

Didacticiencia: una plataforma para la enseñanza, aprendizaje y divulgación de las Ciencias Naturales

Natália Cândido Vendasco, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile
Cristian Merino Rubilar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile
Iván Esteban Alfaro Cortez, Fundación Ciencia e Vida, Chile
Aldo Alfaro Madrid, Universidad de Playa Ancha, Chile
Felipe Gallardo Vargas, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

Resumen: El proyecto Didacticiencia © busca facilitar y promover el acceso y apropiación del conocimiento científico y tecnológico en los jóvenes, para ello se crearon recursos didácticos en formato audiovisual que incluyen contenidos relacionados con las áreas de ciencias de la vida, ciencias físicas, ciencias químicas, ciencias de la tierra y medio ambiente. Los recursos fueron elaborados en un guión acorde al modelo didáctico de ciclo de aprendizaje, que contempla las siguientes fases: exploración, introducción, estructuración y aplicación, con el fin de enriquecer y contextualizar el conocimiento obtenido a través de la observación directa de los fenómenos experimentales. Son apoyados por guías en texto, que incluyen resúmenes del contenido, detalles de procedimientos y materiales, además de evaluaciones interactivas de aprendizaje. Los experimentos utilizan materiales accesibles y de bajo costo, son desarrollados en tiempos cortos, y diseñados con tal de minimizar la supervisión adulta.

Palabras clave: recursos didácticos audiovisuales, actividades científicas experimentales, enseñanza de las ciencias

Abstract: The Didacticiencia © project seeks to facilitate and promote access and assimilation of scientific and technological knowledge in the young, for this teaching resources were created in audiovisual format that include related areas of life sciences, physical sciences, chemical sciences, and science content land and environment. Appeals will be processed in a script according to the didactic model of learning cycle, which includes the following phases: exploration, introduction, structuring and implementation, in order to enrich and contextualize the knowledge obtained through direct observation of experimental phenomena. Text guides that include summaries of the content, details of procedures and materials, and interactive learning assessments, will support them. The experiments used accessible and inexpensive materials, will be developed in a short time, will be safe and designed to minimize the necessity of adult supervision.

Keywords: Audiovisual Teaching Resources, Experimental Science Activities, Science Education

Introducción

Enseñar ciencias hoy es una materia compleja en el sistema escolar. Así lo muestran diferentes estudios que se han preocupado por realizar seguimiento a este proceso en especial el uso de estrategias “tradicionales” de enseñanza de las ciencias (Gil-Pérez, 1986; Moya y Campanario, 1999). Un ejemplo, es el modelo de transmisión de contenidos, donde el profesor es el que posee la información y transfiere a sus estudiantes cuotas parceladas de información, presenta restricciones tales como la reducida oportunidad de discutir, argumentar y examinar el lenguaje de la ciencia entre otros (Kelly, 2006). Estas prácticas transforman la enseñanza de las ciencias en algo lejano y poco interesante para los alumnos. Asimismo, según Izquierdo et al (1999) los estudiantes pueden verbalizar sus conocimientos científicos, pero no aplicarlos, por lo cual se hace necesaria una nueva mirada sobre la forma de enseñar estos conocimientos.

Numerosos enfoques sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias destacan las actividades experimentales como una vía para abordar la enseñanza, afirmando que esas actividades llevarían a los estudiantes a un acercamiento a las ciencias y un mayor interés por ella (Moya y Campanario, 1999). Aun así según Sanmartí (2002) es importante que la experimentación esté asociada a una explicación teórica, ya que de lo contrario difícilmente consistirá en un aprendizaje

significativo, sin embargo esto no siempre ocurre ya que una gran cantidad de veces las actividades de laboratorio consisten en la realización de “recetas” sin explicaciones asociadas.

A pesar de los beneficios que representaría la realización de actividades experimentales existen un sin número de desafíos en su implementación, entre los cuales podemos mencionar la falta de tiempo en las aulas, la motivación necesaria por parte de los alumnos y del profesor, infraestructura insuficiente en las escuelas, el costo de materiales y reactivos, la seguridad en su aplicación, la necesidad de relación con el currículo, y la calidad didáctico-pedagógica que son de extrema importancia para que el experimento sea una herramienta de aprendizaje.

Marco de referencia

A partir de estos problemas algunos autores plantean la utilización de las tecnologías como recurso en caso de: a) baja implementación de material de laboratorio en el centro escolar, b) apoyo en la enseñanza de conceptos con alto nivel de abstracción y por ende mínima visualización o representación por parte de los estudiantes, c) apoyo al docente en el caso de temas específicos (Vera y Rivera, 2013).

Sin embargo, los recursos tecnológicos en especial el computador actúa como “herramienta cognitiva” que trasciende de las limitaciones del procesamiento humano (memoria, carga atencional, fatiga) al tratar la información; es decir, recibir, almacenar, transformar y generar datos y decodificarlos en otros símbolos comprensibles para el usuario (enactivos, lingüísticos, matemáticos e icónicos) al manejar la información (Sierra, 2000). Esto implica un reto para los profesores, es decir, cómo “usar estas herramientas cognitivas” para el diseño y desarrollo de recursos didácticamente diferenciados para las poblaciones usuarias. Vygotsky (1978) define una “herramienta cognitiva” como el objeto o medio previsto por el entorno de aprendizaje, que permite a los estudiantes incorporar nuevos métodos o símbolos auxiliares en su actividad de resolución de problemas (por ejemplo, en ciencias), que de otra manera serían inviables. Así, las “herramientas cognitivas” son necesarias para el aprendizaje, la reestructuración del conocimiento, la construcción de modelos mentales (modelos explicativos en ciencias) y el fomento de autoconfianza en la resolución de problemas (Izquierdo, Couso y Merino, 2008). Por tanto, entenderemos al video también como una herramienta con estas características.

Otro de los aportes derivados de la obra de Vygotsky que pueden orientar la articulación entre tecnologías y el aprendizaje y enseñanza de las ciencias es la idea de “herramientas mediadoras” (Cole y Engeström, 1993); es decir, la gente utiliza las herramientas para construir la comprensión. Para Vygotsky el concepto de la palabra “herramienta” ha sido a menudo relacionada con “lenguaje” (Glassman, 2001), pero en la cognición distribuida, el concepto de “herramienta” abarca tanto a los objetos físicos, como computadoras, tablets, calculadoras; y objetos simbólicos: matemáticas y lenguaje. Pea (1993) ha tomado el trabajo de Vygotsky (1978) sobre cómo la cultura social influye en el diseño y el uso de herramientas físicas y sistemas de símbolos y se aplica el concepto de “herramienta” para los diferentes sistemas tecnológicos que usamos hoy en día, tales como computadoras y la web (AAVV, 2013).

Proyecto de intervención

En ese marco surge el proyecto Didácticiencia, que busca desarrollar actividades experimentales simples y filmadas en videos que pueden servir de apoyo para el profesor en sala de clases (Gago y Mercedes, 2013; Gómez, 2001; Cataldi, Z. et al, 2012; Perez, E. et al, 2009).

Para dar sentido al video de acuerdo a Izquierdo et al (1999) hemos seguido la idea de cumplir la concurrencia de tres modelos que deben ser coherentes: el modelo del fenómeno al que se refiere la práctica; el del instrumento que se utiliza; y el de la acción manipulativa que se ejecuta. ¿Qué tengo? ¿Qué hago? ¿Qué pasa? ¿Por qué pasa? Las cuatro preguntas están relacionadas entre sí y sólo, cuando se responden las tres a la vez y de manera coherente, los datos que obtendremos tendrán sentido y la experiencia de forma general servirá para aprender. Es por ello que en todos los

vídeos se abordan los tres modelos, explicando el fenómeno asociado, los instrumentos necesarios y su ejecución.

Asimismo, si lo fundamental en las ciencias son las teorías y éstas se obtienen mediante la conexión entre un modelo teórico y un dominio de hechos y fenómenos, para poder enseñar teorías es imprescindible disponer de un “mundo” apropiado e intervenir en él de manera consciente y reflexiva (Izquierdo et al, 1999). En este aspecto el mundo de los alumnos representa su contexto y sus concepciones previas respecto a una teoría o modelo, es importante trabajar con esas concepciones hasta alcanzar sus similitudes con los conceptos científicos.

Los estudiantes poseen conceptos alternativos o teorías implícitas en casi todos los aspectos de la ciencia, eso se debe a que los procesos de aprendizaje están activos desde el momento del nacimiento, y muchas veces no requiere un proceso deliberado de aprender ni una conciencia de lo que se está aprendiendo, solamente la experiencia (Pozo, 1996), esas ideas casi nunca son compatibles con las visiones científicas, y es necesario cambiarlas y sustituirlas para que ocurra un aprendizaje significativo (Vosniadou, 2012). De modo que para poder trabajar en el desarrollo de la clase, es necesario conocer las ideas previas que los alumnos traen sobre cierto concepto. Una vez quedan expuestas, debemos utilizar estas concepciones previas para diseñar la actividad más adecuada con nuestros estudiantes, persiguiendo reemplazarlas por una concepción que tenga más sentido para poder integrar el concepto correcto. Es importante tener en cuenta que las concepciones alternativas son resistentes a cambios, de manera que es necesario comprobar si los conceptos se entendieron y si se desarrolló la capacidad de aplicarlos en otros campos, aunque es difícil garantizar que las concepciones alternativas no aparezcan de nuevo si los nuevos conceptos no son aplicados.

Para trabajar estas concepciones y generar un cambio conceptual los vídeos utilizan como metodología el ciclo de enseñanza y aprendizaje de Sanmartí (2008) que consiste básicamente en que el proceso de enseñanza y aprendizaje debe ser realizado de forma cíclica, empezando por un nivel más sencillo y concreto hasta llegar a un nivel más avanzado y con mayor nivel de abstracción. El ciclo considera 4 etapas:

1. Fase de exploración cuyo objetivo es facilitar que los estudiantes definan el problema a estudiar, y expresen sus concepciones alternativas a partir de una situación o problema.
2. Fase de introducción de nuevas variables, orientadas a favorecer que el estudiante pueda identificar nuevos puntos de vista en relación con los temas objeto de estudio, debe permitir colocar a prueba las concepciones alternativas para llegar a la noción científica.
3. Fase de síntesis y elaboración de conclusiones para que el alumno explique lo que está aprendiendo y que exista una formalización o contextualización del conocimiento construido.
4. Fase de aplicación con actividades orientadas a transferir los nuevos conocimientos y explicar las nuevas situaciones, más complejas que las iniciales, en un contexto diferente.

Teniendo en cuenta lo expuesto: ¿Es posible innovar las metodologías de enseñanza haciendo uso de la tecnología? , ¿El uso de los recursos tecnológicos como vídeos demostrativos promoverá el aprendizaje?

Dentro de esta perspectiva es que proponemos un producto educativo en formato multimedia que tiene como objetivo fomentar y facilitar el uso de la experimentación en estudiantes de básica y media a partir de vídeos guía con actividades experimentales atractivas, todas realizadas con materiales de fácil acceso para que puedan ser implementadas en los colegios e inclusive que los alumnos las puedan reproducir en sus casas.

Metodología

La generación de los vídeos se realizó en etapas:

1. *Definición de los objetivos de aprendizaje*

Los científicos y expertos en didáctica de las ciencias participantes del proyecto, realizaron un análisis del currículum Chileno de Ciencias Naturales dentro de las áreas de biología, física, química

y ciencias de la tierra, y posteriormente eligieron los contenidos que consideraban más representativos para el aprendizaje, teniendo en cuenta aspectos como su complejidad, nivel de abstracción, comprensión, entre otros.

2. Diseños de los experimentos relacionados a esas temáticas

En esta etapa los especialistas se dedicaron al diseño y/o adaptación de experimentos que pudieran ser utilizados para enseñar los contenidos seleccionados anteriormente y que pudiesen ser grabados. Para asegurar su viabilidad se realizaron pruebas en laboratorio y finalmente se realizó la adecuación en el ciclo didáctico de enseñanza y aprendizaje.

El ciclo puede ser ejemplificado a partir del vídeo de uno de los experimentos “Inflando globos con levaduras”, en este contexto la primera etapa consiste en realizar preguntas que tengan como objetivo plantear el problema a ser estudiado y también levantar las concepciones previas de los alumnos sobre el tema, en este caso levantamos las concepciones acerca de los hongos. Las preguntas podrán ser:

- “¿Alguna vez pensaste por qué la masa de pan crece?”
- “¿Qué pasaría si hubiesen hongos en el pan?”
- “¿Todos los hongos son perjudiciales al ser humano?”

Con esas preguntas podemos hacer explícitas las concepciones más frecuentes de los alumnos, como por ejemplo que los hongos son necesariamente “malos”. Entonces después de levantar esas concepciones comienza la etapa de introducción de nuevos elementos, para ello se propone un experimento donde se podrán introducir nuevos puntos de vista y nuevos conceptos sobre el tema. El procedimiento del experimento podría ser:

- Vamos a llenar dos botellas con agua tibia
- En una de las botellas ponemos azúcar
- En otra azúcar y levaduras (¿Sabían que las levaduras son hongos?)
- En la apertura de las botellas vamos a poner globos inflables (¿Qué creen que va a pasar con el globo en cada una de las botellas? Agitamos un poco las botellas y esperamos)

En esta etapa también se pueden hacer preguntas buscando generar conflictos con las ideas anteriores y generar nuevas ideas. Con la finalización de los experimentos se solicita al alumno explicar por escrito lo que ha pasado y para ello es necesario discutir (entre los alumnos y con el profesor), introduciendo, a la vez, el lenguaje científico hablado y escrito, que se deberá utilizar a partir de ahora. Esa sería la etapa de síntesis o estructuración de lo aprendido.

Finalmente, la etapa de aplicación puede ocurrir dentro o fuera del aula, pero necesariamente implica que el alumno pueda aplicar su aprendizaje a un contexto o problema distinto. Por ejemplo, en este video se podría trabajar otros alimentos que son producidos a partir de la fermentación, como el vino, la cerveza y algunos quesos.

3. Generación de material audiovisual en formato DVD y para descarga gratuita en internet.

En la última etapa, con todos los videos ya filmados, el equipo de filmación desarrolló la página web del proyecto para descarga de todo el material audiovisual generado y a la vez se realizó la grabación de los DVDs de las distintas áreas del conocimiento, que fueron posteriormente distribuidos a los colegios.

Distribución y utilización

Después de testeados y aprobados los materiales audiovisuales fueron distribuidos en formato de DVD a colegios de Chile y también se encuentran disponibles en formato de vídeo en una página web de libre acceso, con el objetivo de masificar la utilización de los vídeos. La pagina web tiene, además, materiales complementares a los vídeos, como lecturas, imágenes, entre otros.

Las ventajas de nuestro producto frente al existente son la posibilidad de distribución masiva a través de los DVDs y la internet; el bajo costo de los materiales utilizados, lo que permite su fácil reproducción; la garantía de calidad didáctico pedagógica de todos los experimentos diseñados por científicos expertos; la relación con el curriculum Chileno, sirviendo de apoyo para el profesor de

ciencias. Además todos los experimentos son de fácil aplicación, y poca necesidad de tiempo para su visualización y realización.

Se espera que con la distribución de estos materiales podamos contribuir con la valoración hacia las ciencias y la tecnología en Chile.

Conclusiones

Consideramos que la utilización de la tecnología, especialmente los recursos audiovisuales, son una innovación importante en lo que corresponde a las metodologías de enseñanza, principalmente si es utilizado como complemento de los contenidos conceptuales y procedimentales del currículo escolar en ciencias, especialmente los de mayor complejidad y abstracción, ya que permite la visualización de experiencias y modelos que ilustran las teorías, fomentando el aprendizaje. Creemos que su importancia también radica en disponer de estos recursos en diversas plataformas para que las personas puedan acceder libremente y que no necesariamente sea utilizado en la sala de clases, sino que como una forma de búsqueda y aprendizaje individual. Además puede contribuir en la valoración hacia las ciencias y la tecnología, estimula el aprendizaje de una manera diferente a la tradicional y más atractiva a las personas. Así mismo, al utilizar plataformas tecnológicas de libre acceso, promueve la difusión de las ciencias naturales a cualquier persona que se interese por el tema.

Precisamente, este trabajo representa el inicio de un recurso multimedia, que contribuirá en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, mejorando la formación de competencias científicas en el país, facilitando el acceso al conocimiento científico con una masiva implementación y superando las barreras de la falta de recursos para el aprendizaje.

Agradecimientos

Agradecemos al Programa EXPLORA Conicyt por apoyar y financiar el Proyecto **ED18D0053**.

REFERENCIAS

- AAVV. (2013). *Referentes curriculares con incorporación de tecnologías para la formación del profesorado de ciencias naturales en y para la diversidad*. México: Universidad Pedagógica Nacional.
- Cole, M. y Engeström, Y. (1993). A cultural-historical approach to distributed cognition. En G. Salomon (ed.), *Distributed cognitions: psychological and educational considerations* (pp. 1-46). Nueva York, Estados Unidos: Cambridge University Press.
- Gago, A. y Mercedes, V. (2013). Generación de material audiovisual para el aprendizaje basado en tareas o proyectos: cómo mejorar el aprendizaje con el apoyo de videos guía o explicativos. *Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, 1(2), pp. 49-64.
- Gil-Pérez, D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *La Enseñanza de Las Ciencias*, 4(2), pp. 111-121.
- Glassman, M. (2001). Dewey and Vygotsky: society, experience, and inquiry in educational practice. *Educational Researcher*, 4, pp. 3-14.
- Gómez, J. (2001). Aprender y enseñar con las tecnologías de la Comunicación. *@gora Digital.1*.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (1), pp. 45-59.
- Izquierdo, M., Couso, D. y Merino, C. (2008). La resolución de problemas. En C. Merino, A. Gómez y A. Adúriz-Bravo (eds.), *Áreas y estrategias de investigación en didáctica de las ciencias* (pp. 59-81). Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Kelly, G. (2006). Discourse in science classrooms. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 443-469). Reino Unido: Routledge.
- Moya, A., y Campanario, J.(1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación Y Experiencias Didácticas*, 17(2), pp. 179-192.
- Pea, R. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. En G. Salmon (ed.), *Distributed cognitions: psychological and educational considerations* (pp. 47-87). Nueva York, Estados Unidos: Cambridge University Press.
- Pozo, J. (1996). Los rasgos de un buen aprendizaje. *Aprendices y Maestros*, Capítulo 3, pp. 69-84.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis Educación.
- (2008). *La unidad didáctica en el paradigma constructivista*. Consultado el 29 de abril de 2014 en: <http://ocw.pucv.cl/cursos-1/didactica-i/materiales-de-clases-1/09-la-unidad-didactica-en-el-paradigma-constructivista>.
- Sierra, J. (2000). Informática y enseñanza de las ciencias. En F. Perales y P. Cañal (coords.), *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 339-359). España: Editorial Marfil.
- Vera, F. y Rivera, R. (2013). La gallería de Galileo: videos de experimentos para la enseñanza de la física. *Estudios pedagógicos*, 39, pp. 134-151.
- Vosniadou, S. (2012) Reframing the Classical Approach to Conceptual Change: Preconceptions, Misconceptions and Synthetic Models. En B. Fraser, *Second International Handbook of Science Education*, 1 (pp. 119-131). New York: Springer.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: the development of the higher psychological processes*. Cambridge, Estados Unidos: Harvard University Press.

SOBRE LOS AUTORES

Natália Cândido Vendrasco: Bióloga de la Universidad Federal de Sao Paulo, Brasil y Magíster (c) en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Sus intereses de investigación se centran en el ámbito de la enseñanza no formal de Ciencias. Actualmente colabora en el diseño de actividades didácticas para espacios no formales en la Región de Valparaíso y en proyectos relacionados a la enseñanza de las ciencias.

Cristian Merino Rubilar: Profesor de Química y Ciencias Naturales por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile) y Doctor en Ciencias Experimentales por la Universidad Autónoma de Barcelona (España). Sus intereses de investigación se centran en la caracterización de la actividad química escolar para el desarrollo y análisis de actividades de innovación que favorezcan la construcción de explicaciones científicas escolares, con énfasis en el tránsito entre el fenómeno y la teoría bajo un enfoque modelizador para la formación de profesores de ciencias (especialmente en química). Como además el trabajo experimental y la enseñanza de la química a través de mediaciones tecnológicas.

Iván Alfaro: Licenciado en Bioquímica de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y Doctor en Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica. Actualmente trabaja como Investigador en la Fundación Ciencia y Vida, donde se desempeña en el ámbito de la investigación básica y aplicada en el área de la neurobiología.

Aldo Alfaro: Profesor de Estado en Química y Ciencias de la Universidad de Playa Ancha. Actualmente se desempeña como Profesional Encargado de Laboratorios de Docencia Práctica y profesor de Química en la Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación.

Felipe Gallardo Vargas: Profesor de Química y Ciencias Naturales de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y cursando Doctorado en Ciencias mención Química de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.