

Resolución de problemas y trabajo por proyectos: una experiencia de transversalización curricular en la formación del Profesorado de Biología

ELSA MEINARDI & LEONARDO GONZÁLEZ GALLI

Grupo de Didáctica de la Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Palabras clave: *resolución de problemas, formación del profesorado.*

Resumen

La Resolución de Problemas (RP) es un procedimiento activo en el cual los y las estudiantes son los principales protagonistas de su aprendizaje. Resulta una tarea motivadora en la que se brinda la oportunidad de familiarizarse con el modo en que trabajan y piensan los científicos y científicas. Favorece la curiosidad y la búsqueda de soluciones y, al mismo tiempo, permite el acercamiento a problemas de la vida diaria que suelen resultar significativos y relevantes para los y las estudiantes.

El aprendizaje de las ciencias adquiere otra dimensión cuando enfocamos la enseñanza en la resolución de problemas. Un buen problema es, irremediamente, un desafío a la búsqueda de una solución. Así, las similitudes con la construcción del conocimiento científico no son mera casualidad; en muchas publicaciones se afirma que hacer ciencia implica resolver problemas. De allí que trabajar alrededor de buenas preguntas problema hasta llegar al desarrollo de proyectos en el aula puede ser una manera de aproximarnos a pensar, hablar y hacer ciencia.

En este artículo relatamos la propuesta curricular que llevamos adelante en las didácticas específicas en la formación del profesorado de Ciencias, en Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires de Argentina y su fundamentación teórica.

Qué implica la resolución de problemas

Según Unesco (2010), la inclusión de prácticas innovadoras en la educación puede ampliar el acceso al aprendizaje de las poblaciones más desfavorecidas y mejorar los logros de aprendizaje de todos/as. En la misma dirección, autores como Savery y Duffy (1995) afirman que, probablemente, el aprendizaje basado en problemas sea uno de los mejores ejemplos de un entorno de aprendizaje constructivista.

Para Ausubel y colaboradores (1986), la resolución de problemas es un proceso de reestructuración dentro del cual el sujeto debe ser capaz de crear *significados* a través de la relación entre las nuevas informaciones con las que se enfrenta y los esquemas de conocimientos previos. Y para muchos/as otros/as autores e investigadoras, tanto el trabajo por proyectos como la resolución de problemas permiten la conexión entre el pensamiento y la acción, ya que los/as estudiantes aprenden lo que practican.

Esta perspectiva propone que resolver problemas (de algún tipo, tomando una definición amplia) es importante en la construcción del conocimiento científico y, por lo tanto, es necesario que los y las estudiantes también se enfrenten a dicha experiencia. Al mismo tiempo, muchas veces encontramos que los problemas que motivan y permiten dar sentido al proceso de construcción de conocimiento están ausentes en las prácticas de enseñanza tradicionales, lo que lleva a que el trabajo escolar adquiera poco sentido para el estudiantado y además, a que se transmita una imagen de ciencia inadecuada (González Galli, 2010).

Para Dewey (1967), pensamos realmente cuando somos desafiados por un problema que nos estimula a buscar una solución; el conocimiento resulta de intentar dar respuesta a problemas y preguntas. La resolución de problemas y el trabajo por proyectos permiten desarrollar procedimientos cognitivo-lingüísticos rela-

cionados con el saber, saber hacer y comunicar ciencia (Meinardi y Sztrajman, 2015). Para muchos autores y autoras, la resolución de problemas y el trabajo por proyectos son metodologías básicas para el desarrollo de competencias/comprensión o habilidades de pensamiento científico.

Los motivos invocados por investigadores e investigadoras relacionados con la importancia de realizar actividades de RP se refieren a aspectos:

Educativos: la RP es un procedimiento activo de aprendizaje donde los/as estudiantes son protagonistas. Puede resultar una tarea motivadora que contribuye con la identificación y contrastación de las concepciones en un campo determinado.

Científicos: los/as estudiantes tienen la ocasión de familiarizarse con el modo en que trabajan los/as científicos/as. Favorecer actitudes como la curiosidad, la búsqueda de soluciones, etcétera.

Ideológicos: se pretende que los y las estudiantes se familiaricen con problemas de la vida diaria (si es que los problemas que se les plantean son relevantes socialmente y significativos).

Qué es un problema

En un sentido amplio, un problema es cualquier situación cualitativa o cuantitativa que se plantea dentro del contexto escolar al cual los y las estudiantes tienen que dar una solución. Podemos agregar que un buen problema genera la necesidad de obtener información para su resolución. Cuestiones como: ¿Por qué las bacterias y los hongos son organismos descomponedores? O ¿Por qué el agua oxigenada funciona como desinfectante? pueden ser, dependiendo del contexto, disparadores de un trabajo cognitivo que lleve a la búsqueda de información, a un diseño experimental o a un trabajo por proyecto que favorezca actividades del tipo:

- Debate entre pares y consenso
- Explicitación de ideas
- Formulación de modelos
- Anticipación de resultados
- Elaboración y puesta a prueba de hipótesis
- Construcción de preguntas
- Análisis de casos
- Argumentación y/o justificación
- Toma de decisiones
- Comunicación de resultados... entre otros.

La resolución de problemas no implica, necesariamente, una perspectiva constructivista o innovadora en la enseñanza. Cuando la propuesta no implica ni favorece ninguna de las actividades listadas más arriba, es preferible hablar de resolución de ejercicios más que de verdaderos problemas. Es sabido que no es necesario comprender un tema para resolver los ejercicios tradicionales. Además, algunos autores y autoras mencionan que resolver problemas tradicionales puede reforzar actitudes superficiales, sobre todo cuando consideramos que la manera de encarar la resolución por parte de los y las estudiantes ha sido reforzada por años de aprendizaje ritualizado, memorización y exposición (Brown et al., 1989; Touger et al., 1995; William et al., 2002).

Si la respuesta a una pregunta implica la aplicación de un algoritmo, hablamos de ejercicios y no de verdaderos problemas. Consideramos problemas interesantes para la enseñanza aquellos que se encuentran dentro de las posibilidades de resolución de los y las estudiantes, es decir, aquellos en los que pueden llegar a plantear alguna estrategia de resolución. Y, por supuesto, que despierten el interés por su resolución, lo cual se vuelve un gran desafío para el trabajo del profesorado.

La respuesta a un problema no puede catalogarse de científica, sino el método para llegar a ella. De allí que un verdadero problema nunca puede ser respondido con sí/no o verdadero/falso. Algunos autores mencionan que los problemas cerrados, de respuesta única, no son verdaderos problemas. Sin embargo, en nuestra experiencia hemos hallado que puede depender de la estrategia que se use para su resolución. Y eso lleva a considerar que una pregunta puede conducir a un alumno/a a una respuesta rápida mientras que para otro/a puede ser un verdadero problema. Lo ideal es que a lo largo de un trayecto escolar el profesorado pueda proponer la resolución de problemas cada vez más complejos, es decir, que demanden mayores desafíos cognitivos. La dificultad de una actividad depende, entre otras cosas, del grado de conocimiento que poseemos para resolverla. Muchas de las actividades que planteamos a los alumnos y alumnas suelen ser meros ejercicios para los docentes, como identificar un animal, calcular el tipo de descendencia de un cruceamiento, comparar los procesos de mitosis y meiosis y relacionarlos con la gametogénesis y el ciclo de vida. Sin embargo, en muchos casos estas actividades pueden convertirse en verdaderos problemas para nuestros estudiantes, ya que están alejados de la posibilidad de resolverlos de manera inmediata o automática (Meinardi, 2010).

Perspectivas respecto de la Resolución de problemas

Históricamente, la resolución de problemas nace bajo una perspectiva asociacionista de aprendizaje (conductista); luego es asumida por investigadores/as del procesamiento de la información y, últimamente, bajo propuestas constructivistas que nosotros compartimos.

Al mismo tiempo, hay debates acerca de qué tan general puede ser aprender a resolver problemas o qué tan ligada se halla esta capacidad al contenido. ¿Es lo mismo resolver problemas de física que de genética? Actualmente se asume que el proceso de RP depende fundamentalmente del contenido específico del problema y de la representación mental que del mismo tenga la persona que resuelve.

Según Antelo y colaboradoras (2016), en USA, el filósofo americano John Dewey había resaltado la influencia que la experiencia ejerce sobre el razonamiento, y los pedagogos de la época se inspiraron en sus ideas para aplicarlas a la enseñanza. Para Bloom y Broder (1950), siguiendo una perspectiva conductista, los procedimientos podían ser enseñados como hábitos.

En la década de 1960, en la Carrera de Medicina de la Universidad McMaster de Ontario (Canadá) se percibió que el aprendizaje en las clases teóricas no equivalía a la capacidad para aplicar los conocimientos aprendidos. El buen rendimiento en la evaluación de contenidos de los y las estudiantes no era un predictor de su desempeño al ser evaluada la capacidad de transferir conocimientos a situaciones clínicas con pacientes (Torp y Sage, 1998).

En 1965, de la mano de Polya, surge el tratamiento didáctico de la RP para el aprendizaje de la matemática. En 1966, Hudgins propone cómo enseñar a resolver problemas en el aula como estrategia general. En la década de 1970 se enfatiza el trabajo sobre la resolución de problemas de física y de química para el aprendizaje. En los últimos años se ha investigado intensamente en la resolución de problemas de biología. Y más recientemente, es creciente el número de investigaciones sobre resolución de problemas en las áreas de ciencias sociales.

Algunas líneas de investigación en RP

Hay dos grandes líneas al respecto. Por un lado, se encaminan trabajos que intentan construir modelos sobre cómo los individuos resuelven problemas (línea

expertos/novatos) haciendo hincapié en cómo almacenan la información y los procedimientos que utilizan cuando tienen que aplicar esta información a la resolución de problemas. Y, por otro, trabajos que profundizan en el desarrollo de métodos de enseñanza que sean efectivos para aumentar la habilidad de los sujetos para resolver problemas.

En relación con la primera perspectiva, según las investigaciones, los expertos/as y novatos/as se diferencian en la capacidad de planear, verificar (determinar si el plan es efectivo) y reformular problemas, seleccionar la información apropiada y en las destrezas metacognitivas. También tienen en cuenta si se centran en aspectos nucleares o superficiales; si difieren en la organización y representación de la información; el análisis cuali o cuantitativo y la descripción del problema.

Al mismo tiempo, muchos autores y autoras discuten la validez didáctica de estos trabajos dada la dificultad de transferir el proceso que realiza un experto a metodologías de enseñanza paranovatos o principiantes.

Respecto de la perspectiva de los Métodos de enseñanza, se señala que los estudiantes tienen dificultades en la RP en una determinada materia debido a un desconocimiento o falta de comprensión de la propia materia tanto en lo referente a los conocimientos conceptuales como a sus relaciones. Reify Heller(1982) y Eylon y Linn (1988) llaman la atención sobre el hecho de que una buena comprensión de los principios teóricos no conduce sin más a una buena resolución sino que, por el contrario, los estudiantes tienen que aprender a seleccionar las estrategias más apropiadas.

Estas dos perspectivas de investigación tienen consecuencias directas sobre las formas en que organizamos la enseñanza. ¿La resolución de problemas es una estrategia general del pensamiento o, por el contrario, se aprende estrictamente ligada a un contenido? Es decir, ¿se puede enseñar a resolver problemas y luego esta habilidad general se transferirá a otras áreas de conocimiento, o bien, se aprende a resolver problemas de genética, problemas de física, o más específicamente aún, a resolver problemas de cinemática?

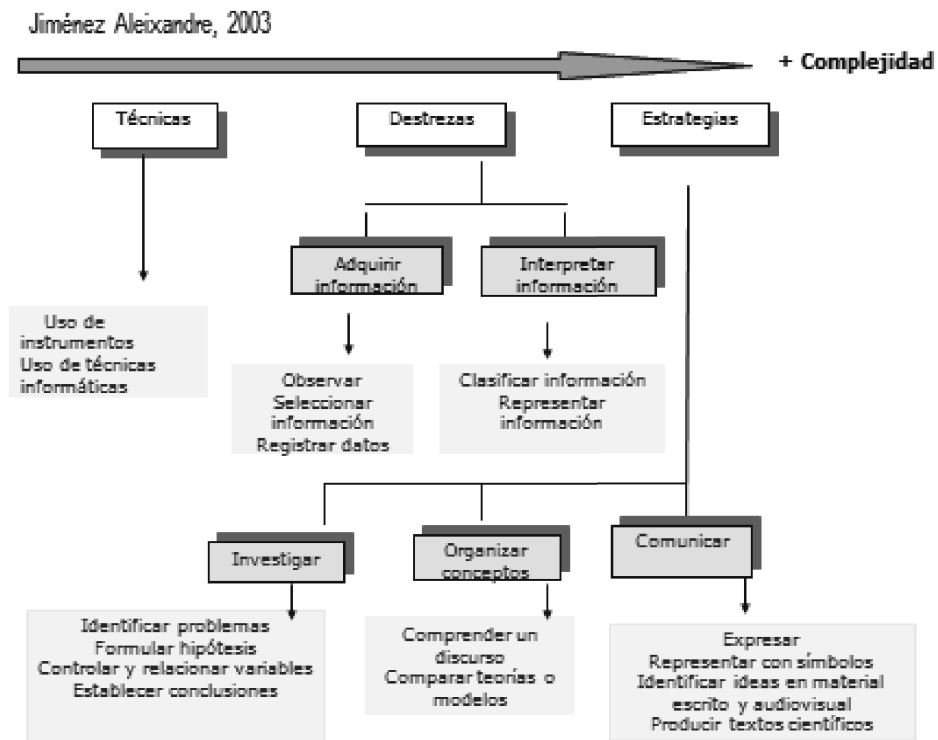
Las propuestas actuales tienden a apoyar la idea de que para resolver problemas son importantes ambos aspectos, es decir, contar con los conocimientos básicos que permitan comprender el problema, analizar la situación, plantearse hipótesis o posibles caminos de resolución.

Centrarse en los aprendizajes

Como docentes, al planificar las prácticas en el aula, hasta hace unos años era frecuente hacer una lista de nuestras propias acciones, es decir, nos centrábamos en la enseñanza. Actualmente, la propuesta es centrarse en los aprendizajes que esperamos favorecer, transformando los mismos en objetivos de las actividades que proponemos.

En numerosas oportunidades apelamos a la clasificación de actividades propuesta por María Pilar Jiménez

Aleixandre en el libro Enseñar ciencias (2003), como orientación para pensar en los objetivos de las actividades que planificamos en el aula. Sería deseable que las propuestas que llevamos al aula contribuyeran al desarrollo de diferentes habilidades de pensamiento. La propuesta de Jiménez Aleixandre puede servirnos para analizar nuestras clases, ya que nos permite notar si nos hemos centrado en actividades de tipo técnicas, como el manejo de instrumentos (pesar, observar a través del microscopio, medir), o bien, si como esperamos, permiten también desarrollar destrezas o estrategias.



Tomado de Educar en ciencias. Jiménez Aleixandre, 2003.

En relación con la Resolución de problemas y los trabajos prácticos experimentales

No todo trabajo experimental es un verdadero problema para los y las estudiantes: si se presenta una receta a seguir o si no hay una clara identificación del problema que se intenta resolver, el trabajo experimental que proponemos no responde al propósito de dar cuenta de una parte importante del trabajo científico

que se lleva a cabo en la construcción de muchos campos del conocimiento.

En un artículo publicado por Hodson (1994) se muestra un estudio sobre clases prácticas de física en el que Moreira (1980) encontró que los estudiantes a menudo llevan a cabo ejercicios en clase teniendo sólo una ligera idea de lo que están haciendo, sin apenas comprender el objetivo del experimento o las razones que han llevado a escoger tal o cuál práctica, y con escaso entendimiento

de los conceptos subyacentes. Parece que estén haciendo poco más que «seguir unas recetas». En el mejor de los casos, estas actividades son una pérdida de tiempo. Y lo más probable es que causen confusión y resulten contraproducentes. Igualmente decepcionantes son los resultados aportados por la investigación sobre el conocimiento de los alumnos acerca de la naturaleza de la investigación científica.

Los trabajos prácticos deberían ser útiles para que los y las estudiantes lleguen a conocer conceptos, modelos, finalidades, aplicaciones; para aprender a hacer con aquello que conocen, como calcular, medir, aplicar, inferir, hacer hipótesis o predicciones, contrastar datos, relacionar datos y conclusiones, explicar un modelo, hacer un diseño experimental, tomar decisiones, usar instrumental, comprender los cambios de modelos, entre otros, y también para favorecer la comunicación en diferentes formatos, como redactar informes, argumentar o graficar. Para ello, y siempre que sea posible, se sugiere que los trabajos experimentales superen la utilización de actividades meramente demostrativas proponiendo situaciones que permitan resolver problema para lograr la inmersión del estudiantado en el trabajo científico.

Se trata, entonces, de modificar las actividades reproductoras para producir el debate entre pares, la explicitación y confrontación de ideas, la formulación de modelos y la puesta a prueba de hipótesis, entre otras. Cuando proponemos una actividad experimental, deberíamos evitar escribir definiciones o fórmulas de memoria, responder preguntas sobre los hechos registrados en el libro de texto, seguir las instrucciones sin saber qué se intenta responder o para qué sirve el resultado, observar, medir y creer que de allí se infiere una ley, entre otras. Pero, sobre todo, no saber qué pregunta se intenta responder con la actividad.

Transversalización curricular en la formación del profesorado

Ambos autores de este trabajo nos desempeñamos como profesores a cargo de dos materias dedicadas al tratamiento de temas vinculados con la Didáctica de las Ciencias Naturales, con énfasis en la Didáctica de la Biología (pueden consultarse los programas en Meinardi y González Galli, 2016), en el Profesorado de Biología de la Universidad de Buenos Aires. En este contexto, proponemos un trabajo de transversalización curricular de formación docente centrado en la resolución de problemas, ya que en cada clase organizamos el tratamiento de los temas alrededor de si-

tuaciones problemáticas y, al mismo tiempo, los y las estudiantes de profesorado tienen que ser capaces de resolver problemas y de construir preguntas problema o situaciones problemáticas como instrumentos de enseñanza. Además de ser un trabajo anual que gira en torno de un aumento progresivo de la complejidad de tareas, las producciones finales de cada una de las dos materias se organizan alrededor de la construcción de un trabajo por proyecto.

Las materias mencionadas constan de 16 clases, a lo largo de un cuatrimestre y están diseñadas de la siguiente manera:

En la Didáctica 1: en todas las clases se propone el tema a desarrollar a partir de actividades que presentan problemas específicos referidos a dicho tema. Son estos problemas los que justifican y dan sentido a la posterior introducción de la teoría, invirtiendo la lógica de la enseñanza tradicional que supone introducir la teoría para luego aplicarla. De esta manera, se intenta que los y las estudiantes de profesorado se familiaricen con un tópico particular, como la indagación de concepciones, el tratamiento de los obstáculos o el conocimiento profesional docente, mediante una metodología de resolución de problemas en la cual se intenta que “vivencien” una perspectiva didáctica. Se trata, así, de “no dictar constructivismo”, sino de experimentarlo a través del tratamiento de cada uno de los temas que abordamos. Consideramos que esto va en el mismo sentido de lo ya dicho: se aprende a partir de la práctica y se reflexiona sobre dicha práctica.

Al mismo tiempo, cada 15 días los/as estudiantes de profesorado realizan un trabajo práctico que implica construir una actividad que involucre un problema para desarrollar en la clase de Biología, incorporando alguna de las propuestas didácticas que trabajamos (por ejemplo, proponer una actividad de indagación de concepciones sobre sistema circulatorio). Luego de la etapa de resolución de los trabajos prácticos en los que se abordan una a una las estrategias didácticas, durante dos meses los y las estudiantes hacen un proyecto para enseñar un tema (Planificación de una Unidad Didáctica), centrado en la resolución de problemas. Esta Unidad didáctica se comunica en forma escrita y mediante una exposición oral y en formato póster en un encuentro que organizamos para tal fin. Una parte importante de esta producción puede consultarse en Meinardi y otros (2014, 2015).

El primer trabajo práctico que tienen que realizar los y las estudiantes de profesorado refiere al tema Conocimiento profesional del profesorado y consiste en

una interpretación de los marcos teóricos que les proponemos como lectura. El segundo trabajo consiste, ahora sí, en realizar una propuesta de indagación de concepciones de estudiantes de escuela media sobre algún tema curricular. En el tercer trabajo práctico deben encarar una propuesta de actividad de resolución de problemas, detallando los objetivos cognitivos de la actividad. Así, de manera progresiva, se va aumentando la demanda que cada trabajo práctico implica para nuestros/as estudiantes futuros/as profesores/as. Dar cuenta de cada trabajo práctico es, en sí mismo, una resolución de problemas. En una segunda etapa de la materia se realiza un trabajo en un proyecto consistente en la planificación de una Unidad didáctica para enseñar un tema específico. Esta Unidad didáctica, en tanto hipótesis teórica, es la base para la realización de las prácticas de enseñanza en las escuelas, lo que ocurre durante el transcurso de la Didáctica 2.

El trabajo en -o por- proyectos, puede considerarse un plan de acción que se elige con el objetivo de realizar algo que despierte el propio interés; pudiendo tratarse de la resolución de un determinado problema, o bien de una tarea que se desea llevar a cabo (Antelo y col., 2016). Los problemas que se encaran en un proyecto, tanto al plantearlos como al resolverlos (ya sea de manera aislada o bien en función de un trabajo encadenado en un proyecto), son un estímulo para pensar. Se aprende a medida que se construye el proyecto y este no es una simulación, un "como sí", sino una verdadera construcción puesta al servicio de la resolución de una pregunta, de un problema real (Meinardi y Sztrajman, 2015).

Según Sanmartí y Márquez (2017), en el contexto actual hay datos que demuestran que los alumnos que aprenden en el marco de proyectos son más creativos, más autónomos, más capaces de trabajar en equipo y que aumenta la motivación, entre otras muchas variables (Vega, 2015).

En la Didáctica 2: los y las estudiantes del profesorado realizan un trabajo de investigación educativa, el cual consiste en el diseño de un proyecto de trabajo, que luego llevarán a cabo, y contempla las fases de planteo del problema y objetivos, definición y construcción de instrumentos para la toma de datos, obtención de resultados y construcción de conclusiones. Formular una pregunta investigable científicamente requiere aplicar también conocimientos sobre cómo se genera la ciencia y, en concreto, sobre qué es una variable y la distinción entre las que varían y las que se controlan en un experimento, y sobre cómo diseñar procesos para recoger datos (Sanmartí y Márquez, op. cit.). Al finalizar el trabajo de investigación se hace una defensa oral del

mismo, atravesando así un nuevo ejercicio de comunicación de la información. Toda la actividad se basa en el trabajo por proyectos, que tiende a aumentar la autonomía en la toma de decisiones, debido a que todas las fases del mismo son diseñadas, planteadas y ejecutadas por los/las mismos/as estudiantes, con la orientación y guía de un/a tutor/a docente.

En esta segunda materia, también se lleva a cabo la realización de las prácticas de enseñanza basándose en el proyecto de planificación que elaboraron, y luego la reflexión crítica y teóricamente fundamentada sobre dichas prácticas, considerando la distancia entre lo planificado y lo acontecido en el aula. Esto lleva a un proceso de reflexión crítica que sirve de insumo para la retroalimentación de las directrices que asumimos en nuestro propio proyecto de formación del profesorado. El examen final de la Didáctica 2 consiste así en una revisión de la propia formación (metacognición) y en una reflexión crítica, teóricamente fundamentada, de las prácticas de enseñanza.

Conclusiones

Las actividades que proponemos en las didácticas específicas que integran el currículo de formación docente del profesorado de Biología, en la Universidad de Buenos Aires, se centran en la resolución de problemas, ya sea tratados como pregunta-problema o, de manera secuenciada, en el trabajo por proyectos. En esta propuesta se tiene especial cuidado en generar una progresión en la complejidad de la demanda implicada en las actividades que tienen que realizar los futuros profesores y profesoras. Sin dejar de mencionar que todas las actividades se realizan en forma grupal, en el cual está implicado el trabajo cooperativo entre pares a modo de comunidad de aprendizaje.

Así, tanto la resolución de problemas durante las clases, como la realización de los trabajos prácticos y el trabajo por proyectos plasmado en la construcción de la Unidad Didáctica y la Investigación educativa, son transversales a todo el currículo y coherentes con la propuesta de formación del profesorado, entendida como una formación profesional que debe tender a la autonomía.

La resolución de problemas y el trabajo por proyectos nos lleva a una importante revisión en el hacer docente que implica reflexionar sobre el para qué de la educación y sobre el rol que debe desempeñar el profesorado en el aula. En este sentido, consideramos que la propuesta metodológica puede ser un aporte intere-

sante en relación con los instrumentos innovadores de enseñanza en temas estratégicos para la construcción de múltiples ciudadanía (Meinardi, 2015), con el fin de contribuir con los procesos de inclusión educativa -y, por ende, social- con calidad.

Agradecimientos

A los y las docentes y colaboradores/as de las Didácticas 1 y 2 para el Profesorado de Biología (FCEN-UBA), que participan acompañando desde hace varios años a los y las estudiantes durante todo el trayecto formativo: (por orden alfabético) Cecilia de Dios, Gastón Pérez, María Inés Rodríguez Vida, María Victoria Plaza y Nahuel Moya. A la UBA por financiar el proyecto UBA-CYT 20020130100251BA.

Bibliografía

- Antelo, M., Diamant, A., Klimavicius, S., Pellegrino, V., Vique, M.I. & Vomero, I. (2016). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): nueva tendencia con reminiscencias del pasado. *Educación en Ciencias Biológicas* 1 (1), 6-10.
- Ausubel, D., Novak, J. & Hanesian, H. (1986) *Psicología educativa*. 2 ed. México: Trillas.
- Bloom, B. S. & Broder, L. J. (1950). *Problem solving process of collage students*. Chicago: Chicago University Press.
- Brown, J.S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher* 18, 32-42.
- Dewey, J. (1967). *Experiencia y Educación*. Buenos Aires: Losada.
- Eylon, B.S. & Linn, M.C. (1988). Learning and instruction: An Examination of four research perspectives in Science Education. *Review of Educational Research*, 58 (3).
- González Galli, L. (2010). Qué ciencia enseñar. En: *Educación en ciencias*. Buenos Aires: Paidós.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias* 12 (3), 299-313.
- Hudgins, B. B. (1966). *Cómo enseñar a resolver problemas en el aula*. Buenos Aires: Paidós
- Jimenez Alexandre, M. P. (coord.) (2003). *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graò.
- Meinardi, E. (2015). Comunidades de práctica profesional del profesorado para una educación en ciencias en escuelas inclusivas. *Revista Educação em Foco* 21(1), 65-77.
- Meinardi, E. & col. (2010). *Educación en ciencias*. Buenos Aires: Paidós.
- Meinardi, E. & González Galli, L. (2016). Programas curriculares de las Didácticas específicas para el profesorado de Biología. Disponibles en: <http://ccpems.exactas.uba.ar/cms/index.php/academico/materias/13-didactica-de-la-biologia>
- Meinardi, E. & Sztrajman, J. (2015). Capítulo 1. De la pedagogía por proyectos a la estrategia de proyectos: continuidad y cambio. En: *Enseñanza de las ciencias naturales basada en proyectos. Qué es un proyecto y cómo trabajarlo en el aula*. A.A. Gómez Galindo y M. Quintanilla Gatica (Editores). Santiago de Chile: Editorial Bellaterra. Disponible en: <http://laboratoriogrecia.cl/wp-content/uploads/2015/12/CS-Nats-y-Trabajo-por-Proyectos-Version-digital.pdf>
- Meinardi, E., Greco, M. & Plaza, M.V. (Compiladoras). (2015). Propuestas didáctica para enseñar ciencias Naturales y Matemática. Disponible en: <http://ccpems.exactas.uba.ar/cms/index.php/producciones-didacticas/278-vi-encuentro-de-estudiantes-de-profesorados-2015>
- Meinardi, E. & Plaza, M.V. (Compiladoras) (2014). Propuestas didáctica para enseñar ciencias Naturales y Matemática 4. Disponible en: <http://ccpems.exactas.uba.ar/cms/index.php/producciones-didacticas/188-vi-encuentro-de-estudiantes-de-profesorados-2014>
- Moreira, M.A.(1980). A non-traditional approach to the evaluation of laboratory instruction in general physics courses. *European Journal of Science Education* 2, 441-448.
- Polya, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- Reif, F. & Heller, J.I. (1982). Knowledge structure and problem solving in physics. *Educational Psychologist* 17(2), 102-127.
- Sanmartí, N. & Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16. Disponible en: <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- Savery, J. & Duffy, T. (1995). Problem-Based Learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology*, 35 (5), 31-38.
- Torp, L. & Sage, S. (1998). *El aprendizaje basado en problemas*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Touger, J., Dufresne, R., Gerace, W., Hardiman, P. & Mestre, J. (1995). How novice physics students deal with explanations. *International Journal of Science Education* 17, 255-269.
- Unesco (2010). *El impacto de las TIC en educación*. Santiago de Chile: Ediciones UNESCO OREAC. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001905/190555s.pdf>
- William, L., William, G. & Dufresne, R. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las ciencias* 20 (3), 387-400.

Recibido 21/8/2017 - Aceptado 20/9/2017