

HACIA UNA BIOLOGÍA ESCOLAR SIGNIFICATIVA. PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA DESDE UNA POSTURA SOCIO-CONSTRUCTIVA, CON UTILIZACIÓN DE RECURSOS TRADICIONALES Y TIC

Towards a meaningful school Biology. Didactic programming from a socio-constructive posture, with use of traditional resources and ICT

Para uma biologia escolar significativa. Programação didática de uma posição sócio-construtiva, com uso de recursos tradicionais e NTIC

Javier Grilli Silva¹
Guidahí Calleros Riani²

Fecha de recepción: 16 de agosto de 2017
Fecha de aceptación: 23 de marzo de 2018

Resumen

Lograr que la ciencia escolar sea significativa para el adolescente es un objetivo de la Didáctica de las Ciencias. El escrito desarrolla una propuesta de enseñanza de la Biología en la formación inicial de profesores de la especialidad, con el objetivo de mejorar la significatividad de la ciencia escolar. Para esto, el curso de didáctica trabajó el tema de la construcción social de conocimientos a partir de recursos didácticos tradicionales (como material natural y pizarra), combinados con el uso de TIC (como computador portátil, teléfono móvil y blog). La propuesta de enseñanza articuló contenidos disciplinares básicos de la botánica que están propuestos en el Programa Oficial de la asignatura Biología correspondiente a la educación media básica, con otros contenidos que contextualizaron el tema en cuestiones de interés social y de la cotidianidad. La evaluación de la experiencia muestra importantes logros y desafíos en lo que respecta al uso pedagógico de las TIC. Se señalan distintas fortalezas de la propuesta implementada, así como aspectos para considerar en la programación de unidades didácticas que apunten a mejorar la significatividad de la ciencia escolar.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias; uso pedagógico de las TIC; Biología escolar; programación didáctica; socio-constructivismo

-
- 1 Profesor de Ciencias Biológicas y Licenciado en Psicología. Docente de Didáctica de la Biología y Zoología en el Ce.R.P del Litoral, Salto (Uruguay).
 - 2 Profesor de Ciencias Biológicas y estudiante avanzado de Medicina. Docente en Educación Media de Uruguay.

Abstract

Achieving the meaningfulness of school science for adolescents is an aim of Science Didactics. With this objective in mind, this paper presents a proposal for Biology teaching developed in the initial training of teachers of this specialty. For this the didactic course worked on the topic of social construction of knowledge using traditional didactic resources (such as natural material and board), combined with the use of ICT (such as laptop, mobile phone and blog). The teaching proposal articulated basic disciplinary contents of botany that are proposed in the Biology Official Program for basic secondary education, with other contents that contextualized the subject in social issues and everyday life. Evaluation of the experience shows important achievements and challenges regarding the pedagogical use of ICTs. Different strengths of the implemented proposal are pointed out as well as aspects to be considered in programming of teaching units aimed to improve the significance of school science.

Keywords: science teaching; pedagogical use of ICTs; biology at school; educational programming; socioconstructivism

Resumo

Conseguir que a ciência escolar seja significativa para o adolescente é um objetivo da Didática da Ciência. O trabalho desenvolve uma proposta para o ensino de Biologia na formação inicial de professores da especialidade, com o objetivo de melhorar o significado da ciência escolar. Para isso, o curso didático trabalhou no tema da construção social do conhecimento a partir de recursos didáticos tradicionais (como material natural e quadro), aliados ao uso de NTIC (como laptop, celular e blog). A proposta de ensino articulou conteúdos disciplinares básicos de botânica que são propostos no Programa Oficial da disciplina Biologia correspondente ao ensino médio, com outros conteúdos que contextualizaram o tema em questões de interesse social e do cotidiano. A avaliação da experiência mostra conquistas e desafios importantes em relação ao uso pedagógico das NTIC. Diferentes pontos fortes da proposta implementada são apontados, assim como aspectos para considerar na programação de unidades didáticas que visam melhorar o significado da ciência escolar.

Palavras-chave: educação científica; uso pedagógico das NTIC; biologia escolar; programação didática; sócio-construtivismo

Introducción

Cómo enseñar ciencias “es el problema central de las investigaciones publicadas en revistas de América latina y el Caribe” (Iturralde, Bravo y Flores, 2017, pág. 57). Una de las líneas de investigación en la Didáctica de las Ciencias es conocer el impacto que tiene sobre el aprendizaje, la utilización de determinadas estrategias y recursos didácticos (Iturralde et al., 2017). Incorporar TIC en la enseñanza de la Biología, sin descuidar el uso didáctico del recurso natural y realizando un camino de construcción colectiva del conocimiento, son temas de la Didáctica de las Ciencias Experimentales que están muy correlacionados y que apuntan a la mejora de la ciencia escolar al hacerla más significativa (Castro y Valbuena, 2007; Grilli-Silva, 2018; Martínez, 2016).

¿Por qué los contenidos de ciencia que se enseñan en la escuela suelen no resultar significativos para el alumno? Gabriela Farrán (1999) explica una de las causas con el concepto de *fordización de la educación*. Las aulas se constituyeron en una cadena de montaje por la cual pasan los alumnos para que cada asignatura aporte su porción de conocimiento, de manera aislada al resto de las asignaturas y también desconectada de la realidad e intereses del estudiante. De esta manera el currículo escolar ha favorecido una fragmentación del saber, problema que es general en los sistemas educativos. La fragmentación del saber va más allá de un currículo escolar integrado por asignatura, está dado por la escasa articulación interna de los contenidos que se enseñan, por la priorización de hechos y datos aislados, por la ambigua definición sobre el alcance, profundidad y aplicabilidad del conocimiento, y por la escasa coordinación existente entre las asignaturas (Fumagalli, 2000). Es claro que todo esto tiene un impacto muy negativo para la significatividad de los contenidos de ciencia que la escuela enseña.

El enfoque de enseñanza CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) permite romper con visiones descontextualizadas de la ciencia y la actividad científica, que lamentablemente la escuela ha contribuido a difundir. Con este enfoque se apunta a la presentación problematizada de los conocimientos científicos al relacionarlos con aspectos sociales, históricos y éticos que enmarcan su producción (Gil, Carrascosa, Furió y Martínez, 1991; Solbes y Vilches, 1997; Solbes, Vilches y Gil, 2001).

Desde una postura socio-constructiva de la enseñanza y el aprendizaje se apunta también a superar las falencias educativas señaladas por Farrán. La elaboración colectiva de conocimiento en el aula a partir de saberes previos de los alumnos, de sus concepciones y de la nueva información que se les proporciona, permite superar la priorización de hechos y datos aislados, profundizar en la aplicabilidad del conocimiento y coordinar los saberes que aportan las distintas asignaturas (Coll, 1988).

Otra cuestión que incide de modo favorable en la significatividad del contenido de ciencia, es la combinación de distintos recursos para su enseñanza. Así, por ejemplo, la utilización de recursos visuales clásicos (como el material natural y la pizarra), combinados con otros actuales (como Internet, la fotografía y el vídeo digital), tiene un efecto favorable por el impacto visual en el estudiantado, lo cual se traduce en aprendizaje significativo (Suárez-Ramos, 2017). Por esto, como sostiene Cabero (2001), la complementariedad e interacción de medios debe ser un principio y una estrategia de los profesores a la hora de programar las unidades didácticas.

En este trabajo consideraremos, en primera instancia, distintos aspectos que es necesario incorporar en la programación didáctica, para desarrollar una Biología escolar significativa. Luego se presentará una unidad didáctica elaborada en la formación inicial de profesores de Biología y aplicada en la práctica docente pre-profesional que se tiene. Por último, haremos una evaluación y reflexión de las principales fortalezas y debilidades de la experiencia educativa llevada a cabo.

Programación didáctica para una ciencia escolar significativa

La forma como se enseñan los contenidos educativos es fundamental para su significatividad en el aprendiz. Desde la psicología cognitiva se establece que el conocimiento es posible en la medida que las personas puedan decodificar su significado al establecer nuevas relaciones que les permitan incorporarlo a su estructura de pensamiento, y construir así jerarquías y redes conceptuales (Ausubel y Novak, 1983; Posada, 1994; Novak, 1988). Para esto es muy necesaria una programación didáctica que plantee de forma explícita evidenciar saberes previos de los estudiantes, socializarlos e incorporarlos en los procesos cognitivos que se dan en las actividades de enseñanza. En suma, programar la enseñanza de las ciencias desde una postura socio-constructiva.

En los tiempos actuales la enseñanza y el aprendizaje desde un posicionamiento socio-constructivo del saber tienen, o deberían tener, un gran aliado: la web social, es decir la web 2.0. A través de la gran red es posible realizar procesos de enseñanza donde se potencie la construcción colectiva de conocimientos (Área y Ribeiro, 2012; Scheihing et al., 2013). Programar las unidades didácticas incorporando el uso de dispositivos informáticos para la realización de tareas que fomenten el intercambio entre los estudiantes y la producción colectiva a través de la web, es relevante para una educación socio-constructiva en la actualidad.

La web 2.0 es un potente recurso para adquirir el aprendizaje considerado más valioso de todos. Desde la “Declaración Mundial sobre Educación para todos”, promulgada en Jomtien en marzo de 1990, se viene sosteniendo con énfasis cuál debe ser el principal aprendizaje que lograr por parte de los sistemas educativos de los países: *enseñar a aprender a aprender*. Vivimos en lo que se ha denominado “la sociedad del conocimiento”, donde es imprescindible que el sistema educativo capacite para el aprendizaje en todos los contextos y a lo largo de toda la vida. La escuela puede y debe desarrollar habilidades en los jóvenes que les permitan actualizarse y formarse a lo largo de toda su existencia. Saber utilizar equipos informáticos e internet para aprender contenidos de ciencia, es hoy parte importante de este aprender a aprender que la escuela debe promover.

Aprender a aprender es una competencia básica, imprescindible para comprender las diferentes realidades que nos corresponde vivir hoy y las que enfrentaremos en el futuro. Para la Comisión Europea, aprender a aprender implica:

adquirir, procesar y asimilar nuevos conocimientos y capacidades, así como buscar orientaciones y hacer uso de ellas. El hecho de “aprender a aprender” hace que los alumnos se apoyen en experiencias vitales y de aprendizaje anteriores con el fin de utilizar y aplicar los nuevos conocimientos y capacidades en muy diversos contextos, como los de la vida privada y profesional y la educación y formación. La motivación y la confianza son cruciales para la adquisición de esta competencia. (Parlamento y Consejo Europeo, 2006, p. 7).

Para “adquirir, procesar y asimilar nuevos conocimientos” en la escuela, es muy pertinente la realización de tareas didácticas que impliquen buscar, seleccionar y registrar información de diversas fuentes. Las actividades de enseñanza y aprendizaje de las ciencias deben promover en el alumno una evaluación de la validez de las fuentes, al tiempo que apunten a la comprensión de la información por encima de la mera memorización. La definición señala también la importancia de programar la enseñanza a partir de las experiencias y aprendizajes existentes en el alumno, e ir utilizando el nuevo conocimiento que se adquiere para la resolución de situaciones de la vida real.

Otro aspecto básico en la programación didáctica con miras a la significatividad de la Ciencia escolar es atender por completo a los objetivos que se tienen en su enseñanza. En la era de la información dar una buena respuesta a la clásica pregunta de la Didáctica, “¿para qué enseñar?”, sigue siendo fundamental a fin de que los contenidos que transmite la escuela sean significativos.

Rodríguez, Izquierdo y López (2011) hablan de enseñar una “ciencia para todos”, lo cual implica definir qué contenidos son necesarios abordar para mejorar la calidad de vida de las personas. Señalan que la enseñanza de las ciencias “debe proporcionar a los alumnos la experiencia del gozo de comprender y explicar lo que ocurre a su alrededor” (Rodríguez et al., 2011, p. 14). Es entonces necesario tener muy presente cuáles son los grandes objetivos o finalidades en la enseñanza de las ciencias: educar para la vida y educar para la ciudadanía (Acevedo-Díaz, 2004; Adúriz et al., 2011; Martín, 2002). La competencia científica para la ciudadanía, como la llama Domènech-Casal (2018), implica identificar los modelos científicos en contextos cotidianos y actuar como consumidor e integrante de una comunidad. Como sostiene Leymonié (2009), hay que enseñar con el objetivo de introducir a los jóvenes en el valor funcional que tiene la ciencia de explicar fenómenos naturales cotidianos, con herramientas intelectuales racionales que les permiten comprender mejor el funcionamiento del mundo natural.

Programar las unidades didácticas con un enfoque de tipo CTS ayuda a definir qué contenidos enseñar en términos de los dos objetivos mencionados. Los enfoques CTS suponen propuestas educativas que promuevan la participación de los ciudadanos en los problemas sociales y ambientales. Apuntan al desarrollo de capacidades y de motivación que permitan a la persona una participación responsable y crítica en las decisiones que orientan el desarrollo de la ciencia y la tecnología (García et al., 2001). Planificar la enseñanza de las ciencias desde un enfoque CTS lleva a la selección de contenidos educativos que aborden las relaciones existentes entre la sociedad y la ciencia y la tecnología, con lo cual se ven con claridad las aportaciones de la ciencia a la cultura y al progreso de la sociedad, así como también los distintos impactos de las tecnologías en los ecosistemas (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016; Grilli-Silva y Coelho, 2017).

En la sociedad del conocimiento, cada persona ha de adquirir en su paso por el sistema educativo una base de conocimientos y estrategias eficaces para entender y resolver situaciones de la sociedad. Tiene que saber, saber hacer y saber ser ante las situaciones relevantes que se le planteen a lo largo de la vida. En este contexto, manejar las TIC (Tecnologías de la información y la comunicación) y, de modo especial, adquirir competencia informacional-digital (Valverde-Crespo, Pro-Bueno y González-Sánchez, 2018), es fundamental para aprender a aprender. Desarrollar en la educación obligatoria estas dos competencias (aprender a aprender con y a través de un buen manejo de lo informacional-digital), es apuntar a la enseñanza de las ciencias para formar ciudadanos solidarios y dialogantes, que actúen de manera responsable y activa frente a los problemas socio-científicos que afectan a una determinada sociedad (Banet, 2010).

Programación de una unidad didáctica: el tallo como órgano reservante

La experiencia educativa que se explicará transcurrió en el marco de la asignatura Didáctica III de la carrera de profesorado de Biología, en un Instituto de Formación Docente del Uruguay. El curso teórico de didáctica de esta asignatura (que corresponde al último año de la carrera), se hace en paralelo con la práctica docente pre-profesional. Esta práctica se realiza con un “grupo a cargo” desde principio del año lectivo, puede darse bajo la modalidad de cursado “pareja pedagógica” (dos profesores practicantes juntos en un grupo clase), y concentrados la mayoría de los alumnos de formación docente en una institución del nivel educativo medio, la “Escuela de Práctica” (Grilli-Silva y Silva, 2015; Rodríguez-Zidán y Grilli-Silva, 2013). Tanto el curso teórico de didáctica como la supervisión de la práctica pre-profesional, están a cargo del mismo docente: el profesor de Didáctica III. El artículo que presentamos es escrito por el profesor de didáctica y una de las estudiantes que formó parte de la experiencia.

La planificación de unidades didácticas para las clases de práctica docente se realizó en un taller que también funciona en el espacio de la asignatura Didáctica III. Es en este taller donde las situaciones y vivencias que se tienen en la práctica docente se relacionan de modo permanente con los contenidos teóricos de la Didáctica. Se tiene con esto el objetivo de realizar una programación didáctica fundamentada y ajustada a la realidad que se vive en la práctica pre-profesional y atender al objetivo central de la asignatura que es potenciar una relación dialéctica entre teoría y práctica.

Atendiendo los aspectos que fueron señalados en el apartado anterior como relevantes para el desarrollo de una ciencia escolar significativa, se trabajó con los profesores practicantes que tienen grupo a cargo en la educación media inicial (alumnos de 12 años). La programación didáctica fue sobre el tema biológico *El tallo como órgano reservante*, correspondiente a la Unidad 5-A (la función de nutrición), del Programa Oficial de Biología para primer año del Ciclo Básico Tecnológico (ANEP-CETP, 2007), para una clase de 90 minutos. En los cuadros 1 y 2 esquematizamos dos elementos de la programación de aula: los objetivos de aprendizajes y los contenidos conceptuales (Antúnez et al., 2000).

1. Conocer algunos tipos de tallos reservantes y la importancia de esta función para la planta.
2. Clasificar a los tallos reservantes según su ubicación espacial.
3. Identificar el uso social, valor nutritivo, medicinal y para la economía del país, de algunos tallos; reservantes correspondientes a especies que se cultivan en la región litoral norte del país.

Cuadro 1. Programación didáctica. Objetivos de aprendizaje de tipo cognitivo

Contenidos botánicos clásicos u ordinarios.

- Concepto de tallo como órgano reservante y ubicación espacial de los mismos: aéreos, subterráneos o acuáticos.
- Tubérculo de la papa. Nombre científico de la especie botánica. Partes anatómicas observables externamente (yemas, nudos, epidermis). La “papa por dentro”: tejido parenquimático. Caracterización y definición de tubérculo.
- Caña: tallo aéreo, leñoso de algunas plantas como la caña azucarera. Nombre científico de la especie. Partes anatómicas observables externamente (nudos y entrenudos). Interior hueco del tallo con jugo azucarado.
- Rizoma del jengibre. Nombre científico de la especie botánica. Características: perenne, nudoso, tuberoso, con una corteza de color ceniciento y rugosidades transversas.

Contenidos especiales.

- Sustancias de interés humano, almacenadas en los tallos considerados: almidón (papa), sacarosa (caña de azúcar) y zingibere, gingeroles y shogaoles (jengibre).
- Importancia económica de *Solanum tuberosum*: es uno de los 3 principales alimentos del mundo. Aproximadamente se producen 341 millones de toneladas a nivel mundial por año y unas 51.000 toneladas en Uruguay. Producción en el “cinturón hortofrutícola de la ciudad de Salto”. Variedades de papa liberadas por INIA Salto Grande que se cultivan.
- Importancia económica de *Saccharum officinarum*: es la principal especie para la producción del azúcar de mesa. Aproximadamente se producen 1300 millones de toneladas a nivel mundial por año y unas 440.000 toneladas en Uruguay. Producción en la ciudad de Bella Unión y Planta industrial ALUR. La caña de azúcar en la producción de biocombustible: costos y consideraciones ecológicas.
- Usos culinarios y terapéuticos de *Zingiber officinale*. Importancia en la cocina china y occidental. Propiedades curativas atribuibles al rizoma. Uso en Uruguay, en el mate. Costos del rizoma en las verdulerías de la localidad.

Cuadro 2. Programación didáctica. Contenidos conceptuales para el tema “tallo como órgano reservante”

Los recursos didácticos que se utilizaron fueron: material natural (tubérculo de papas con y sin brotes, rizomas de jengibre y tallo aéreo de caña de azúcar), computador portátil de Plan Ceibal (o teléfonos móviles personales), conexión a Internet, proyector, blog de Google, videos e imágenes insertos en presentación PowerPoint, pizarra y textos impresos (Véanse figuras 1 y 2).



Figura 1. Los equipos conformados realizan la tarea consignada en el blog de la clase. Se observa el material natural entregado y se responden preguntas teniendo como guía textos, imágenes y videos contenidos en el blog. Los estudiantes acceden al material digital mediante computadores del Plan Ceibal y/o teléfonos móviles.



Figura 2. Material natural distribuido a los subgrupos para realizar el trabajo en equipos, durante el tiempo de clase en aula: rizoma de jengibre, tubérculos de papa y fragmentos de tallo de caña de azúcar.

En Uruguay, los programas oficiales de las asignaturas biológicas del nivel educativo medio incorporan de forma clara la lógica disciplinar. Es decir, la organización del

conocimiento científico con propósito educativo presenta un saber que responde a la organización lógico-conceptual de la disciplina. Por esto, los conceptos científicos se organizan en sistemas de conceptos relacionados que se integran en una ciencia: la Biología (Ausubel 200; Bruner, 1968). No obstante, a la lógica disciplinar se ha sumado otra lógica que obedece a razones pedagógicas: la “lógica del proceso didáctico” (Danilov y Skatkin, 1980; Zambrano, 2006). Incorporada no solo al currículo, esta segunda lógica es la que debe primar en los profesores cuando programan las unidades didácticas.

Veamos estas dos lógicas en la unidad didáctica que estamos considerando. En el Programa Oficial correspondiente a la asignatura Biología de primer año del Ciclo Básico Tecnológico, se plantean dos grandes temas como ejes vertebradores elegidos para el curso: sistemas ecológicos y funciones vitales (ANEP-CETP, 2007). El programa se concreta en 5 unidades temáticas: ecosistemas, niveles de organización de los seres vivos, origen de la vida, sistemas de clasificación de los organismos y funciones que caracterizan a los seres vivos (nutrición, reproducción y relación). En cada unidad los contenidos conceptuales propuestos son los básicos de biología, que responden a la lógica disciplinar. Para la unidad programática “Funciones vitales–Nutrición”, entre otros contenidos, se propone enseñar: órganos y funciones específicos de la nutrición autótrofa, la raíz y el sistema tallo-hoja. Al mismo tiempo el currículo afirma que “este programa facilita un acercamiento a conceptos más significativos para los educandos y más próximos al pensamiento concreto y a los intereses de los mismos” (ANEP-CETP, 2007, p. 7), apuntándose con esto a una lógica del proceso didáctico.

En la asignatura Didáctica III precisamos cuáles serán los contenidos que se enseñarán en la práctica docente, y el nivel de profundidad con que se los trabajará. Por un lado, tomamos aquellos que están planteados en el Programa Oficial; son los básicos y habituales que se enseñan y por eso los llamaremos *contenidos ordinarios*. A estos contenidos vinculamos y encastramos otros, también de tipo conceptual, a los que llamaremos *contenidos especiales* (Véase cuadro 2). Con esto apuntamos a la enseñanza de una ciencia funcional, una ciencia que construye conocimientos aplicables a situaciones de la cotidianidad y permite dar respuestas fundadas a intereses o inquietudes sociales. Si bien tenemos en cuenta la secuencia de unidades temáticas que propone el currículo, re-ordenamos y definimos los contenidos disciplinares por enseñar, con base en la realidad que vive y conoce (o es deseable que conozca), el estudiante. Con los contenidos especiales que definimos en los talleres de planificación, perfilamos una enseñanza de la ciencia que parta más de la vida que del programa, como lo plantea Perrenoud (2012). Busca-

mos contextualizar los temas biológicos propuestos por el programa, en situaciones de la cotidianidad, dándoles así significatividad a la biología y haciéndola funcional para entender, opinar y actuar en la realidad que se vive.

¿Cuál fue la secuencia de actividades didácticas desarrolladas en el aula? La clase se inició mediante una tarea realizada con el grupo grande: recapitulación oral de lo tratado en días previos, con el fin de tomar conceptos importantes que sirvieran de base para la construcción de nuevo conocimiento. Por ejemplo, se indagaron conocimientos ya adquiridos sobre la función de fotosíntesis y circulación de savia elaborada en los tallos, haciéndose notar la producción de nutrientes y su llegada a determinados órganos de la planta. Para el desarrollo de la clase se planteó: conformación de equipos (subgrupos de trabajo) e ingreso al blog de la clase mediante computadora portátil Ceibal o teléfono móvil. La consigna para el trabajo grupal fue leída y explicada por el docente, al tiempo que también fue colocada en el sitio web al que accedieron los estudiantes (Véase cuadro 3). Para la mayoría de los grupos la actividad se realizó en el laboratorio de ciencias de la escuela de práctica, donde se tienen a disposición mesadas que facilitan el trabajo en subgrupos y la observación de material natural (Véase figura 1). Si bien la consigna fue la misma para todos los equipos, el material natural distribuido a cada uno fue distinto: algunos trabajaron con papa, otros con caña de azúcar y otros con jengibre. (Véase figura 2). El blog de la clase armado por la profesora practicante presenta textos, imágenes y vídeos, en correspondencia con el material natural que a cada equipo le tocó analizar.

Observando el material natural que le tocó a tu grupo e indagando en la información disponible en el blog de la clase, responde lo siguiente para ser corregido en clase:

1. ¿Qué parte de la planta observas?; ¿a qué especie de planta pertenece? Toma fotos de la misma.
2. Según su ubicación, ¿es subterráneo o aéreo?
3. Además de la conducción ¿Qué otro proceso relacionado con la nutrición cumple esta parte de la planta?
4. ¿Qué beneficios presenta para el hombre? Nombre como mínimo 2 de los que consideren más relevantes.
5. ¿Quién es el autor de la información que leíste y viste? ¿Te parece que la misma tiene fundamento en la ciencia? ¿Qué intereses posiblemente defiendan los autores? Busca a través de Google información sobre los autores para fundamentar tu respuesta. en la autores para fundamentar tu respuesta.

(Tiempo para realizar la tarea; 35 minutos)

Cuadro 3. Consigna para trabajo grupal en aula

Según la consigna planteada, los estudiantes debieron realizar en primera instancia una observación del material natural, lo que también implicó su manipulación. Algunos materiales como el tubérculo de papa resultaron cotidianos para la mayoría, otros como el jengibre y la caña de azúcar no eran conocidos por unos cuantos. Los distintos elementos colocados en el blog (textos, figuras y vídeos) sirvieron como guía para interpretar el material natural y responder las preguntas de la consigna planteada.

El rol docente durante la actividad grupal fue el de guía para organizar la tarea. Se acompañó a los equipos en el ingreso al sitio web y en la comprensión de la consigna del trabajo asignado. Después de 30 minutos, se pasó a la siguiente tarea: la puesta en común o socialización de los realizados. Aquí la función docente fue la de un articulador y amalgamador de respuestas que los estudiantes de cada equipo iban dando. El eje de razonamiento para la construcción conceptual estuvo dado por las preguntas propuestas en la consigna de trabajo.

En la puesta en común se utilizó la “interrogación didáctica” como estrategia de enseñanza y como forma de diálogo en un grupo social (Saturnino de la Torre, 2000). La interrogación puede adquirirse de modo espontáneo, pero para que sea didáctica debe conocerse e incorporarse como elemento en la programación de aula. Es fundamental, por tanto, pensar aquellas grandes preguntas, estructuradoras del tema, que permiten articular las instancias o tareas programadas, así como los contenidos que en ellas se enseñan. En los relatos de clase que se plantean más abajo, veremos ejemplo de esto. Mediante la interrogación didáctica se apuntó a la socio-construcción de conocimiento.

En un ambiente de trabajo en aula donde se da una verdadera interacción, el docente estará favoreciendo el diálogo. Ahora, ¿es compatible o excluyente el diálogo con el interrogatorio? Es compatible ya que en el interrogatorio didáctico procuramos recuperar el diálogo en la enseñanza como un proceso de comprensión interpersonal, como espacio de negociación social sobre los significados. Cuando logramos llevar a cabo un verdadero diálogo en el aula, se reconocen y respetan las diferencias que son vistas como oportunidades positivas para alcanzar perspectivas nuevas. Como dice Gadamer (2001), en el diálogo no se impone la opinión de uno contra la de otro, ni tampoco agrega la opinión de uno a la de otro como si fuera una simple suma; el diálogo transforma la opinión generando la coincidencia que no es ya mi opinión ni la tuya, sino una interpretación compartida de la realidad que hemos construido.

El interrogatorio didáctico desarrollado durante la instancia socializadora del trabajo en equipos se dio de tal manera que los estudiantes fueron viendo cómo sus aportes o contribuciones eran incorporados por el docente para la elaboración conceptual. Las preguntas didácticas formuladas buscaron dar sentido a los saberes e introducir a los estudiantes en los métodos de construcción de estos (Grisales, 2012). El profesor adopta en el uso de esta estrategia didáctica un rol y una función muy particulares, que implican también una habilidad profesional que desarrollar: amalgamar respuestas, juntar aportes en un todo cada vez mejor estructurado, tanto en lo conceptual (es decir, desde la disciplina, desde la rigurosidad o precisión científica), como en lo lingüístico (es decir, desde la construcción verbal, semántica y sintáctica). El profesor promueve en todo momento el uso de las formas sintácticas propias de la disciplina. Como plantea Lemke (1997), en el entorno social habitual las personas aprenden a hablar el lenguaje cotidiano y en la escuela corresponde aprender a hablar y a escribir en el lenguaje científico.

A manera de ejemplo de lo señalado, relatamos un fragmento de diálogo transcrito de una clase, que se dio durante la socialización del trabajo sub-grupal. Alumno 1: “A nosotros nos tocó la raíz de la papa...” Prof.: “¿Todo el equipo está de acuerdo con lo que dijo el compañero, que lo observado es la raíz de la planta?”; Alumno 2: “No, en el blog se explica que lo que comemos de la planta de papa es su tallo”; Prof.: “Bien... ahora, ¿vieron algo en el material natural que puedan mostrárselo a los demás compañeros —que no observaron la papa— para afirmar que es un tallo y no una raíz...?”; Alumno 3: “Sí, esto de acá, los ojos de la papa”; Prof.: “Ahí está... comúnmente se le dice “ojos” o “brotes”, y ¿qué son exactamente los brotes...?”; Alumno 2: “El blog explica que son las yemas de donde salen hojas, flores y ramas, que solamente las tienen los tallos.” Prof.: “Correcto...es por esto entonces que la parte comestible de la papa es un tallo y no una raíz. Ahora, ¿qué tiene de distinto este tallo de la papa, en comparación con otros tallos... por ejemplo, con las ramas de ese árbol que vemos por la ventana del laboratorio?”; Alumno 4 (de un equipo distinto): “¡Ah profe...!, esa rama no se puede comer, la papa sí.” Alumno 5: “Además profe, otra diferencia es que la papa se ubica debajo de tierra y las ramas del árbol están arriba de la tierra”. Prof.: “Bien, muy bien. De acuerdo entonces a lo que venimos diciendo con los aportes de los compañeros del equipo y de Ernesto (alumno 4), ¿qué dos criterios podemos utilizar para clasificar la parte comestible de la planta de papa?” Los estudiantes determinan cuáles son los dos criterios que se usarán para clasificar los tallos: por su ubicación y por ser comestibles; esto último deriva en la definición de la función reservante. Se anota en la pizarra el nombre “tubérculo” y se define este tipo de tallo a partir de lo dialogado (Véase figura 3).

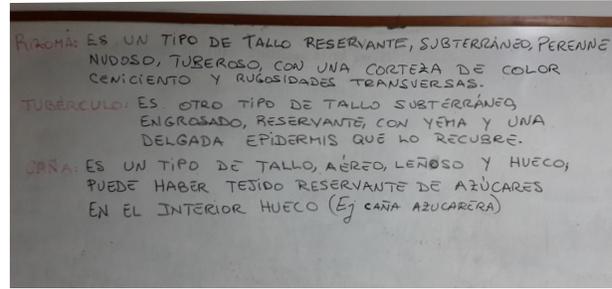


Figura 3. La pizarra se utilizó para anotar los nombres de las plantas observadas y para la construcción colectiva de un texto definitorio de los tipos de tallos reservantes observados en cada uno de los sub-grupos.

En la instancia socializadora se fueron encastrando los contenidos especiales con los ordinarios. Se dio la reflexión acerca de los usos que el ser humano da a los tallos en estudio, tanto en lo que respecta al consumo alimenticio como al uso social y medicinal. Las sustancias que las plantas en estudio almacenan, se mencionan y vinculan con los usos. Varios estudiantes comentaron experiencias propias sobre el rizoma de jengibre, en una práctica social cotidiana para los uruguayos: tomar mate (Véase figura 4). Otros comentaron los vídeos observados en el blog, y otros narraron experiencias tenidas en prácticas agrarias de la comunidad familiar a la que pertenecen, por ejemplo, la siembra de papa a partir de fragmentar el tubérculo.



Figura 4. Uso de jengibre en la infusión de yerba mate. En Uruguay el mate es una práctica social muy extendida y algunos incorporan al termo con agua —o directamente en el mate— rodajas del rizoma por las propiedades medicinales que se le atribuyen.

La puesta en común de lo realizado en equipos se dio con la observación en pantalla de imágenes contenidas en una presentación PowerPoint (Véase figura 5). Mediante el interrogatorio didáctico se fue construyendo la caracterización de cada uno de los tallos reservantes, con las distintas utilidades alimenticias, medicinales y socia-

les. Como forma de repaso, consolidación y evaluación de algunos de los principales conceptos trabajados, se realizó un interrogatorio oral con el objetivo de esquematizar la información en forma de mapa conceptual; el mapa fue descubriéndose en una diapositiva animada, conforme se iban dando las respuestas de los estudiantes (Véase figura 6).



Figura 5. Presentación PowerPoint animada, utilizada para la socialización en clase. Se proyectó con cañón ubicado en el propio laboratorio e incluyó fotos del material natural observado por los equipos, otras fotos de las especies de plantas en estudio y dibujos esquemáticos. Esto permitió tener un soporte visual para la elaboración colectiva de los conceptos biológicos propuestos en la programación de aula.

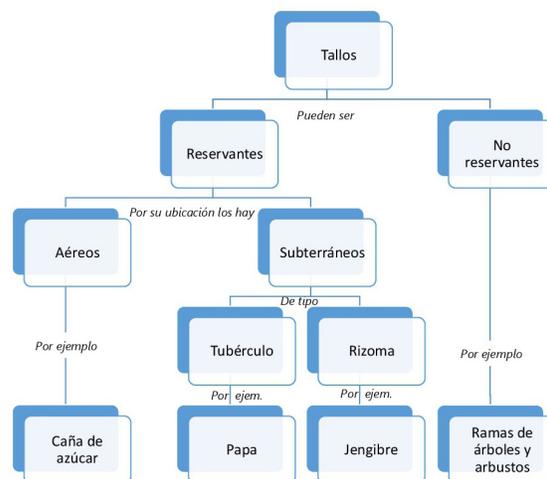


Figura 6. Mapa conceptual sobre tipos botánicos de tallos. Sobre el cierre de la clase y a manera de síntesis y repaso, se esquematizaron algunos de los conceptos trabajados con un mapa conceptual que se fue descubriendo en una diapositiva de PowerPoint.

La propuesta didáctica incluyó también una tarea para realizar fuera del espacio de aula (Véase cuadro 4). Se utilizó de nuevo el blog de clase como espacio para acceder a la consigna y como lugar para subir las respuestas e interactuar con los compañeros. Se apuntó con esta tarea a un trabajo colectivo on-line, como medio para aplicar lo dado y promover la creatividad al ofrecer varias opciones para su realización.

Con base en lo trabajado en el aula, sube aquí al blog de la clase una producción de tu equipo donde:

1. Haya fotos del material natural observado.
2. Haya alguna representación del tallo estudiado por tú equipo, que muestre la importancia o relevancia que el mismo tiene en Uruguay.
3. Haz algún comentario en el blog sobre lo realizado por otros equipos.

Ejemplos de producciones posibles: video porto (en Movie Maker, Kizoa, u otro); afiche o póster (en Canva, FotoJet, u otro); presentación (en Power-Point, Prezi, u otro)

(Tiempo para realizar la tarea: 3 semanas)

Cuadro 4. Consigna para actividad grupal en casa.

Evaluación de resultados y reflexiones

La evaluación de la experiencia educativa se efectuó a través de las distintas observaciones realizadas a las clases dadas por los profesores practicantes. En estas participaron el profesor tutor (en nuestro caso es el profesor de Didáctica), así como los propios practicantes que realizan con él visitas colectivas a las clases de sus compañeros. Se tiene de la clase observada: registro fotográfico, en ocasiones grabaciones de audio y/o vídeo (realizadas con teléfonos móviles), apuntes o notas de los observadores y el informe escrito del profesor de Didáctica (que evalúa y sugiere mejoras, tanto de la programación didáctica como de su ejecución en el grupo-clase).

La unidad didáctica programada en el curso de didáctica de la formación inicial docente, con el objetivo de su aplicación en la práctica pre-profesional, apuntó a mejorar la significatividad de la Biología escolar. Se dio un enfoque CTS a un tema del Programa Oficial de la educación media, combinando la utilización de TIC y recursos didácticos tradicionales, desde una postura social-constructiva del conocimiento.

La selección de especies de plantas para abordar el tema programático se evalúa como una fortaleza. Las especies elegidas tienen relevancia económica y social para el país y su región litoral norte, lo cual facilitó así dar un enfoque de tipo CTS al tema biológico. Someter al análisis la conveniencia económica y ecológica de realizar el cultivo de caña de azúcar para generar biocombustible en el ingenio azucarero estatal que existe al norte del país, contribuyó a la formación ciudadana. Asociar los efectos del jengibre en la fisiología humana gracias a algunas de las sustancias presentes en su rizoma y ver el tubérculo de la papa en las prácticas que los agricultores de la zona realizan en las chacras cuando hacen la siembra, sirvió para apuntar a una biología útil, aportante a situaciones de la cotidianidad. Se mejoró así la significatividad social de un contenido clásico de la Biología escolar (tipos de tallos), al promover la construcción de un “discurso alternativo al de la cultura dominante” (Farrán 1999, p. 120).

Otro aspecto de la unidad didáctica programada que se evaluó fue el impacto en la enseñanza y el aprendizaje de los recursos didácticos utilizados. En una investigación de Barberá Cebolla y Fuentes Agustí (2012), el alumnado de educación media manifestó que aprende mejor con las TIC, pero demanda un cambio en la forma de impartir las clases cuando se hace uso de ellas. Se plantea la necesidad de un diseño previo que adecue las herramientas tecnológicas que se van a utilizar, en consonancia con los contenidos curriculares que se enseñarán. Se señala

la importancia de planificar con tiempo las tareas o actividades de aula que usan TIC, con el fin de potenciar las estrategias metacognitivas y fortalecer los aspectos socio-afectivos de los estudiantes que usan las tecnologías de la información y del conocimiento.

Por esto hicimos una inclusión de las TIC teniendo muy presente la capacitación que necesitan los docentes en formación, procurando que ellos mismos sean “agentes activos del cambio, no solo en la aplicación de las innovaciones tecnológicas, sino en el diseño de esta nueva práctica pedagógica” (Fundación Telefónica, 2018, p. 113).

En las clases visitadas se pudo observar una buena motivación de los adolescentes ante el trabajo planteado con la utilización combinada de TIC, material natural y pizarra. La observación en equipos de material natural junto con vídeos explicativos, textos, dibujos y fotos (vistos a través de teléfono móvil y/o computador portátil de los estudiantes) son aspectos de la programación didáctica que evaluamos como fortalezas. También se pudo ver que durante la puesta en común de aquello que había sido realizado en subgrupos, se mantuvo la motivación y se dio una construcción colectiva de los conocimientos donde se hicieron explícitos procesos metacognitivos. Por otra parte, cuando los profesores practicantes hicieron pruebas para constatar aprendizajes del tema enseñado en la presente unidad didáctica, los resultados fueron buenos. Fue una constante en las respuestas de los adolescentes en las pruebas realizadas, hacer mención del recurso natural y de los vídeos observados.

Aspiramos a que la propuesta didáctica fuera una buena práctica de enseñanza con inclusión de las TIC. Ella implicó un proceso de cambio en las formas de construcción del conocimiento y la configuración de nuevos entornos de enseñanza y aprendizaje que cuestionaron algunas prácticas educativas habituales (De Pablos y Jiménez, 2007). Uno de estos entornos se configuró en el aula cuando los estudiantes trabajaron en subgrupos para hacer la observación de material natural (Grilli-Silva, 2018), guiados por el docente con y por medio de las TIC. Se realizó esta tarea a través de información seleccionada con anterioridad y en diferentes formatos (texto, vídeo, imagen fija), usando computador portátil y teléfonos móviles, así como la interacción de los estudiantes primero en el equipo y luego con los demás compañeros y con el profesor. Por otra parte, la actividad que complementó lo realizado en el aula, donde nuevamente se ingresa al blog y se aporta en ese lugar desde la creatividad y desde la aplicación de lo aprendido en clase, fue también un nuevo entorno de enseñanza y de aprendizaje.

El empleo que se hizo de la web superó el clásico repositorio de documentos y vídeos, señalado por varios estudios sobre el uso de plataformas digitales (Área, San Nicolás y Sanabria, 2018; Chunga-Chingel, 2012). El blog sirvió para organizar el trabajo en aula y para la evaluación de aprendizajes en la tarea post-aula que se programó. Si bien la información en sus diferentes formatos (texto, vídeo e imágenes fijas) estaba ya colocada en el blog, se promovió su análisis considerando la fuente y los posibles intereses de los autores, mediante la búsqueda de datos a través del buscador Google. El uso dado al blog en la tarea post-aula reforzó los conocimientos trabajados en clase y habilitó una instancia para la creatividad de los estudiantes con y a través de las TIC (Guerrero Cárdenas, 2009). Al respecto, los profesores practicantes que analizaron sus clases señalaron que el estudiante “se divirtió haciendo la tarea consignada como deber, al tiempo que produjo y aplicó conocimiento biológico.”

No obstante, estas fortalezas señaladas en la propuesta educativa que se llevó a cabo, es necesario hacer un mejor aprovechamiento de la web 2.0. El uso de las nuevas tecnologías no puede quedar en algo meramente instrumental: el blog diseñado por el profesor en formación debe tener un papel más relevante y no solo cumplir una función informativa. Es preciso hacer un mejor aprovechamiento de la función social de esta herramienta y lograr así mayor retroalimentación en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos científicos. Es un importante desafío: hacer una buena incorporación de la web 2.0 a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, para hacer efectivo el enseñar a aprender a aprender con y a través de ella.

Como sostienen Arteaga Valdés, Armada Arteaga y Del Sol Martínez (2016), la enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio requiere de profundas transformaciones que implican un profesor que deje de ser un mero transmisor de conocimientos acabados, para ser alguien que crea condiciones donde el alumno produce y construye conocimiento. Esto es un gran desafío para la formación inicial de docentes, donde las experiencias de práctica pre-profesional deben estar en consonancia con las mencionadas transformaciones. Para mejorar la significatividad de la Biología escolar se necesita programar unidades didácticas desde una postura socio-constructiva del saber, apuntando de forma clara a una educación para la ciudadanía, y diseñando actividades donde se combinan recursos tradicionales como el material natural, con las TIC.

Referencias

- Acevedo-Díaz, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), 3-16.
- Acevedo-Díaz, J. y García-Carmona, A. (2016). “Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado”. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 3-19.
- Adúriz, A., Gómez, A., Rodríguez, D., López, D., Jiménez, M., Izquierdo, M. y Sanmartí, N. (2011). *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI*. México: Secretaría de Educación Pública.
- ANEP-CETP (2007). *Programa Planeamiento Educativo. Área Diseño y Desarrollo Curricular*. http://observatorio.utu.edu.uy/portal/images/Programas/Vigentes/Educacion_Media_Basica/Ciclo_Basico_Tecnologico/1ro/BIOLOGIA.pdf
- Antúnez, S., del Carmen, L., Imbernón, F., Parcerisa, A. y Zabala, A. (2000). *Del Proyecto Educativo a la Programación de Aula*. Barcelona: Graó.
- Área, M. y Ribeiro, M. (2012). De lo sólido a lo líquido: las nuevas alfabetizaciones ante los cambios culturales de la Web 2.0. *Comunicar*, 19 (38), 13-20.
- Área, M., San Nicolás, B. y Sanabria, A. (2018). Las aulas virtuales en la docencia de una universidad presencial: la visión del alumnado. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21 (2), 179-198. doi: <https://doi.org/10.5944/ried.21.2.20666>
- Arteaga Valdés, E., Armada Arteaga, L., y Del Sol Martínez, J. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Revista Universidad y Sociedad*, 8 (1), 169-176.
- Ausubel, D. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Ausubel, D. y Novak, J. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Banet, E. (2010). Finalidades de la educación científica en educación secundaria: Aportaciones de la investigación educativa y opinión de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (2), 199-214.

- Barberá Cebolla, J. y Fuentes Agustí, M. (2012). Estudios de caso sobre las percepciones de los estudiantes en la inclusión de las TIC en un Centro de Educación Secundaria. *Profesorado. Revista del currículo y formación del profesorado*, 16 (3), 285-305.
- Bruner, J. (1968). *The Process of Education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Cabero, J. (2001). *Tecnología educativa: producción y evaluación de medios aplicados a la enseñanza*. Barcelona: Paidós.
- Castro, J. y Valbuena, E. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la Biología escolar. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 126-145.
- Coll, C. (1988). Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. *Infancia y aprendizaje*, 41, 131-142.
- Chunga-Chingel, G. (2012). Uso de una Plataforma Virtual en los profesores de la Facultad de Humanidades de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la ciudad de Chiclayo-Perú. *CONECTAR. Revista sobre aprendizaje e innovación educativa*, 2. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/261833180_Uso_de_una_Plataforma_Virtual_en_los_profesores_de_la_Facultad_de_Humanidades_de_la_Universidad_Catolica_Santo_Toribio_de_Mogrovejo_de_la_ciudad_de_Chiclayo-Peru
- Danilov, M. y Skatkin, M. (1980). *Didáctica de la escuela media*. La Habana. Libro para la Educación.
- De Pablos, J. y Jiménez, R. (2007). Buenas prácticas con TIC apoyadas en las políticas educativas: claves conceptuales y derivaciones para la formación en competencias ECTS. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 6 (2), 15-28.
- Domènech-Casal, J. (2018). Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta de marco para la Competencia científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15 (1), 1105. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1105
- Farrán, G. (1999). El desafío de la significatividad. Una mirada desde las Ciencias Sociales. *Quinto Sol*, 3, 111-113.
- Fumagalli, L. (2000). Alternativas para superar la fragmentación curricular en la educación secundaria a partir de la formación de los docentes. En *Seminario Internacional. Los formadores de jóvenes en América Latina*. Maldonado, Uruguay: OIE Unesco.
- Fundación Telefónica (2018). *Estudio sobre la inclusión de las TIC en los centros educativos en Aulas Fundación Telefónica*. Madrid, España: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Instituto de Evaluación (IESME) de la OEI.
- Gadamer, H. (2001). *Antología*. Salamanca: Sígueme.
- García, E., González, J., López, J., Luján, J., Gordillo, M., Osorio, C. y Valdés, C. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Madrid: OEI para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- Grilli-Silva, J. (2018). El material natural en la Biología escolar. Consideraciones éticas y didáctica sobre las actividades prácticas de laboratorio. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15 (1), 1104. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1104
- Grilli-Silva, J. y Coelho, J. (2017). Enseñanza de la zoología con un enfoque CTS: cefalópodos y la comunicación visual. Una experiencia educativa en la formación docente. *Revista CTS*, 12 (35), 39-57.
- Grilli-Silva, J. y Silva, L. (2015). Análisis colectivo de las prácticas de aula. Dispositivos en la formación inicial de profesores que favorecen el aprendizaje colaborativo. *Revista electrónica Diálogos Educativos*, 15 (29), 69-89.
- Grisales, L. (2012). La pregunta didáctica en la enseñanza universitaria: una síntesis para la comunicación y la comprensión del sentido de los saberes. *Revista Praxis*, 8, 118-137.
- Guerrero Cárdenas, E. (2009). TICs y Creatividad. *Universitas tarraconensis. Revista de ciències de l'educació*, 1, 265-282.
- Iturralde, M., Bravo, B. y Flores, A. (2017). Agenda actual en investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales en América Latina y el Caribe. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19 (3), 49-59.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.

- Leymonié, J. (2009). *Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Segundo estudio regional comparativo*. Santiago de Chile: Unesco.
- Martín, M. (2002). Enseñanza de las ciencias. ¿Para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (2), 57-63.
- Martínez, S. (2016). De la significatividad a la conectividad: aprender desde la experiencia con TIC – TAC. *Praxis Educativa*, 12 (22), 161-178.
- Novak, J. (1988). *Teoría y Práctica de la educación*. Madrid: Alianza.
- Parlamento y Consejo Europeo (2006). *Competencias clave para el aprendizaje permanente – un marco de referencia europeo*. Diario oficial de la Unión Europea L 394/10.
- Perrenoud, P. (2012). *Cuando la Escuela pretende preparar para la vida. ¿Desarrollar competencias o enseñar otros saberes?* Barcelona: Graó.
- Posada, J. de (1994). Un punto no resuelto en la teoría de Ausubel: la relación entre elementos experienciales y aprendizaje significativo. En M. Rioseco (Ed.). *Proceedings International Conference Science and Mathematics Education for the 21st Century: towards innovatory approaches* (pp. 513-516). Concepcion, Chile: Universidad de Concepcion.
- Rodríguez-Zidán, E. y Grilli-Silva, J. (2013). La pareja pedagógica: Una estrategia para transitar y aprender el oficio de ser profesor. *Páginas de Educación*, 6 (1), 54-73.
- Rodríguez, D., Izquierdo, M. y López, D. (2011). Por qué y para qué enseñar ciencias. En A. Adúriz, A. Gómez, D. Rodríguez, D. López, M. Jiménez, M. Izquierdo y N. Sanmartí. *Las Ciencias Naturales en Formación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI* (pp. 11-40). México: Secretaría de Educación Pública.
- Saturnino de la Torre, O. (2000). *Estrategias Didácticas Innovadoras*. España: Octaedro.
- Scheihing, E., Guerra, J., Cárcamo, L., Flores, P., Troncoso, D. y Aros, C. (2013). La experiencia Kelluwen: Tres años de desarrollo y puesta en práctica de una propuesta de innovación didáctica con uso de TIC. *Estudios Pedagógicos*, 39 (1), 121-141.
- Solbes, J., y Vilches, A. (1997): sts interactions and the teaching of physics and chemistry. *Science Education*, 81 (4), 377-386.
- Solbes, J., Vilches, A. y Gil, D. (2001). El enfoque CTS y la formación del profesorado. En: Pedro Membiela (Ed.). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad* (pp. 163-175). Madrid: Narcea.
- Suárez-Ramos, J. (2017). Importancia del uso de recursos didácticos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias biológicas para la estimulación visual del estudiantado. *Revista Electrónica Educare*, 21 (2), 1-18.
- Valverde-Crespo, D., Pro-Bueno, A., González-Sánchez, J. (2018). La competencia informacional-digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15 (2), 2105. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2105
- Zambrano, A. (2006). *La enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental en instituciones educativas oficiales del distrito de Barranquilla*. Barranquilla, Colombia: Fundación Promigas / Alfonso Claret Zambrano.



Fotografía: Santiago Arango Campuzano