

La articulación de espacios curriculares en el Profesorado de Física de la UNIPE, en el marco de la educación ambiental

The articulation of curricular spaces in the Physics teacher training of UNIPE, within the framework of environmental education

Carlos Di Cosmo^{1*}, Víctor Furci¹, Lucía Iuliani¹, Mariela Encina¹

¹ Profesorado de Física, Universidad Pedagógica Nacional, Piedras 1080. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, CP 1070, Buenos Aires, Argentina.

*E-mail: luis.dicosmo@unipe.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta una experiencia de enseñanza contextualizada en los modelos complejos de ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA) en la formación inicial de profesores de física, en base a conflictos o problemáticas ambientales que posibilitaron la articulación entre distintos espacios curriculares del Profesorado de Física de la Universidad Pedagógica Nacional (UNIPE): Mecánica del continuo I, Cinemática, Ideas centrales de la Química y Proyectos I: Ciencias de la Tierra. En el marco de la Ley 27.621 de Educación Ambiental Integral (EAI), la inclusión de estos conflictos y problemas socioambientales como contextos de enseñanza transversales en la formación inicial docente promueven el acercamiento a la cultura científico-tecnológica desde una perspectiva humana y socio-crítica, además del ejercicio de una ciudadanía activa y responsable.

Palabras clave: Formación docente inicial; Alfabetización científica y tecnológica; Educación ambiental; Articulación de espacios formativos.

Abstract

This paper presents a contextualized teaching experience in the complex models of Science, Technology, Society and Environment (CTSA) in the initial training of Physics teachers, based on conflicts or environmental problems that enabled the articulation between different curricular spaces of the Faculty of Physics of the National Pedagogical University (UNIPE): Mechanics of the continuum I, Kinematics, Central Ideas of Chemistry and Projects I: Earth Sciences. Within the framework of Law 27.621 on Comprehensive Environmental Education (EAI), the inclusion of these conflicts and socio-environmental problems as transversal teaching contexts in initial teacher training promotes an approach to scientific-technological culture from a human and socio-critical perspective, in addition to the exercise of active and responsible citizenship.

Keywords: Initial teacher training; Scientific and technological literacy; Environmental education; Articulation of training spaces.

I. INTRODUCCIÓN

La educación científica y tecnológica de los docentes en formación inicial de este siglo XXI es motivo de interés en numerosas investigaciones en Didáctica de las Ciencias Naturales, en tanto parece haber consenso sobre la necesidad de abordar nuevos desafíos en la enseñanza de las Ciencias Naturales en general y de la Física en particular, que impliquen involucrar a los futuros profesores desde posturas participativas y les permitan desarrollar competencias para comprender y actuar en los hechos y situaciones de su interés desde el campo de la ciencia y tecnología.

En el marco de la alfabetización científica y tecnológica, la inclusión de la Educación Ambiental y de las complejas relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA) resulta un contexto indispensable para favorecer la reflexión, debate y participación activa en el estado público de la ciencia y tecnología.

En este trabajo se presenta una experiencia de enseñanza contextualizada en los modelos complejos CTSA en la formación inicial de profesores de Física, a partir de experiencias formativas de articulación entre distintos espacios curriculares del profesorado de Física de la Universidad Pedagógica Nacional (UNIPE): *Mecánica del continuo I*, *Cinemática*, *Ideas centrales de la Química* y *Proyectos I. Ciencias de la Tierra*. Para evitar fragmentaciones que obstaculizan las percepciones de la naturaleza de la Física y su enseñanza se considera posible la incorporación y transversalización de las problemáticas socio-ambientales en favor de la articulación de espacios formativos. En este sentido, la inclusión de estos conflictos y problemas como contextos de enseñanza en la formación inicial docente promueve el acercamiento a la cultura científico-tecnológica desde una perspectiva humana, socio-crítica, y además el ejercicio de una ciudadanía activa y responsable. Como se sostiene en el texto de la Ley 27.621 de Educación Ambiental Integral (EAI), la educación ambiental es “un proceso educativo permanente con contenidos temáticos específicos y transversales, que tienen como propósito general la formación de una conciencia ambiental...”.

Como señala el plan de estudios de nuestro profesorado “*Estamos interesados en formar profesionales comprometidos con su tiempo, que puedan acercarse a problemas de la práctica sin caer en intervenciones desde una racionalidad técnica exclusivamente, sino a partir de un pensamiento que considere las particularidades de cada situación y pueda recrear respuestas adecuadas para ellas.*” (PE FÍSICA UNIPE, 2019). En línea con esta orientación, el plan de estudios incorpora dos materias cuatrimestrales, “*Proyectos I. Ciencias de la Tierra*”, y “*Proyectos II. Física Ambiental*”, en segundo y tercer año respectivamente, que constituyen una marca de identidad de la propuesta formativa, con relación a los diseños curriculares vigentes en la Provincia de Buenos Aires hasta 2022, ya considerados en la elaboración de los nuevos diseños curriculares jurisdiccionales, implementados a partir de 2023. Estos espacios curriculares proponen “... *abordar experiencias formativas vinculadas al diseño, implementación y evaluación de proyectos de enseñanza, extensión y/o investigación; la articulación con otros colegas y espacios formativos, y la necesidad de conocer las ideas centrales de otras disciplinas del área de las Ciencias Naturales...*”, como Ciencias de la Tierra o la Física Ambiental en cada caso.

En particular, y luego de un proceso de identificación y caracterización de problemáticas y conflictos ambientales en la región de Pilar, municipio de la provincia de Buenos Aires, donde funciona la sede del Profesorado, se decidió junto con los estudiantes, abordar el conflicto socio-ambiental referido a la degradación y contaminación de la cuenca del Río Luján. En este territorio residen las y los estudiantes y vecinos de la zona afectados por distintas causas, como la presencia de sustancias contaminantes en el agua, pérdida y degradación de los ecosistemas de humedales, incluyendo especialmente su biodiversidad, desarrollos de emprendimientos edilicios e industriales, etc. A partir de esta situación de gran interés y percepción para las y los estudiantes se decidió trabajar y analizar algunos aspectos vinculados a la problemática que requieren de la construcción de conocimientos físicos y químicos para su interpretación.

A partir del trabajo colaborativo profesional de las y los docentes del Profesorado de Física de los espacios curriculares mencionados, se seleccionaron algunas temáticas, en particular contextualizadas a la problemática socio-ambiental de interés, definida en la materia *Proyectos I. Ciencias de la Tierra*. Desde *Mecánica del Continuo* se estudiaron las características físicas y geofísicas con la intención de medir de manera experimental el caudal del río. Desde *Cinemática* se abordaron los procesos fisicoquímicos de la movilización de fluidos en medios sólidos porosos, como el suelo de la región, con la intención del estudio de algunos parámetros cinemáticos, tales como la velocidad de transporte. Desde *Ideas Centrales de la Química* se analizaron distintos métodos para determinar parámetros fisicoquímicos, la presencia de sustancias contaminantes y algunos tipos de bacterias en el agua, interpretando su posible significado en términos de efectos ambientales sobre la cuenca del Río Luján. Estos contenidos, métodos y experiencias resultaron valiosos insumos para el desarrollo de los proyectos desarrollados por los estudiantes en el marco de la materia *Proyectos I. Ciencias de la Tierra*, que funcionó como espacio de articulación.

II. MARCO TEÓRICO

En el presente trabajo se considera la necesidad de formación de docentes que reconozcan la transversalidad de la EAI dentro del sistema educativo, promoviendo la elaboración, diseño y desarrollo de propuestas didácticas con una mirada atenta a una formación ciudadana, crítica y participativa, atendiendo a los aspectos socio-científicos, éticos, culturales, y otros implicados en la problemática. En tal sentido, se intenta fortalecer la formación inicial docente desde una perspectiva sociocrítica.

En esta propuesta se entiende que, como parte del desarrollo de la EAI, es clave el concepto de “conflicto” ambiental y se aspira a una pedagogía de lo ambiental (Canciani y Telias, 2013) o en otras palabras a “ambientalizar el currículo”.

En esta misma línea de análisis y siguiendo a Puiggrós (2022) la propuesta toma en cuenta que la EAI es en la actualidad un campo en disputa, que no debe caer en manos de disciplinas aisladas dentro de las ciencias naturales y otras áreas; como así tampoco pensar lo ambiental desde una mirada ajena a lo social. Atendiendo a la complejidad que subyace en torno a los problemas/conflictos sociales ambientales, y a uno de los principios de la Ley EAI el abordaje debe ser multi, inter y transdisciplinar buscando “puertas” que den sentido a propuestas de enseñanza en clave de educación ambiental. La realidad actual, con sus complejidades y en permanente evolución, requiere docentes y ciudadanos que se involucren desde una perspectiva sociocrítica.

Los diversos temas de Física como por ejemplo energía, los relacionados con el ambiente, la importancia de la modelización, entre otros; junto a factores socio-políticos, históricos, culturales, éticos, científicos nutren la complejidad señalada anteriormente. Así, se promueve en la agenda del docente de Física un posicionamiento respecto a temas controversiales y relevantes socialmente. Se espera que de esta forma, sus prácticas áulicas promoverán el escenario para una adecuada alfabetización científica de sus estudiantes, como también de sus futuras inserciones en el campo laboral o el ámbito propedéutico.

Intentando dar respuesta a lo planteado hasta aquí, se fortalece la formación de un perfil docente que se despoje de sus modelos tradicionales, compartimentalizados, enciclopedistas y fuera del contexto de la realidad. Según Rueda Parra (2014), la realidad actual exige una actividad docente con capacidades que den respuesta a nuevos retos en su práctica, exigiéndoles que se planteen una estructuración mucho más abierta y flexible en el desarrollo de los contenidos escolares.

Estas competencias profesionales docentes implican asumir desafíos diversos frente a la complejidad del estudio de conflictos y problemas socio-ambientales en contexto, e involucran decisiones en torno al conocimiento docente profesional sobre qué física enseñar y cómo hacerlo desplegando distintas estrategias didácticas y poniendo en práctica cuestiones metodológicas alternativas y superadoras, respecto de los modelos tradicionales que no brindan posibilidad de cambios relevantes e innovaciones en el aula de Física.

En el mismo sentido, promover reflexiones de carácter metarreflexivo sobre por qué enseñar esta disciplina científica y cómo hacerlo implica *intentar explicar y explicarse fenómenos que se aparecen como problemáticos y al mismo tiempo abren la puerta a otras cuestiones más abstractas y de mayor importancia para la actuación ciudadana ayuda a: 1. aumentar la significatividad de los conceptos físicos “en uso”, y 2. generar una “imagen de Física” más formativa, que la presenta como una actividad profundamente humana* (Adúriz Bravo, 2017).

III. METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL TRABAJO

Este trabajo forma parte de una investigación de mayor envergadura que sigue en desarrollo. Se enmarca en el paradigma cualitativo de carácter descriptivo-interpretativo (Buendía, Colás y Hernández, 1997). Con esta propuesta se busca estudiar el proceso de interpretación que los profesores y estudiantes participantes hacen de su propia realidad, es decir, los modos en que otorgan significado a los hechos. La metodología elegida pretende abordar cómo los sujetos construyen la realidad, por lo cual se enfatiza el proceso de comprensión de parte de las personas involucradas.

La información para el análisis de datos se obtuvo a partir de las producciones de clases de cada espacio curricular, como por ejemplo, trabajos prácticos de las y los estudiantes, diseños experimentales, y otros materiales producidos durante las experiencias de enseñanza y aprendizaje.

En el marco de la propuesta formativa se realizó, con docentes y estudiantes del Profesorado de Física, una salida de campo a la Reserva Natural Municipal de Pilar situada en la planicie de inundación del río Luján y fundada en 1991 por la guardaparque Graciela Capodoglio, docente y ambientalista con el principal objetivo de proteger el ambiente natural del humedal y emprender acciones educativas que incluyan a toda la comunidad a través de una ONG local: Patrimonio Natural.



FIGURA 1. Foto tomada de la Reserva Natural Municipal de Pilar.

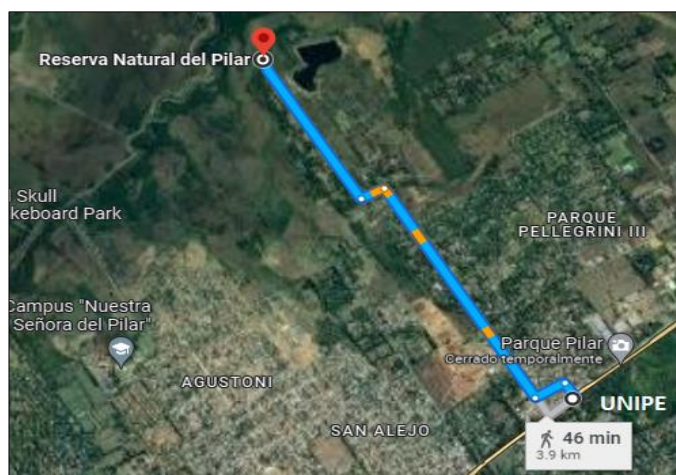


FIGURA 2. Vista aérea de la Reserva y la Universidad en Google Maps.

La intención de visitar este lugar fue tomar registros de evidencias y datos para su posterior análisis. Para ello, se realizó un recorrido por el lugar atentos a los relatos de la guardaparque, que se sostuvieron en los orígenes históricos de este predio y los cambios y acciones que se fueron desarrollando para lograr el objetivo de preservación del humedal y su biodiversidad.

Los integrantes del grupo observaron y registraron distintos aspectos del río. Se tomaron diferentes muestras de agua en distintos puntos del recorrido, aguas arriba y aguas abajo de la reserva. Algunas determinaciones se realizaron in situ y otros análisis con posterioridad, para lo cual fue necesario recolectar y guardar muestras. También esta experiencia permitió la toma de datos geofísicos, como la profundidad del río, el ancho en un trayecto especialmente observado, registro de fauna y flora, determinación de pH y temperatura, arsénico, nitritos y nitratos, entre otros factores relevados. Además, se realizaron cultivos de bacterias presentes en el curso de agua para relacionar con las características físico-químicas observadas.



FIGURA 3. Fotos de la recorrida de la Reserva Natural de Pilar y toma de muestras de agua del Río Luján.

Los docentes incluyeron esta salida de campo en las propuestas de enseñanza de sus espacios curriculares en articulación con las otras disciplinas, bajo la modalidad que se describe a continuación:

La materia *Proyectos 1. Ciencias de la Tierra* se inició creando un espacio para que los estudiantes identifiquen, caractericen, seleccionen y reflexionen, algunos temas o cuestionamientos de su interés personal, relacionados a la temática. El acompañamiento docente intentó mostrar los posibles vínculos entre las temáticas propuesta y Ciencias de la Tierra y la Física. Se consideró la contextualización local y el interés personal como formas de lograr un mayor involucramiento en el proceso de construcción de conocimientos. Por otra parte, se presentaron y caracterizaron las similitudes y diferencias entre distintos tipos de tareas que forman parte habitual de la profesión o trabajo docente, como son el diseño, implementación y evaluación de proyectos de enseñanza, investigación y extensión. En esa primera etapa del desarrollo de la materia, se realizó con los estudiantes un relevamiento de los principales problemas/conflictos ambientales de la región, como por ejemplo: contaminación del Río Luján y su cuenca (diversas fuentes, saneamiento, biorremediación, potabilización del agua); tratamiento de residuos cloacales; inundaciones; fumigaciones y su impacto en la salud; contaminación (de agua, suelo y atmósfera), producida por empresas locales; tratamiento de residuos (urbanos, industriales, médicos); crecimiento urbano/industrial no planificado; inexistencia o incumplimiento de normativas de cuidado ambiental, producción, distribución y consumo de alimentos en Pilar; el sistema productivo de Pilar y sus impactos ambientales; entre otros posibles.

Luego de seleccionado el tema general (la contaminación de la cuenca del Río Luján), cada estudiante diseñó su proyecto, focalizando algún aspecto específico del tema general, planificando las etapas para su desarrollo en los tiempos disponibles, avanzando en un proceso de implementación y desarrollo, ajustes y correcciones, organizado en seis trabajos prácticos que permitieron la construcción del informe final, acompañado por el docente, con presentaciones periódicas de estados de avance del desarrollo del mismo en forma de coloquio hasta llegar al informe de trabajo final y su presentación.

Desde la materia *Mecánica del Continuo I*, el docente y las y los estudiantes se propusieron medir el caudal del río. Para esto se necesitó conocer información sobre el ancho, largo y profundidad en un sector determinado, que por razones de la alta contaminación limitaba la práctica experimental en terreno. Se trabajó entonces a partir de una modelización, concepto central en el estudio de fenómenos y hechos de la Física, que consistió en considerar un determinado volumen de agua y analizar la velocidad con la que se mueve un objeto en la superficie del río. Posteriormente en el aula y en el laboratorio se incluyeron recursos tecnológicos como dispositivos Arduino (plataforma de creación de electrónica de código abierto) para la construcción de modelos más precisos, en este caso, relacionados con el comportamiento y análisis del concepto físico de caudal.

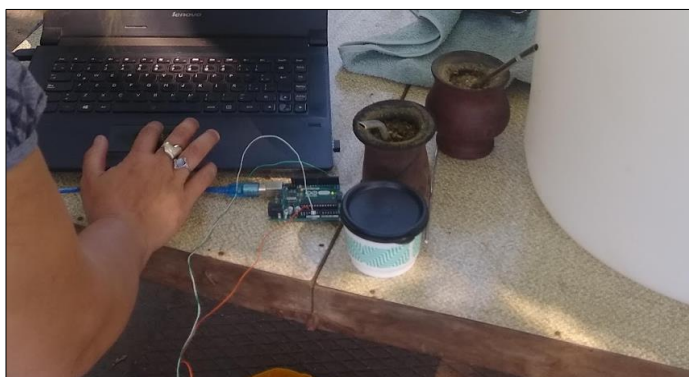


FIGURA 4. Fotografía del trabajo con recursos tecnológicos (Arduino).

En articulación con estas actividades, en el espacio curricular *Cinemática* se estudiaron los procesos físico-químicos de movilización de los contaminantes en medios sólidos, como la filtración, absorción y escorrentía. Considerando la Ley de Darcy, como marco teórico, se diseñó un modelo experimental que permitió estimar el caudal y la velocidad de movilización de los contaminantes, dando lugar al estudio de parámetros y variables cinemáticas como velocidad, desplazamiento, tiempo, etc.

Para la interpretación de la ley mencionada en concordancia con los datos registrados de las mediciones obtenidas a partir del dispositivo experimental se trabajaron las siguientes fórmulas:

$$\frac{Q}{A} = k \frac{(h_1 - h_2)}{L} \quad (1)$$

$$V = k \frac{(h_1 - h_2)}{L} \quad (2)$$

Donde: Q es la cantidad de flujo (cm^3/s); A es el área transversal (cm^2), k es la constante llamada de conductividad hidráulica que depende del medio (cm/s), $h_1 - h_2$ diferencia de alturas entre dos puntos del sistema (cm), L longitud de la columna (cm), v es la llamada velocidad o flujo de Darcy.

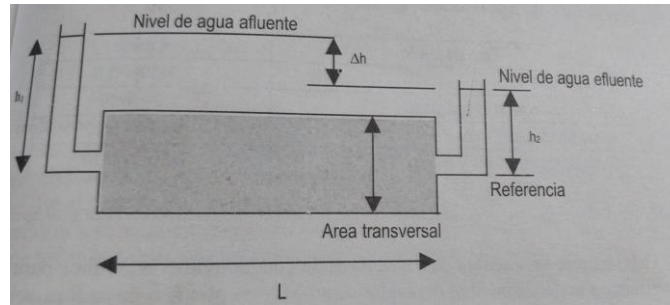


FIGURA 5. Esquema experimental que consiste en una columna de un medio poroso por el cual puede ingresar y egresar agua.

Los estudiantes tomaron contacto con el marco teórico y analizaron la Ley de Darcy aplicada a un modelo experimental diseñado con materiales de bajo costo, pero que permitió corroborar algunas mediciones empíricas y estimar velocidades de movilización de contaminantes en medios porosos. De esta manera, intentaron comprender cómo los contaminantes del Río Luján se filtran, absorben, escurren y se movilizan por el suelo (medio poroso).



FIGURA 6. Fotos del dispositivo experimental para la modelización y estudio de la Ley de Darcy

Desde la materia *Ideas Centrales de la Química*, se identificaron algunos de los principales contaminantes con relación a actividades residenciales, productivas o propias de las dinámicas ecosistémicas de los ambientes considerados. También se abordaron los fundamentos y las explicaciones de los principales métodos de detección de parámetros químicos y físico-químicos de interés para caracterizar la calidad del agua. Así, se analizaron los modelos explicativos sobre los principios de funcionamiento de los dispositivos, los reactivos utilizados y las reacciones químicas involucradas en cada una de las determinaciones. Los parámetros medidos y analizados fueron: físicos (temperatura, conductividad), químicos (pH , arsénico, hierro, nitritos y nitratos, cloro) y biológicas (recuentos de microorganismos aerobios totales, *Coliformes* y *Pseudomonas*).

Los futuros docentes de Física obtienen así una formación enriquecida con la perspectiva de la Química promoviendo la reflexión acerca de los modos de producción en el campo de esta ciencia que comprende la experimentación, la modelización, los modos de validación y los problemas relativos a la transmisión de conocimientos. Al partir de una situación socioambiental cercana a las y los estudiantes se favorece la generación de explicaciones, hipótesis y argumentaciones utilizando los diferentes niveles de lenguaje químico: fenomenológico, simbólico y submicroscópico.

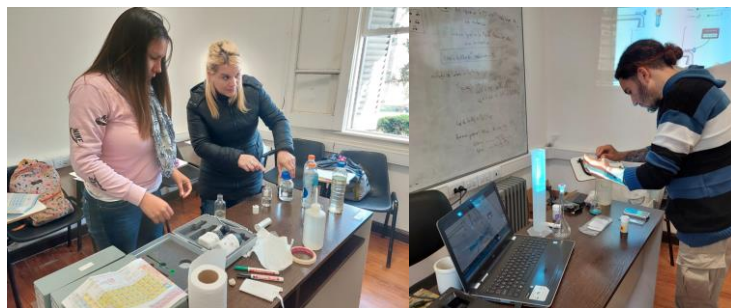


FIGURA 7. Fotos de estudiantes realizando determinaciones experimentales a partir de las muestras obtenidas.

IV. CONCLUSIONES Y PROYECCIONES

Entendemos que el trabajo articulado entre espacios curriculares resultó favorable a los efectos de construir una mirada integral sobre la Física, sus formas de construcción y validación de conocimientos (básicamente experiencias, modelos y teorías), las problemáticas del mundo contemporáneo que involucran a esta disciplina científica y la consideración y reflexión sobre las alternativas didácticas para su enseñanza. Por otra parte, la propuesta significó una respuesta adecuada al problema de la filiación de ingresantes a las carreras docentes y al desgranamiento de los primeros años, creando espacios compartidos de construcción de conocimientos *junto* al equipo de docentes formadores y a los demás compañeros y compañeras de estudio.

La experiencia desarrollada nos permite identificar el valor didáctico de espacios curriculares como el Taller “*Proyecto 1: Ciencias de la Tierra*” que, desde su conceptualización y diseño facilitan, tanto la posibilidad de implementar articulaciones entre espacios curriculares, como el involucramiento y compromiso de las y los estudiantes en el proceso de selección del tema de interés, el diseño de la metodología de trabajo y la obtención de resultados en los tiempos previstos.

Con relación a la *transversalidad* enunciada en las políticas de Educación Ambiental, podemos caracterizar la forma en que fue abordada en esta experiencia como una “transversalidad focalizada”, en el sentido de una reflexiva y compartida tarea de selección de contenidos pertinentes para la articulación. A diferencia de otras propuestas de articulación, que suelen resultar difusas y demasiado superficiales, en esta experiencia el equipo docente tomó la decisión de focalizar contenidos y modelos explicativos específicos, tanto de la Física como de la Química; fortaleciendo el vínculo entre la temática principal y el diseño metodológico de los proyectos en desarrollo de los estudiantes en el Taller Proyecto 1. Consideramos que esta fue una fortaleza de la experiencia, que permitió obtener resultados concretos en los tiempos previstos institucionalmente.

El trabajo articulado y territorial con la ONG local Patrimonio Natural resultó un pilar fundamental para el desarrollo del proyecto. Los vínculos con organizaciones territoriales locales son una necesidad para la implementación real de la EAI y aportan miradas enriquecedoras en los proyectos formativos centrados en la articulación con la comunidad.

Por otra parte, consideramos que la propuesta colabora con el problema de las prácticas de escritura, lectura y oralidad que fueron identificadas como vacancia en las trayectorias formativas de los y las estudiantes ingresantes al profesorado. En este sentido creemos que es necesario profundizar el trabajo articulado con otros espacios y campos de formación, como el pedagógico-didáctico, la práctica docente y otras áreas disciplinares como Matemática, Tecnologías Digitales y Ciencias Sociales.

Según nuestras consideraciones la inclusión de la Educación Ambiental con carácter transversal en la formación inicial docente, no sólo apunta a relevar representaciones, posicionamientos, ideologías, valoraciones, etc. sino brinda posibilidad de repensar la naturaleza de las ciencias y su enseñanza.

Reflexionar sobre la enseñanza de la física en contextos atravesados por las complejas vinculaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente implica en los futuros docentes el desarrollo de competencias profesionales de carácter metareflexivo, que promueve renovaciones, innovaciones y progresivas transformaciones en la tarea de enseñar.

REFERENCIAS

Adúriz-Bravo, A. (2017). Pensar la enseñanza de la física en términos de “competencias”. *Revista de Enseñanza de la Física*, 29(2), 21-31.

Buendía, L., Colás, P. y Hernández, F. (1997). *Metodologías de investigación educativa*. Barcelona: Labor.

Canciani, M. y Telias, A. (2013). Aportes teóricos conceptuales para pensar los procesos educativos en escenarios de conflicto ambiental. *Revista del IICE*, 34. DOI: <https://doi.org/10.34096/riice.n34.1446>

Ley 27.621 de Educación Ambiental Integral. (2021). Ministerio de Educación de la Nación. Argentina. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27621-350594>

PE FÍSICA UNIPE (2019). Plan de Estudios Profesorado de Educación Secundaria en Física. Universidad Pedagógica Nacional. Disponible en: <https://unipe.edu.ar/formacion/carreras/profesorados/item/713-profesorado-de-educacion-secundaria-en-fisica>

Preservación y gestión de una reserva natural. (2022). Reserva Natural Municipal de Pilar. <https://patrimonionatural.org.ar/>

Puiggrós, A. (2022). Editorial del dossier de Educación y Ambiente. *Revista Argentina de Investigación Educativa*, 2(4).

Rueda Parras, C. y Peinado Rodríguez, M. (2011). El trabajo por proyectos en educación geográfica. En Delgado Peña, J., Lázaro y Torres, M. y Marrón Gaité, M. (coords.) *Aportaciones de la Geografía en el aprendizaje a lo largo de la vida* (166-175). Recoge los contenidos presentados al Congreso Ibérico de Didáctica de la Geografía (5. 2011. Málaga).