia la temperatura de los cuerpos hasta alcanzar el equilibrio térmico. Además, se muestra un gráfico del proceso (Fig. 3).
Cambios de estado	<a href="http://www.educapplus.org/play-261-Curva-de-calentamiento-del-agua.html">http://www.educapplus.org/play-261-Curva-de-calentamiento-del-agua.html</a>	La animación muestra la curva de calentamiento de agua cuando se realizan los cambios de estado en esta sustancia.
Cambios de estado	<a href="http://www.skool.es/content/los/chemistry/melt_boil_point/launch.html">http://www.skool.es/content/los/chemistry/melt_boil_point/launch.html</a> (enlace inactivo)	La animación muestra y explica como ocurre los cambios de estado asociado al punto de fusión y ebullición del agua (Fig. 4).



Fig. 1: Simulador de relación entre escalas termométricas en Kelvin, grados Celsius y Fahrenheit.

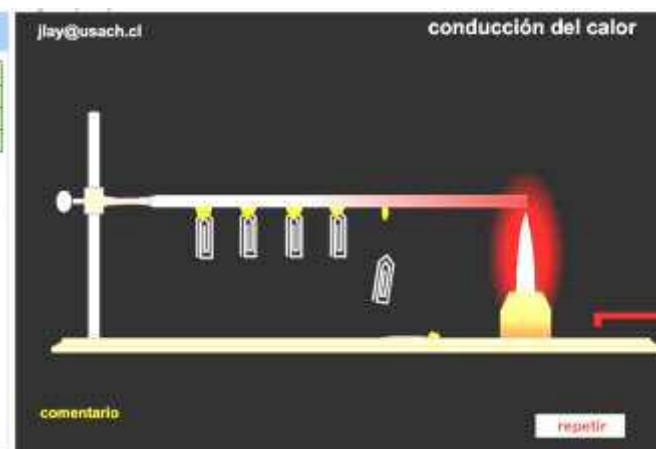


Fig. 2: Animación asociada a la conducción del calor como método de propagación.



Fig. 3: Simulador sobre equilibrio térmico que permite variar parámetros como masa, sustancia y temperatura para obtener una temperatura de equilibrio.

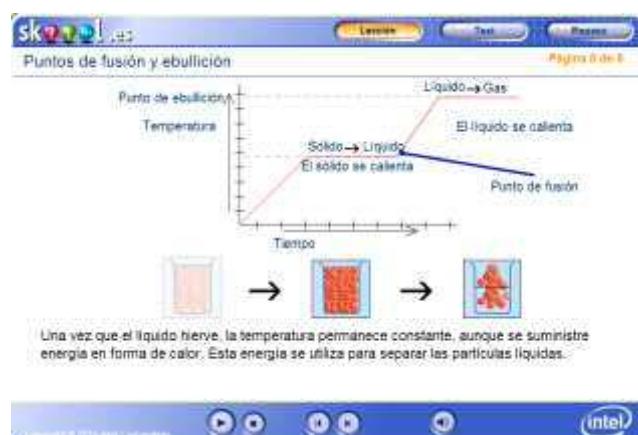


Fig. 4: Animación relacionada con los cambios de estado, donde se muestra la curva del agua asociada a los cambios de estados.

## RESULTADOS

Para la validación de la propuesta didáctica diseñada por los estudiantes universitarios, se implementaron las herramientas TIC en un curso de física plan común con 40 estudiantes, pertenecientes a 2º año de enseñanza media de un colegio de la región del Biobío, Chile. La aplicación se realizó bajo la supervisión de los estudiantes universitarios, durante sus prácticas profesionales y fue llevada a cabo en el segundo trimestre de los años 2014 y 2015. Los estudiantes de nivel superior consideraron un grupo control de 34 alumnos que presentaban las mismas características del grupo experimental, conjunto en el cual la entrega de contenidos se basa en metodologías de enseñanza tradicional y no se consideran elementos mayormente motivantes ni didácticos para los estudiantes.

Para verificar el aprendizaje de los contenidos, los universitarios evaluaron a los secundarios con un pretest (ver ejemplo de tabla 3), al inicio de la unidad; y al finalizar, con un post test que contempla similares características, relacionadas con conocimientos, habilidades y actitudes. Los criterios de evaluación utilizados contemplan los planteados por el MINEDUC y fueron aplicados tanto al grupo experimental como al grupo control. El sistema educacional chileno considera las calificaciones de los estudiantes como un indicador de aprendizaje, por lo tanto estas serán nuestras variables a considerar. Debido a esto, los universitarios realizaron un análisis de las calificaciones de los estudiantes del grupo experimental y del grupo control, obteniéndose los resultados mostrados en la tabla 5. Cabe señalar que la escala de notas, según lo expuesto por el MINEDUC, va de 1,1 a 7,0. Aunque en las dos situaciones descritas los estudiantes obtienen un aumento en sus calificaciones en el post test, los estudiantes secundarios que realizaron actividades utilizando las TIC muestran un aumento mucho más significativo que los del grupo control (ver tabla 5).

Tabla 5: Calificaciones obtenidas por los estudiantes con y sin herramientas TIC.

	Año	Promedio Pre test	Promedio Post test	Diferencia
Sin herramientas TIC	2014	3,9	4,8	1,1
	2015	3,1	4,7	1,6
Con herramientas TIC	2014	3,6	6,7	3,1
	2015	3,5	6,8	3,3

Los estudiantes universitarios consideraron **el análisis del factor “g” (Hake, 1998)** y los tests t-student y Tukey, como una forma de integrar una mayor cantidad de indicadores que avalen la eficacia de la propuesta didáctica. El **factor “g”** es un indicador estadístico que revela cuánto han aprendido los estudiantes dentro del contexto de una metodología didáctica en particular. Ejemplos de la utilización y análisis de este indicador están descritos en las investigaciones de: Lara-Barragán (2008), Sánchez et al. (2014), Faúndez et al. (2015) y Bravo et al. (2016). En este trabajo, el factor **“g” indicará cuán significativos** fueron los aprendizajes obtenidos por los estudiantes secundarios mediante la utilización de las TIC seleccionadas por los universitarios, considerando a estas como herramientas didácticas adecuadas para el aprendizaje de conceptos de termodinámica. Como se observa en la tabla 6, los cursos en cuya planificación no se consideró el trabajo con herramientas TIC presentan una baja ganancia conceptual, a diferencia de los cursos donde la planificación incorporaba la utilización de TIC, los cuales presentan una ganancia conceptual media, según la clasificación de los criterios de ganancia reportados por Hake (1998).

Tabla 6: Ganancia conceptual según factor de Hake.

	Año	Ganancia
Sin herramientas TIC	2014	0,14
	2015	0,23
Con herramientas TIC	2014	0,51
	2015	0,54

Con respecto a los tests t-student y Tukey, hemos probado, vía análisis de varianza paramétrica, que los 4 diferentes grupos (2 experimentales y 2 control) entregan notas en medias diferentes. Más aún, el valor-p de la estadística F (Fisher, 1942) observada fue valor-p=3.79e-08, lo cual indica que existe diferencia entre las medias de las notas. Para complementar el estudio realizamos un análisis post-hoc usando el test de Tukey (Tukey, 1949), este indica que los únicos dos grupos con notas medias iguales son post2015 y post2014 con un valor-p ajustado asociado de valor-p=0.9536625. Las notas medias entre los restantes grupos no son iguales con un valor-p ajustado asociado menores a 0.024.

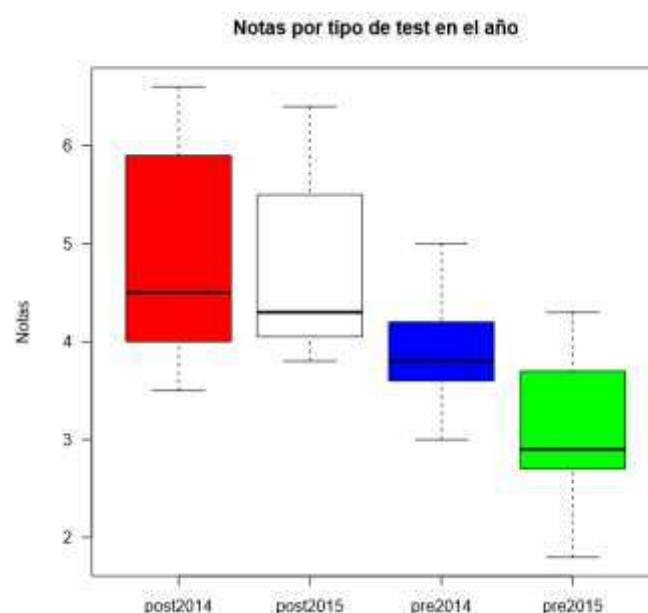


Fig. 5: Notas observadas por grupos, pre test 2014, post test 2014, pre test 2015 y post test 2015

Las medianas se indican por la línea horizontal negra de cada boxplot, como se observa en la figura 5. Se aprecia que para ambas poblaciones (2014 y 2015) la mediana tiene un aumento significativo. La aplicación de la metodología descrita logra incrementar el rendimiento de manera similar para poblaciones con rendimientos previos menores, claramente diferentes. En el detalle, observamos que aparece un número de estudiantes con rendimientos notoriamente mayores para ambos casos, disminuyendo la distancia entre las notas menores en relación a la mediana. Este hecho es concordante con la información extraída del factor de Hake, pudiéndose inferir un comportamiento inclusivo en el aula donde todos los estudiantes incrementan su rendimiento de manera significativa. Es importante hacer notar que la metodología utilizada equipara los rendimientos hacia una alta ganancia conceptual de dos grupos que tienen distinto rendimiento inicial.

El análisis de los resultados obtenidos en esta investigación indica que los estudiantes secundarios adquirieron los contenidos mínimos obligatorios exigidos por el MINEDUC y que los universitarios cumplieron con el proceso de enseñanza-aprendizaje que contempla desde la planificación, preparación de los contenidos y generación de un ambiente propicio de aprendizaje, hasta la evaluación de sus estudiantes y la reflexión sobre las prácticas docentes.

## CONCLUSIONES

La propuesta didáctica con enfoque constructivista que se ha presentado, incorpora TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje de conceptos de termodinámica mediante la utilización de herramientas virtuales que consideran contenidos fundamentales de la física, tales como: dilatación térmica, propagación del calor, cambios de estado, entre otros. Ésta propuesta fue diseñada por estudiantes de pedagogía en ciencias naturales y física de la Universidad de Concepción, durante los cursos de Proyecto de Física II, Módulos Complementarios I y Ciencia y Tecnología, y fue testeada en cursos de nivel secundario y universitario. Las conclusiones más relevantes de esta propuesta muestran que la utilización de TIC:

- i) Genera un ambiente de aprendizaje que favorece la enseñanza con un enfoque constructivista.
- ii) Favorece a instituciones educacionales que carecen de recursos materiales para la enseñanza de conceptos de termodinámica.
- iii) Incrementa el rendimiento y la ganancia conceptual de los estudiantes secundarios observada en el promedio de las calificaciones mediante el análisis estadístico del indicador "g" de Hake y los tests t-student y Tukey.
- iv) Permite generar un puente entre la educación superior y la educación secundaria y junto con la investigación y la práctica muestran ser de gran importancia en la formación inicial del futuro docente.
- v) Favorece la adquisición de habilidades y actitudes para que los futuros profesionales se enfrenten a su futuro laboral, teniendo la oportunidad de ingresar al sistema educativo, aportando significativamente en el mejoramiento de la calidad de la educación.

Llevar propuestas innovadoras al aula es un gran desafío, tanto para docentes como para estudiantes, sobre todo hoy, tiempo en el cual las actuales generaciones son denominadas "nativos digitales". La incorporación de TIC en la enseñanza universitaria, como la reportada en esta investigación, permite a los futuros docentes enfrentar diversos retos, utilizando herramientas que los estudiantes usan a diario de manera natural.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigación, por el apoyo en la construcción de este trabajo, a través del proyecto N° 215.011.060-1.0 y del proyecto N° 16-017 de la Dirección de Docencia de la Universidad de Concepción de la República de Chile.

## REFERENCIAS

- Almirón, M.E., y Porro, S. Las TIC en la enseñanza: un análisis de casos. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 16(2), 152-160 (2014)
- Ausín, V., Abella, V., Delgado, V., y Hortigüela, D. Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC: Una Experiencia de Innovación Docente desde las Aulas Universitarias. Formación Universitaria, 9(3), 31-38 (2016)

Barbosa, L.H., y Mora-Ley, C. Los Experimentos Discrepantes como una Herramienta Pedagógica en el Aprendizaje de la Física. *Revista Colombiana de Física*, 42(1), 11–15 (2010)

Bravo, A., Ramírez, P., Faúndez, A., y Astudillo, F. Propuesta Didáctica Constructivista para la Adquisición de Aprendizajes Significativos de Conceptos en Física de Fluidos. *Formación Universitaria*, 9(2), 105–114 (2016)

Calderón, S., Núñez, P., Di Laccio, J., Iannelli, L., y Gil, S. Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 12(1), 212–226 (2015)

Castiblanco, O.L., y Vizcaíno, D.F. El uso de las TICs en la enseñanza de la física. *Académico*, 20–26 (2008)

Chávez, D., y Caicedo, A. TIC y argumentación: Análisis de tareas propuestas por docentes universitarios. *Estudios Pedagógicos*, 40(2), 83–100 (2014)

Chiappe, A., Mesa, N., y Álvarez, C. Y. Transformaciones en las Concepciones de los Docentes de Educación Secundaria acerca de la Web 2.0 y su uso en los procesos de enseñanza. *Estudios Pedagógicos*, 39(2), 55–66 (2013)

Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D., y Vergara, C. La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. *Estudios Pedagógicos*, 36(2), 279–293 (2010)

Colombo de Cudmani, L., y Fontdevila, P.A. Concepciones previas en el aprendizaje significativo del electromagnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 215–222 (1990)

Crujeiras, B., y Jiménez, M. Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 33(1), 63–84 (2015)

Cuesta A., y Benavente, N. Uso de TIC en la enseñanza de la física: videos y software de análisis. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, ISBN: 978-84-7666-210-6. Artículo 701, (2014)

Durán-García, M. E., y Durán-Aponte, E. E. Conceptos de calor y trabajo en un foro electrónico. Efectos de la autoeficacia computacional. *Educación Química*, 24(2), 247–254 (2013)

Enrique, C. M., y Alzugaray, G.E. Modelo de Enseñanza-Aprendizaje para el Estudio de la Cinemática de un Volante Inercial usando Tecnologías de la Información y la Comunicación en un Laboratorio de Física. *Formación Universitaria*, 6(1), 3–12 (2013)

Faúndez, C.A., Bravo, A. A., Melo, A. D., y Astudillo, H. F. Laboratorio Virtual para la Unidad Tierra y Universo como Parte de la Formación Universitaria de Docentes de Ciencias. *Formación Universitaria*, 7(3), 33–40 (2014)

Faúndez, A., Rojas, G., Pinto, A., y Astudillo, F. Taller de Física Cuántica: un Método para Introducir Conceptos Fundamentales en una Actividad Extracurricular. *Formación Universitaria*, 8(2), 53–62 (2015)

Fiad, S. B., y Galarza, O. D. El Laboratorio Virtual como Estrategia para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol. *Formación Universitaria*, 8(4), 3–14 (2015)

Fisher, R. *The Design of Experiments*, Third Edition, Edinburgh: Oliver & Boyd (1942)

Fonseca, J., y Segarra, P. Como utilizar las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación para favorecer el aprendizaje de la física en el bachillerato. *Latin American Journal of Science Education*, 1(2), 22030-1–22030-20 (2014)

Gil, S. Experimentos de física usando las TIC y elementos de bajo costo. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 12(1), 231–232 (2015)

Hake, R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74 (1998)

Iván, R., Sánchez, S., y Ramis, F.J. Aprendizaje significativo basado en problemas. *Horizontes Educacionales*, 9(1), 101–111 (2004)

- Lara-Barragan, A. Acerca de la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de Fuerza y Trabajo. Latin-American Journal of Physics Education, 2(3), 253–258 (2008)
- Marabotto, M. I. La calidad de la mediación didáctica en el marco de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Comunicación y Pedagogía. Revista de nuevas tecnologías y recursos didácticos, (204) (2005)
- Marulanda, C.E., Giraldo, J., y López, M. Acceso y uso de las Tecnologías de la información y las Comunicaciones (TICs) en el aprendizaje: El Caso de los Jóvenes Preuniversitarios en Caldas, Colombia. Formación Universitaria, 7(4), 47–56 (2014)
- Mineduc. Ministerio de Educación, República de Chile, Física, Programa de Estudio para Segundo Año Medio, Unidad de Currículum y Evaluación, Primera Edición, 73 – 84, Santiago, Chile. Disponible en <https://goo.gl/8oGij8>. Acceso: el 11 de Mayo de 2016 (2011)
- Miranda, A., Santos, G., y Stipcich, S. Algunas características de investigaciones que estudian la integración de las TIC en la clase de Ciencia. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 12(2) (2010)
- Mordeglio, C., y Mengascini, A. Caracterización de prácticas experimentales en la escuela a partir del discurso de docentes de primaria y secundaria. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 32(2), 71–89 (2014)
- Moreno, C. P., Molina, Y. A., y Chacón, J.A. Impacto del estilo pedagógico integrador en los estudiantes de licenciatura en educación básica de la facultad de estudios a distancia. Formación Universitaria, 7(6), 37–44 (2014)
- Ortega-Vergara, J. D., y Medina-Payarez, I. J. Modelo Blended Learning para el desarrollo de competencias lectoras y escritoras: un desafío de aprendizaje en educación básica primaria en la Institución Educativa San Roque, Colombia. Memorias, 13(23), 93–106. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/me.v13i23.1071> (2015)
- Pulgar, J.A., y Sánchez, I.R. Impacto de un Programa de Renovación Metodológica en las Estrategias Cognitivas y el Rendimiento Académico en Cursos de Física Universitaria. Formación Universitaria, 7(5), 3–14 (2014)
- Ré, M.A., Arena, L.E., y Giubergia, M.F. Incorporación de TIC a la enseñanza de la Física. Laboratorios virtuales basados en simulación. Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación, 8, ISSN 1850-9959, 16–22 (2012)
- Rúa, E., Barrera, A., y Milena, N. Aprendizaje interactivo de termodinámica de fluidos apoyado en las tecnologías de la información y comunicación. Respuestas, 19(2), 41–50 (2014)
- Ruiz, P.A. Nuevas tecnologías y estudiantes chilenos de secundaria: Aportes a la discusión sobre la existencia de nuevos aprendices. Estudios pedagógicos, 39(2), 279–298 (2013)
- Sánchez, R., Mora, C., y Becerra, D.F. La enseñanza del equilibrio térmico a nivel medio superior con uso de las TIC. Latin American Journal of Science Education, 1(1), 12022–1–12022–15 (2014)
- Serrano, J.L., y Prendes, M.P. La enseñanza y el aprendizaje de la física y el trabajo colaborativo con el uso de las TIC. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 11(1), 95–107 (2012)
- Torres, V. Aplicación de weblogs para incrementar el aprendizaje sobre termodinámica a nivel preuniversitario. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 8(1), 71–83 (2011)
- Tukey, J. Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. Biometrics. 5 (2), 99–114. JSTOR 3001913 (1949)
- Vera, F., Rivera, R., y Fuentes, R. La galería de Galileo: videos de experimentos para la enseñanza de la física. Revista Estudio Pedagógicos, 39 (Número Especial), 143–151 (2013)
- Vera, F., Rivera, R., Fuentes, R., y Romero, D. Estudio del movimiento de caída libre usando videos de experimentos. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 12(3), 581–592 (2015)