



## HERRAMIENTAS DIGITALES PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN ESCOLARES CHILENOS

### Resumen

La enseñanza de las ciencias, posee dos componentes fundamentales: teoría y experimentación. En Chile el trabajo experimental ha tenido escasa presencia, debido a la falta de infraestructura apropiada en los establecimientos educacionales y un currículum escolar demasiado extenso. Una herramienta que permite compensar la falta de experimentación a nivel escolar es el laboratorio virtual, sin embargo en Chile existen escasos reportes acerca del empleo de este tipo de herramientas. Es por esta razón, que el propósito de esta investigación ha sido establecer la influencia de Laboratorios Virtuales de Química (LVQ) en el rendimiento académico y motivación de alumnos de enseñanza media. Se trabajó con cuatro cursos de educación media de dos establecimientos de la ciudad de Los Ángeles-Biobío, correspondiente a un colegio municipal y a un colegio particular-subsencionado. De los cursos, dos por cada establecimiento, uno de ellos fue utilizado como grupo control y el otro como grupo experimental. Además, se diseñaron actividades experimentales de acuerdo con los planes y programas vigentes del Ministerio de Educación (MINEDUC) para tercer año medio y se aplicaron encuestas de motivación a los alumnos. Los resultados evidencian que en ambos establecimientos se produjeron mejoras en los aprendizajes y la motivación de los alumnos, sin embargo sólo en uno de ellos se produjo una mejora en el rendimiento académico.

**Palabras clave:** Laboratorio virtual de química, enseñanza-aprendizaje de química, motivación de los estudiantes.

### DIGITAL TOOLS FOR THE TEACHING AND LEARNING OF CHEMISTRY FOR CHILEAN STUDENTS

### Abstract

The teaching of science has two fundamental components: theory and experimentation. In Chile, experimental work is scarce, due to lack of infrastructure in educational establishments and an extensive academic curriculum. One tool that compensates for the lack of experimentation at school level is the virtual laboratory, however in Chile there are few reports about the use of this type of tools. It is for this reason that the purpose of this research has been to determine the influence of Virtual Chemistry Laboratories (VCL) on the academic performance and motivation of high school students. It was conducted with four courses of middle education of two establishments of the city of Los Angeles-Biobío, corresponding to a municipal school and a subsidized private school. Of those courses, two per establishment, one of them was used as a control group and the other as an experimental group. In addition, experimental activities were designed in accordance with current plans and programs of the Ministry of Education (MINEDUC) for the third year and motivational surveys were applied to the students. The results show that in both establishments there were improvements in the learning and motivation of the students, however, only in one of them there was an improvement in the academic performance.

**Keywords:** Virtual chemistry laboratory, teaching-learning chemistry, learning science, motivation of students.

**Autores:** Francisco Brovelli Sepúlveda<sup>a,\*</sup>, Francisco Cañas Urrutia<sup>b</sup> y Carla Bobadilla Gómez<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Departamento Ciencias Básicas, Escuela de Educación, Universidad de Concepción, Av. J.A. Coloma 0201, Los Ángeles, Chile. \*Autor para correspondencia: [fbrovelli@udec.cl](mailto:fbrovelli@udec.cl)

<sup>b</sup> Universidad Andrés Bello, Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Ciencias Exactas, CP 2520000, Viña del Mar, Chile. [francisco.canas@unab.cl](mailto:francisco.canas@unab.cl) y [carla.bobadilla@unab.cl](mailto:carla.bobadilla@unab.cl)



# HERRAMIENTAS DIGITALES PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN ESCOLARES CHILENOS

## Introducción

La incorporación de las ciencias en el currículum escolar tiene como objetivo fundamental, el desarrollo de personas integrales, al promover el desarrollo de actitudes y hábitos valorizados en la sociedad actual (Cárdenes, Martínez, Santa Ana, Mingarro, Dominguez, 2008).

En la enseñanza de las ciencias deben estar presentes dos componentes fundamentales: teoría y experimentación. Ambas contribuciones son indisolubles hasta el punto de considerarse "incompleta" una enseñanza meramente teórica (López y Morcillo, 2007). Sin embargo, la realidad de los establecimientos educacionales públicos de Chile, muestra que el trabajo experimental tiene una escasa presencia, debido principalmente a la falta de infraestructura apropiada y a los altos costos de operación de los laboratorios. Además, la sobrecarga de los profesores y la extensión de los contenidos que deben abordar en el currículum escolar, contribuyen a acentuar una visión empobrecida de la actividad científica (Rodríguez, Vega y Duarte, 2016).

Una herramienta que permitiría compensar la falta de experimentación, proviene de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que destacan por su bajo costo, flexibilidad y permiten múltiples accesos para los estudiantes (Potkojak, Gardner, Callaghan, Mattila, Guetl, Petrović, Jovanović, 2016). Dentro de estas tecnologías, se destacan los laboratorios virtuales (Monge y Méndez, 2007), ya que aportan una nueva perspectiva de trabajo para el estudiante (López et al., 2007), siendo un factor que contextualiza las ciencias con sus aplicaciones (Cárdenes et al., 2008). Los resultados muestran que el uso de estas tecnologías, mejora la motivación de los estudiantes y permite una mejor comprensión de los conceptos de ciencias logrando cambiar la percepción de los estudiantes hacia estas disciplinas (López et al., 2007).

Es por esta razón que el objetivo de esta investigación ha sido la implementación de Laboratorio Virtual de Química (LVQ) para determinar su influencia en la motivación y en el rendimiento académico escolar en dos colegios de la ciudad de Los Ángeles – Biobío, Chile.

## Marco teórico

### Enseñanza de las ciencias

El propósito de las ciencias es poder interpretar determinados fenómenos, mediante un conjunto de conocimientos teórico-prácticos estructurados (Izquierdo, San Martí y Espinet, 1999). Es por esta razón, que la incorporación de las ciencias en el currículum escolar, ha tenido como objetivo fundamental el desarrollo de personas integrales, promoviendo el desarrollo de actitudes y hábitos que son importantes en nuestra sociedad (Cárdenes et al., 2008).

La enseñanza de una ciencia experimental como Química, posee dos componentes fundamentales: teoría y experimentación. En este sentido, el laboratorio tiene una función esencial como ambiente de aprendizaje para la corroboración empírica de conceptos



teóricos (Flores, Caballero y Moreira, 2009). Ambas contribuciones se deben entender como una relación de necesidad, hasta el punto de considerarse "incompleta" una enseñanza meramente teórica (López et al., 2007), lo cual no contribuye a comprender la naturaleza sintáctica de las disciplinas científicas (Flores et al., 2009).

Por otra parte, las mediciones internacionales (Cofré, Camacho, Galaz, Jiménez, Santibáñez y Vergara, 2010) han evidenciado que el desempeño de los escolares chilenos se ubica en el nivel de "recordar" conceptos científicos simples y no son capaces de usar este conocimiento para elaborar conclusiones (SIMCE, 2013). Las propuestas para enfrentar esta problemática han sido responsabilizar a los profesores e implementar ajustes curriculares, lo que ha traído como consecuencia, que en los establecimientos educacionales el trabajo experimental no sólo tenga una escasa presencia, sino que además, la falta de una infraestructura apropiada para la actividad experimental y los altos costos de operación no han sido un incentivo para realizar experimentación (Cofré et al., 2010).

## Laboratorios virtuales en enseñanza de las ciencias

Una herramienta que permitiría compensar la falta de experimentación en la enseñanza de las ciencias, proviene de las TIC. Dentro de ellas se destacan los laboratorios virtuales, simulaciones digitales, que comprende desde visitas guiadas hasta prácticas complejas, en un ambiente interactivo y seguro (Monge y Méndez, 2007). Los laboratorios virtuales pueden propiciar una nueva perspectiva de trabajo para el estudiante (López et al., 2007), siendo un factor que conecta la ciencia con sus aplicaciones y el desarrollo de actitudes críticas hacia las ciencias y su aprendizaje (Cárdenes et al., 2008), permitiendo a los estudiantes tomar las decisiones que enfrentarían en un ambiente real sin el temor de equivocarse (Banerjee, 2015). Su implementación en el aula ha evidenciado que se producen mejoras en la motivación, rendimiento académico y la comprensión de los conceptos; aumentando la participación activa del estudiante, al introducir mayor flexibilidad que favorece el aprendizaje personalizado y finalmente, mejoran la percepción de los estudiantes hacia las ciencias (Fiad y Galarza, 2015). En Chile el uso de estas tecnologías es escaso y el único caso documentado fue el implementado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción (CONICYT-Fondef, 2008).

### Hipótesis

El uso de laboratorios virtuales mejora el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes en la asignatura de Química.

### Objetivo

Determinar la influencia del uso de Laboratorios Virtuales de Química (LVQ) en el rendimiento académico y motivación de alumnos que cursan tercer año medio en dos establecimientos de la comuna de Los Ángeles-Biobío.

### Metodología

La metodología que se utilizó en esta investigación corresponde a una del tipo cuantitativa (Bernal, 2006), la cual fue desarrollada durante el año académico 2014.

En este trabajo se investigó la relación entre el uso de LVQ, con el rendimiento académico y la motivación en alumnos de tercer año medio de un colegio municipal y un colegio particular-subvencionado pertenecientes a la comuna de Los Ángeles-Biobío. Ambos establecimientos educacionales poseen un índice de vulnerabilidad que bordea el 69 % (Educación2020, 2013).

La selección de la muestra fue de tipo intencional (Briones, 2003), ya que los grupos fueron elegidos de acuerdo a ciertas características de interés y se obtuvieron al seleccionar directa e intencionalmente los cuatro cursos. El tipo de muestreo que se utilizó fue por conglomerados (Cea, 2001), ya que los cursos respectivos se encontraban formados con anterioridad. La muestra fue constituida por 98 alumnos pertenecientes a cuatro cursos con sus características propias (rendimiento académico, intereses, motivaciones, etc.). Los alumnos pertenecientes al colegio municipal fueron 66 y los del colegio particular-subvencionado 32. De los cursos, dos por cada establecimiento educacional, uno de ellos se utilizó como grupo control y el otro como grupo experimental.

Para el diseño de las actividades de laboratorio virtual se utilizó el *software Crocodile Chemistry* ([www.yenka.com](http://www.yenka.com)). Se eligió este programa, ya que cuenta con una amplia gama de experimentos de Química, los que son posibles de editar o inclusive, utilizar su librería para diseñar desde cero un laboratorio específico. Las actividades experimentales se diseñaron para tres unidades desarrolladas durante el semestre académico (termoquímica, equilibrio ácido-base y electrolitos en disolución). Se eligieron estas unidades temáticas, ya que en opinión de los profesores de la asignatura de Química son las que presentan mayor dificultad de aprendizaje.

Los datos se adquirieron mediante la evaluación de las actividades experimentales y la aplicación de encuestas. Las evaluaciones tenían como propósito medir los aprendizajes de conceptos involucrados en el desarrollo de cada actividad experimental. Para medir la motivación de los alumnos, se aplicó una encuesta (Briones, 2003), que corresponde a un extracto del instrumento empleado en la investigación *ROSE (The Relevance of Science Education)* (Vázquez y Manassero, 2009) además, se incluyeron preguntas específicas para cuantificar la motivación por la asignatura de Química (Tabla 1):

Motivación por las ciencias	Muy de acuerdo	Más o menos de acuerdo	En completo desacuerdo
1. El estudio de las ciencias es un tema fácil de aprender.			
2. Me gusta estudiar ciencias mucho más que a mis compañeros.			
3. Las cosas que aprendo al estudiar ciencias van a ser útiles en mi vida diaria.			
<b>Motivación por la Química</b>			
1. Me siento motivado por estudiar Química.			
2. Estudio Química por aprender muchas cosas, no solo pensando en satisfacer lo que esperan de mí los demás.			
3. Estudio Química por curiosidad, no solo por el beneficio de las buenas notas.			

Tabla 1. Ejemplos de algunas preguntas utilizadas en la encuesta de motivación.

Para el análisis de los datos se utilizaron herramientas estadísticas como las pruebas de normalidad, de hipótesis y t-Student, así también, se realizó el análisis correlacional ( $r$  de Pearson) para determinar si existe o no una correlación entre las variables estudiadas. La confiabilidad del instrumento de medición se determinó mediante el cálculo del coeficiente Alfa-Cronbach, (Hernández, Fernández y Baptista, 2006), el cual arrojó un valor de 0,840 para las preguntas orientadas hacia ciencias y un valor de 0,811 para la sección orientada hacia Química.

## Resultados y discusión

En relación a la aplicación de las actividades experimentales utilizando LVQ, se encontró que en general en ambos establecimientos educacionales, hubo una mejor comprensión de los conceptos más abstractos como por ejemplo los incluidos en la unidad de termoquímica.

Ahora bien, a partir del registro de notas de los alumnos que han participado en este estudio, el rendimiento académico, reveló que los promedios de calificaciones obtenidos en Química, son inferiores a los promedios obtenidos en Biología y en Física y al promedio general en ambos establecimientos educacionales. En el caso del colegio particular-subvencionado, los resultados que obtuvo el grupo experimental mostraron que la calificación promedio en Química varió levemente (figura 1a) y el valor de la t-Student fue de 0,253, lo que indicó que este cambio no era significativo. En el caso del colegio municipal (figura 1b), se observó una variación más importante y la t-Student arrojó un valor de 0,003, lo que indica que existió un cambio significativo en el rendimiento. En el caso del grupo control de ambos establecimientos educacionales, se observó una disminución en el promedio de la asignatura de Química en comparación al primer semestre del año académico.

Las calificaciones promedio de Química en ambos colegios, sugiere que existieron factores externos como el entorno social o expectativas de los padres, que influyeron en el rendimiento académico y sobre la motivación por la asignatura (Flores y Gómez, 2010). De acuerdo con las edades de los estudiantes (15-17 años) que participaron en este estudio, la principal componente de la motivación evidenciada corresponde a una del tipo extrínseca (Lamas, 2008).

Para determinar los niveles de motivación por el aprendizaje de las ciencias y Química, se aplicó una encuesta a todos los estudiantes. Los resultados indican que en el colegio particular-subvencionado, la motivación por ciencias se ubicó entre los niveles suficiente y alto. Este comportamiento se atribuyó a que los alumnos no consideraron interesantes las asignaturas del área de ciencias, por lo cual no prestaron atención a los contenidos, lo que finalmente dificultó su aprendizaje y disminuyó su motivación (Clavel y Balibrea, 2010).

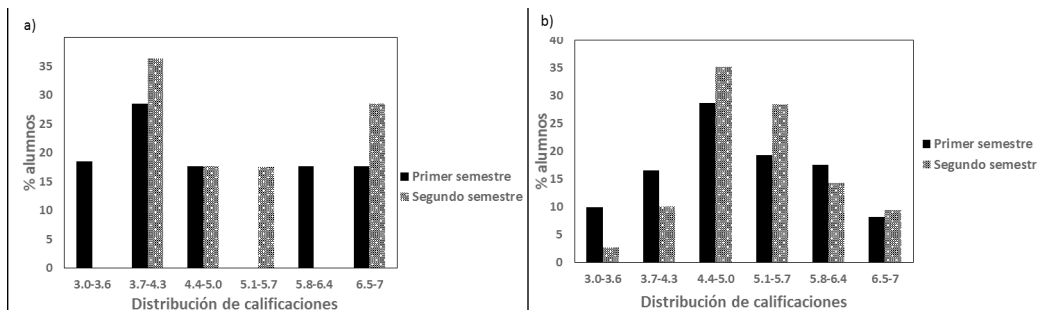
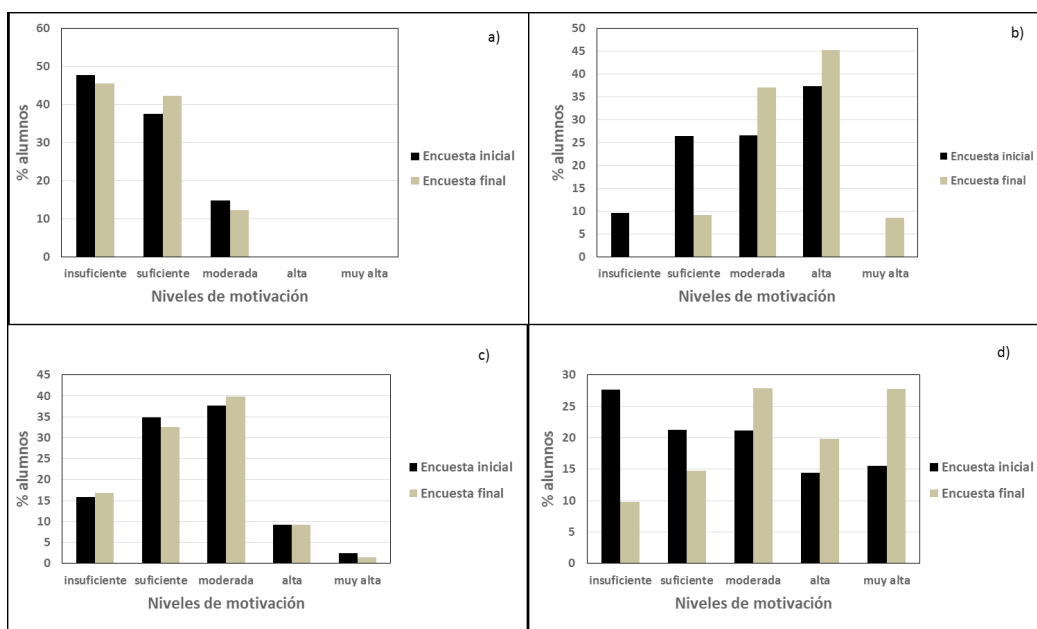


Figura 1. Distribución de calificaciones grupo experimental a) colegio particular-subvencionado. b) colegio municipal.

En el caso de la motivación por Química (figura 2 a-b), los resultados mostraron que se ubican entre insuficiente hasta alta. Luego de la intervención, se apreciaron cambios en las distribuciones, llegando incluso al nivel más alto de motivación. El valor de la t-Student fue de 0,001, lo que indicó que el cambio en la motivación fue significativo.

Con relación al colegio municipal, los resultados de la encuesta de motivación por ciencias (figura 2 c-d), indicaron que los alumnos de ambos cursos han presentado niveles de motivación entre suficiente y muy alto. Luego de realizada la intervención, se produjo un aumento en los niveles de motivación, alto y muy alto; y el valor de la t-Student fue de 0,000, lo que indicó que el cambio en la motivación fue significativo.



**Figura 2.** Niveles de motivación por Química colegio particular-subvencionado (a) grupo control y (b) grupo experimental. Nivel de motivación por Química colegio municipal (c) grupo control y (d) grupo experimental.

Las razones que permitieron explicar estas diferencias entre la motivación por ciencias y Química, se debió a que los alumnos consideraron que debían estudiarla por obligación, con el fin de obtener buenas notas, lograr reconocimiento por parte de los demás, evitar el fracaso y ganar recompensas (Lamas, 2008), lo que fue recogido a través de la encuesta de motivación que se aplicó a los estudiantes que participaron de esta investigación. Además, opinaron que la metodología aplicada por el profesor no fue la correcta, ya que era mucho el contenido que debían "memorizar", lo que constituye lamentablemente en una enseñanza verbalista, desinteresada y descontextualizada (Gil, 2006, Hernández, Gómez, Maltes L., Quintana M., Muñoz F., Toledo H., Riquelme V., Henríquez B., Zelada, Pérez, 2011 y Torres, 2010). Por otra parte, hubo un escaso nivel de coherencia entre la didáctica empleada con la realidad de los estudiantes, por lo tanto la poca utilidad práctica que se le dio al conocimiento adquirido, generó bajos niveles de aprendizajes, lo que afectó directamente la motivación del estudiante hacia esta disciplina (Hernández et al., 2011, Torres, 2010).

El mayor fracaso en esta disciplina, pudo ser atribuido al elevado nivel conceptual de la asignatura y a su enseñanza descontextualizada, lo que junto a la metodología de enseñanza tradicional (transmisión de conocimientos) del profesor, generaron clases poco atractivas y no permitieron la participación de los alumnos (Hernández et al., 2011).



De acuerdo con estos resultados, el uso de LVQ, ha sido un factor motivador dentro de la sala de clase, mejorando la comprensión de los conceptos teóricos, aumentando así la colaboración entre los estudiantes en el desarrollo de las actividades experimentales (López et al., 2007), además incentivó el aprendizaje por descubrimiento (Torres, 2010), al no dar muchas instrucciones, sólo se requirieron de algunos conceptos básicos, lo que llevó finalmente a que el alumno realice la actividad por sí solo, fomentando su autoaprendizaje. Se comprobó que la influencia que ejerce el desarrollo de actividades experimentales en la motivación de los alumnos fue mayor, sin embargo este cambio puede ser aún más acentuado si se desarrollaran con mayor frecuencia y a partir de los primeros cursos donde se incluyen los conceptos de Química.

Según la literatura (Flores y Gómez, 2010), la motivación y el rendimiento académico están fuertemente relacionadas. Para determinar si en este estudio existió o no una correlación positiva entre ambas variables, se realizó un análisis correlacional ( $r$  de Pearson). Los resultados encontrados para el colegio particular-subvencionado fue de 0,18 y 0,33 para el colegio municipal; estos valores indican que no existe relación entre las variables, siendo independiente una de la otra.

Para establecer si la hipótesis planteada en este estudio es o no verdadera, se realizó una prueba para verificar la influencia en el rendimiento académico entre el grupo control y el experimental. Los valores encontrados para el estadístico  $t=3,125$ , valor que fue mayor al valor crítico  $t_{0,05}(30) = 1,697$ , con un nivel de significación  $\alpha = 0,05$  (colegio particular-subvencionado) y  $t=1,783$ , valor que fue mayor al valor crítico  $t_{0,05}(64) = 1,671$ , con un nivel de significación  $\alpha = 0,05$  para el colegio municipal. Por lo tanto, existe evidencia suficiente para aseverar que el uso de laboratorios virtuales sí influyó en el rendimiento académico.

Con el propósito de determinar la influencia del uso de laboratorios virtuales en la motivación de los alumnos de ambos colegios, se aplicó una prueba de hipótesis. La hipótesis operacional ( $H_a$ ) que se planteó: el uso de laboratorios virtuales mejora la motivación de los estudiantes en la asignatura de Química y la hipótesis nula ( $H_0$ ) fue su negación. Para el colegio particular-subvencionado, la prueba de hipótesis entregó un valor del estadístico  $t=7,980$ , valor que fue mayor al valor crítico  $t_{0,05}(30) = 1,697$ , con un nivel de significación  $\alpha = 0,05$ . Para el colegio municipal, la prueba de hipótesis entregó un valor del estadístico  $t=3,544$ , valor que fue mayor al valor crítico  $t_{0,05}(64) = 1,671$ , con un nivel de significación  $\alpha = 0,05$ . Por lo tanto, existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula a favor de la operacional, indicando que el uso de laboratorios virtuales sí influyó en la motivación de los alumnos.

## Conclusiones

Los niveles de motivación que presentaron los alumnos pertenecientes al colegio particular-subvencionado por las asignaturas del área de ciencias, se situaron entre suficiente y moderado, en cambio los que pertenecen al colegio municipal se ubicaron entre moderado y alto. Por otra parte, los niveles de motivación por la asignatura de Química, de los alumnos del colegio particular-subvencionado se emplazaron entre el nivel suficiente y alto, encontrándose un resultado similar en el colegio municipal.

Las diferencias que se detectaron entre la motivación por ciencias y Química, se atribuyeron a que los alumnos consideraron que debían estudiar por obligación, con el fin de obtener buenas calificaciones. Por otra parte, existió un factor externo que ha

influenciado negativamente la motivación de los estudiantes, ya que se privilegió el aprendizaje memorístico, por lo tanto los estudiantes consideraron de poca utilidad práctica el conocimiento adquirido, generando bajos niveles de aprendizaje.

Los resultados de la aplicación de las actividades experimentales utilizando LVQ, han revelado que en ambos establecimientos se han producido mejoras en los aprendizajes de los alumnos, sin embargo solo en el colegio particular-subsuencionado se materializó en la calificación final de la asignatura de Química.

En este mismo sentido, la aplicación de actividades de LVQ, influyó positivamente sobre la motivación de los alumnos, la que aumentó en ambos establecimientos.

A partir de lo anterior, se puede concluir que el empleo de LVQ influye positivamente en la motivación y rendimiento académico de los alumnos.

**Agradecimientos:** Se agradece a la Universidad de Concepción (Proyecto UCO 1203).

## Referencias

- Banerjee K. (2015) Utilising the virtual laboratory resources for incorporating ICT en the chemistry teacher education, en la URL <http://bit.ly/2AZ03nW>
- Bernal C. (2006.) *Metodología de la Investigación*. México: Segunda edición Pearson. Prentice Hall.
- Briones G. (2003). *Métodos y técnicas de investigación para las ciencias sociales*. México: Cuarta edición Trillas.
- Cárdenes A, Martínez F, Santa Ana E, Mingarro V., Dominguez J. (2008). Aprender química para un futuro sostenible. Aspects CTSA en la química de 2° de Bachillerato utilizando las TIC. *Grupo Lentiscal de Didáctica de la Física y Química*, en la URL <http://bit.ly/2CiJeVn>
- Cea M. (2001). *Metodología cuantitativa: Estrategia y Técnicas de Investigación social*. Madrid, España: Primera edición Editorial síntesis S.A.
- Clavel L., Balibrea J. (2010). Motivación y rendimiento académico: los intangibles de la educación. *Investigación de economía de la Educación*, 5 (7), 139-154.
- Cofré H., Camacho J., Galaz A., Jiménez J., Santibáñez D., Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. *Estudios Pedagógicos XXXVI*, 2, 279-293.
- CONICYT-Fondef (2008) TIC para educación en Chile, Resultados del Programa TIC EDU de Fondef. U. de Chile, U. de Concepción, U. T. F. Santa María, PUC. Santiago de Chile, en la URL <http://bit.ly/2ksvM92>
- Educación2020, 2013, en la URL <http://bit.ly/2AmnshV>
- Fiad S. B., Galarza, O. (2015). El Laboratorio Virtual como Estrategia para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol. *Formación universitaria*, 8(4), 03-14.
- Flores J., Caballero M., Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación* 68(33), 75-111.
- Flores R., Gómez, J. (2010). Un estudio sobre la motivación hacia la escuela secundaria en estudiantes mexicanos. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 12(1), 21.
- Gil, S. (2006). Enseñanza de las ciencias, desafíos y oportunidades. Jornadas Pedagógicas UNSAM – Campus Miguelete. Publicación de la Universidad de San Martín.





- Hernández R., Fernández C., Baptista P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: Cuarta edición. Mc Graw Hill. Interamericana editores S.A.
- Hernández V., Gómez E., Maltes L., Quintana M., Muñoz F., Toledo H., Riquelme V., Henríquez B., Zelada, S. y Pérez, E. (2011). La actitud hacia la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en alumnos de Enseñanza Básica y Media de la Provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos-Chile. *Estudios Pedagógicos XXXVII*, 1, 71-83.
- Izquierdo M., San Martí N., Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*. 17(1), 45-59.
- Lamas H. (2008). Aprendizaje autorregulado, motivación y rendimiento académico. Liberabit. *Revista de psicología*. 14, 15-20.
- López M., Morcillo J. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias* 6(3), 562-576.
- Monge J., Méndez, V. (2007). Ventajas y desventajas de usar laboratorios virtuales en educación a distancia: la opinión del estudiantado en un proyecto de seis años de duración. *Revista Educación* 31(1), 91-108.
- Potkonjak V., Gardner M., Callaghan V., Mattila P., Guetl C., Petrović V. M., Jovanović K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*. 95, 309-327.
- Rodríguez Y., Vega J., Duarte F. (2016). Enseñanza de la química en carreras profesionales de modalidad virtual. *Ingenium*. 17(33), 90-103.
- SIMCE, 2013, en la URL <http://www.simce.cl>
- Torres M. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista electrónica Educare*. 14(1), 131-142.
- Vázquez A., Manassero M. (2009). La relevancia de la educación científica: Actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*. 27(1), 33-48.