

DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN MODALIDAD APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS EN EDUCACIÓN Terciaria

DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC COMPETENCES IN THE PROJECT-BASED LEARNING MODALITY IN TERTIARY EDUCATION

Daniela Musso Benvenuto ; Silvia Umpiérrez Oroño
Instituto de Formación docente de Canelones, Uruguay

Correspondencia: Daniela Musso
Correo: mussobenvenuto@gmail.com
Recibido: 2023-04-11 Aceptado: 2023-06-16

DOI: 10.17398/0213-9529.42.2.81

Resumen

La puesta en práctica del enfoque por competencias, es uno de los desafíos en formación docente en Uruguay. En esta experiencia de investigación acción, en el marco de la materia Ciencias Naturales de la carrera de maestro en educación primaria, se realizó una propuesta de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) que perseguía el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes. El objetivo del trabajo es mostrar las evidencias de logros, a partir de la valoración de las competencias científicas desarrolladas. Se aplicaron cuatro técnicas de colecta de datos sobre 87 estudiantes. Los resultados indican que la metodología ABP requiere mayores tiempos y esfuerzos por parte de docentes y estudiantes, permite abordar requerimientos curriculares, propiciar el desarrollo de competencias y lograr mayores niveles de motivación y compromiso sobre los aprendizajes. La experiencia permitió promover la metacognición, aunque ésta debe profundizarse, y fortalecer la atención a la diversidad de los grupos.

Palabras clave: formación docente; educación terciaria; ciencias naturales; aprendizaje basado en proyectos; competencias científicas

Abstract

The implementation of the learning approach that fosters the development of competencies is one of the current challenges facing teacher training in Uruguay. In this action research experience, within the framework of the Natural Sciences subject of the teaching career in primary education, a Project-Based Learning (PBL) proposal was carried out that pursued the development of scientific competencies in future teachers. The objective of this work is to show the evidence of its achievements, based on the assessment of the scientific competences developed. From an action research approach, four data collection techniques were applied to 87 students. The results indicate that, although the PBL methodology requires more time and effort on the part of teachers and students, it allows addressing curricular requirements, promoting the development of selected competencies and achieving higher levels of motivation and commitment to learning. The experience made it possible to promote metacognition, although it must be deepened, and attention to the diversity of the groups should be strengthened.

Keys words: teacher education; tertiary education; natural sciences; project-based learning; science skills

Sección / Section:	Artículos originales.
Editora de Sección / Edited by:	Javier Cubero Juárez, Universidad de Extremadura.
Conflicto de intereses / Conflicts of Interest:	Los autores no declaran conflicto de intereses.
Agradecimientos	Las autoras agradecen a las y los estudiantes participantes, así como a los equipos de dirección de los centros de formación en educación
Financiación	Este trabajo fue financiado por el Consejo de Formación en Educación por medio de la autorización de las direcciones de los centros de formación en educación del uso de horas docentes para la ejecución de la investigación

INTRODUCCIÓN

La formación docente de Uruguay se encuentra en plena reforma curricular. El nuevo plan de formación, que se aplica a partir de 2023, se apoya en el enfoque por competencias (CFE, 2022). Ha sido diseñado en el marco de una transformación curricular nacional de todos los niveles educativos, en consonancia con los principios vertebrales de los nuevos planes de la educación obligatoria, dado que los futuros docentes, se desempeñarán educando en esos niveles.

Esta investigación busca aportar conocimiento en torno a este proceso, a partir de dos factores vinculantes. En primer lugar, si los futuros docentes enseñarán bajo un plan basado en competencias, es necesario que su formación transcurra en esa misma modalidad, dado que, como afirma Vaillant (2019), lo que hace el formador, lo replicará el futuro docente en formación. La cultura científica, en particular, es una condición fundamental para la participación responsable, reflexiva y crítica en el ejercicio de la ciudadanía, por lo que las competencias científicas constituyen un aspecto fundamental en esta formación: los estudiantes estarán a cargo, en un futuro próximo, de la educación de los ciudadanos. En segundo lugar, resulta pertinente indagar de qué manera las diferentes metodologías de enseñanza de las ciencias, aportan al desarrollo de competencias. Los denominados “métodos tradicionales”, como la enseñanza expositiva y demostrativa, que posicionan al estudiante en un rol pasivo y al docente en el papel de experto, no propician el desarrollo de competencias (Sanmartí y Márquez, 2017, p. 4). Por tanto, es pertinente incorporar innovaciones pedagógicas. La innovación en educación superior es difícil de implementar (Toledo y Sánchez, 2018). Sin embargo, las pedagogías activas, como la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la enseñanza de las ciencias, tienen cada vez más empuje en ese nivel (Bergós y Cabrera, 2014; Guisasola y Garmendia, 2014; Colorado y Gutiérrez, 2016). Entonces, es convocante incursionar en ellas, conocer sus resultados para lograr mejores aprendizajes y propiciar el desarrollo de competencias en los futuros docentes. Cuando se incursiona por experiencias innovadoras, es importante generar evidencias que den cuenta, a investigadores y docentes, de su conveniencia, o no, en futuros escenarios (Sanmartí y Márquez, 2017; Umpiérrez Oroño y Rodríguez, 2017).

Adicionalmente, las corrientes didácticas actuales sitúan al docente no como un implementador de reformas, sino como un tomador de decisiones (Mellado, Peme-Aranega, Redondo y Bermejo, 2002). Estas decisiones deben estar basadas en evidencias, y en sintonía con ello, el presente trabajo presenta los resultados de una investigación acción sobre una experiencia didáctica en la formación de docentes. Fue desarrollada para evidenciar y valorar el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de la carrera de maestro de educación primaria, en el transcurso de una experiencia de formación en la modalidad de aprendizaje basado en proyectos (ABP). De esta forma se pretende generar conocimiento sobre las cualidades del trabajo en modalidad ABP en la formación de docentes. Así mismo, ese conocimiento permitirá orientar experiencias futuras y la toma de decisiones didácticas, al indicar las fortalezas a explotar y las debilidades que deberán afrontarse para mejorar los aprendizajes.

Marco teórico

La enseñanza de las ciencias, tanto a nivel de la educación básica como a nivel terciario, ha estado durante décadas, centrada en la internalización de conceptos y teorías, con un papel pasivo de los estudiantes y expositivo por parte de los docentes. Ello no parecería ser el mejor camino para motivar a los niños y a los jóvenes sobre el interés o la importancia del conocimiento científico (Sanmartí y Márquez, 2017). “De hecho, la investigación en didáctica de las ciencias ha demostrado que los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más sobre la

naturaleza de la ciencia cuando participan en investigaciones científicas, siempre que existan suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión” (Hodson, 1992, citado por Praia, Gil-Pérez y Vilches, 2007, p. 146). Quiere decir que los aprendizajes en ciencias se logran más y mejor cuando las actividades de clase se aproximan a la modalidad con que los científicos generan conocimiento, y se abarca no solo la dimensión teórica sino también la procedimental y la actitudinal.

Las metodologías activas responden a una enseñanza innovadora, que se centra en los procesos de aprendizaje de los alumnos, en modalidades que impulsan el trabajo grupal y propicia la adquisición de competencias (Herrada y Baños, 2018). Algunas de estas metodologías son: el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje basado en problemas o proyectos, los estudios de casos y la educación STEM (Guisasola y Garmendia, 2014; San Martí y Márquez, 2017; Bosch, Naso y Bergero, 2019). Las cualidades que impulsan son: trabajo autónomo, habilidades interpersonales, inclusión, expertise en la selección de información, actitud reflexiva y crítica. En este trabajo se opta por el aprendizaje basado en proyectos por sus bondades pedagógicas, que si bien son compartidas con otras metodologías activas, fue la que se había acordado trabajar en el aula, dadas las condiciones y los recursos disponibles en el laboratorio. Las docentes tenían experiencia en ésta, en años anteriores, y se deseaba valorar y mejorar esas prácticas de enseñanza ya encaminadas.

Diversos autores han evidenciado la pertinencia del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) tanto a nivel terciario (Bergos y Cabrera, 2014), como en la formación de docentes (Toledo y Sánchez, 2018) y en la enseñanza de las ciencias (San Martí y Márquez, 2017). Se orienta a la conexión del aula con la cotidianidad del estudiante, con la toma de conciencia de las problemáticas sociales, que no se restringe a conocerla, sino que incorpora la implementación de acciones encaminadas a aportar a la superación de dichas problemáticas, por parte del propio alumnado (Colorado y Gutiérrez, 2016). Por medio de esta metodología, se abordan problemas puntuales y se permite a los estudiantes trabajar a su ritmo, de forma colaborativa. Calvo y Arias (2017) aportan sobre esta metodología, que la elección del tema se realiza por los propios estudiantes, de forma de optimizar la motivación. Por su parte, Bergós y Cabrera (2014) y Toledo y Sánchez (2018), afirman que la metodología ABP transforma positivamente los roles de estudiantes y docentes. Se promueve el desarrollo de competencias de liderazgo, creatividad y autocrítica y habilidades sociales. También destacan que se permite a los estudiantes aprender a investigar y a comunicar sus resultados. En relación a las dificultades de la metodología ABP, algunos autores manifiestan que el trabajo en equipo es un desafío considerable, que aún se necesita una mayor confianza sobre ella entre los docentes, y que requieren más tiempos para llevar adelante los emprendimientos propuestos para la implementación de los proyectos, sin lograr siempre profundidad en lo conceptual (Bergós y Cabrera, 2014; Calvo y Arias, 2017; Toledo y Sánchez, 2018).

Sanmartí y Márquez (2017) afirman que el término competencias, polisémico y debatido, ha provocado que en algunos países se las incorpore a los programas educativos simplemente agregando nuevos verbos a los objetivos, mientras que en otros las comunidades educativas rechazan su inclusión por motivos ideológicos, epistémicos y filosóficos (Díaz Barriga, 2015). Surge afiliado al mundo empresarial, con lo cual se tiende a rechazarlo desde el ámbito educativo. Ambos fenómenos resultan obstaculizantes para la transformación de la educación, provocan miedo a innovar, generan dudas sobre los nuevos enfoques. A ello se suma la confusión que generan las distintas posturas en relación a la clasificación de las competencias, sus nominaciones alternativas para evitar nombrarlas (como habilidades o destrezas), y específicamente en relación a las competencias científicas, la concepción de ciencia sobre las que se asientan. La comunidad de formadores se debe a sí misma un debate, reflexión y la generación de conocimiento en torno a estas iniciativas.

En este artículo se opta por no clasificar las competencias en forma jerárquica (competencias, sub-competencias, competencias generales, competencias específicas) sino por reconocer la existencia de una diversidad que refleja la complejidad de las situaciones, contextos y disciplinas en las que se ponen en juego. Las competencias no se subordinan entre sí, sino que son una red interconectada de capacidades de las personas, que se desarrollan toda la vida, que conjugan saberes teóricos, actitudes y procedimientos, en un determinado contexto histórico y geográfico, para resolver una situación mediante la acción y la reflexión. Cuando ponen en juego conocimientos y metodologías definidas en el campo de las ciencias, se denominan competencias científicas (Perrenoud, 2008). Sanmartí y Márquez (2017), reconocen tres dimensiones en las competencias científicas: procesos, conceptos y acciones, que habilitan las explicaciones, las valoraciones y las interpretaciones de los fenómenos de la vida cotidiana, desde una perspectiva epistémica. El desarrollo de competencias científicas en el aula estará acompañado de la interdisciplinariedad, sin dejar de lado los valores y las culturas que portan quienes intervienen (docentes y estudiantes).

Antecedentes

En esta sección se describe en primer lugar una herramienta que actuó facilitando el diseño y la ejecución de este trabajo. Se trata de un repertorio de 27 competencias científicas, dispuestas en cuatro dimensiones, que se presenta, testea y valida en Umpiérrez Oroño (2019) y Umpiérrez Oroño (2020). El repertorio responde a una noción de ciencia situada, multicultural e integradora. Abarca cuatro dimensiones: teórica, metodológica, axiológica y socio comunitaria. El mismo no se presenta como una clasificación; sus dimensiones no son estancas y la ubicación de cada competencia es debatible, esto es: que existen competencias que tanto pueden estar en una como en otra dimensión, dependiendo del contexto y la modalidad en que se desarrolla.

Bergós y Cabrera (2014) representaron también un antecedente a considerar, ya que su trabajo trata de un emprendimiento de enseñanza en la metodología ABP a nivel universitario, en el área de la formación de científicos, en nuestro país. Destacan de esta metodología, la posibilidad de poner a los estudiantes en una situación de indagación similar a la que les espera cotidianamente en su profesión, les ayuda a aprender a aprender y a asumir más responsabilidad sobre dicho proceso. Proponen que es un enfoque que propicia la cooperación entre los estudiantes. El esfuerzo docente que representa dejar atrás las clases expositivas y llegar a acuerdos a la interna de cada equipo, antes de comenzar el proyecto, se ve premiado por la doble cualidad del trabajo con esta metodología: habilitar una praxis científica y promover el trabajo colaborativo. Es deseable, afirman, hacer tomar conciencia a los estudiantes, mediante la metacognición, sobre los aprendizajes involucrados en el asumir nuevos roles, más activos y comprometidos.

Otro antecedente que contribuyó a este trabajo es el que presentan Toledo y Sánchez (2018), que relatan una experiencia a nivel universitario también, en la formación de docentes, en la metodología ABP. Los objetivos perseguidos se vinculan con el desarrollo de competencias profesionales como: pensamiento crítico, resolución de problemas, liderazgo, creatividad, planificación, comunicación, trabajo en equipo y gestión de la información, entre otras. La planificación de los proyectos fue clave en el éxito de los mismos. La valoración del trabajo de los estudiantes se orientó por medio de una rúbrica, que definía los grados de logros para cada una de las competencias seleccionadas. Las conclusiones presentan una evaluación favorable sobre la modalidad de trabajo ABP, principalmente sobre la motivación y el compromiso de los estudiantes y permitir cumplir con los requisitos curriculares, si bien afirman que se requirió una mayor dedicación docente que la de otras modalidades de trabajo en el aula.

Contexto del estudio

La experiencia se llevó adelante en el año 2022, en dos institutos de formación docente, en el marco de la carrera de maestro en educación primaria, en la materia Ciencias Naturales, ubicada en el 3er año de la formación. La materia es anual y tiene una carga horaria de 2 horas semanales. El programa tiene un enfoque de educación ambiental, y las unidades incluyen temas como biodiversidad, áreas protegidas, desarrollo sustentable, conservación, entre otros. Apunta a la formación ciudadana, desde una perspectiva crítica y situada. Es una propuesta integradora de las disciplinas biología, física y química, que incorpora una mirada socioambiental, comprometida con la transformación del mundo. Dentro de los objetivos se indica: “manejar distintas herramientas metodológicas propias de las ciencias naturales: salida de campo, diseño y puesta en marcha de experimentos sencillos de laboratorio, elaboración de informes, etc.” (CFE, 2008, p.3). Se recomienda la lectura de artículos científicos y la realización de experimentación, e incentiva a la innovación.

El plan en el que se encuentra este programa es del año 2008; 2022 fue el último en que se aplicó, ya que en 2023 comienza a implementarse un nuevo plan (CFE, 2022). El nuevo plan tiene un énfasis más marcado en el desarrollo de competencias. Sobre ello, los formadores han manifestado, en términos generales, la necesidad de vigilar la solidez en el aprendizaje de los contenidos, en contemplar los aspectos socioemocionales, y el uso de rúbricas para la evaluación formativa (CFE, 2021). El perfil profesional que se presenta en el plan de desarrollo del sistema de formación docente actual, expresa la relevancia de la formación en competencias investigativas y en la comunicación de resultados y procesos hacia las comunidades, por medio del trabajo colaborativo. Previene la necesidad de evitar el “vaciamiento de contenidos” (CFE, 2020, p.10) en la formación con un enfoque por competencias.

METODOLOGÍA

Se trata de una investigación acción, realizada sobre una experiencia de aprendizaje basada en proyectos (ABP), a nivel terciario. Elliot (2000) afirma que la reflexión y la acción colectiva que caracteriza la investigación acción, permite identificar los puntos donde el cambio es favorable y posible para lograr los objetivos propuestos. Esto propicia la construcción de aprendizajes y vincula la teoría con la práctica (Latorre, 2003). Se sigue un recorrido espiralado, que comienza con la planificación, continúa por la acción y culmina con una retroalimentación que inicia nuevamente el ciclo de mejora; el elemento que atraviesa cada ciclo, es la generación de conocimiento relevante para la comunidad y el fenómeno en que se pretende intervenir (Anderson y Herr, 2007). De acuerdo a Hernández, Fernández y Batista (2014), en la investigación acción, la indagación se lleva a cabo en simultáneo con una intervención que persigue la mejora.

Se trabajó desde un enfoque cualitativo, con pluralismo metodológico (Mellado et al. 2002) por medio de la utilización de las siguientes técnicas: cuestionario on line, observación participante, análisis de contenido de documentos y videos, y entrevista grupal. Si bien el cuestionario es una técnica originada en el enfoque cuantitativo, es utilizada en estudios cualitativos, no con fines explicativos, de generalización o predictivos, sino con propósitos descriptivos y comprensivos (Hernández, Fernández y Batista, 2014), por tanto no se le dio un tratamiento probabilístico. La cantidad total de estudiantes participantes fue de 87, distribuidos en tres clases, dos de ellas del mismo instituto de formación docente (IFD A) y una tercera clase de un instituto de otro departamento del país (IFD B). En la Tabla 1 se presenta la muestra distribuida en las técnicas aplicadas.

Tabla 1. Descripción del muestreo

TÉCNICA	CANTIDADES
Observación participante	Sobre dos clases, del IFD A.
Análisis de contenido	5 videos y 5 documentos finales de los equipos de una de las clases del IFD A. 4 videos y 4 documentos finales de los equipos de una de las clases del IFD B.
Cuestionario on line	52 estudiantes responden en el primer semestre, de los equipos de las clases de los IFD A y B. 48 estudiantes responden en el segundo semestre, de los equipos de las clases de los IFD A y B.
Entrevista grupal	12 estudiantes de la clase del IFD B.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos.

El muestreo fue por conveniencia; de acuerdo a Hernández, Fernández y Batista (2014), se trata de acceder a estudiar los casos disponibles y accesibles en cada momento. Por tratarse de un estudio cualitativo, cada técnica aporta a conocer y comprender mejor el fenómeno en estudio, por tanto no se le dio un tratamiento estadístico ni comparativo a los resultados, sino que aporta cada uno a lograr una mirada holística. Se puede asumir entonces, que las diferentes cantidades en el muestreo y la naturaleza de las unidades en estudio, no afectan el análisis. “En un estudio cualitativo se pueden tener unidades de naturaleza diferente (...). La investigación cualitativa, por sus características, requiere muestras más flexibles.” (p. 391).

Diseño

Se describe a continuación cómo se llevó adelante el desarrollo en la modalidad ABP y su evaluación. Los estudiantes se distribuyeron en 17 equipos en total, en las tres clases, conformados por propia elección, y cada uno de ellos seleccionó un tema del programa curricular de la materia Ciencias Naturales. Cada grupo elaboró preguntas sobre dicho tema y diseñó la metodología experimental para responderlas. También debieron elaborar un marco teórico y a fin de año, consignar los resultados y las conclusiones. Como trabajo final para evaluar el curso, cada grupo entregó un informe (documento), con la bibliografía correspondiente, y presentó un video de 10 minutos en el que describen la experiencia.

Las docentes seleccionaron seis competencias científicas, a partir del repertorio diseñado y validado por Umpiérrez Oroño (2019, 2020), que se describen en la Tabla 2. Según se consigna en dichos artículos, el repertorio fue validado por juicio de expertos. El nivel de desarrollo se valoró por medio de una rúbrica de elaboración propia, (Ver Anexo 1), que funcionó no sólo para evaluar los aprendizajes, sino también como sistema categorial y guía de observación, en la aplicación de las técnicas de la investigación.

La observación de la actividad de los estudiantes por parte de las investigadoras (una de ella docente de dos de las clases y la otra, docente de una de las clases) se realizó sobre el trabajo grupal, en clase, a mitad de año. Se aplicó la rúbrica como guía de observación. No se cuantificó la frecuencia de cada evento observado y descripto. Se focalizó la observación sobre los eventos que respondían a acciones y dichos de los estudiantes, vinculados con las competencias seleccionadas.

Tabla 2. Competencias que se seleccionaron para analizar y valorar su desarrollo mediante la metodología ABP.

DIMENSIÓN	COMPETENCIAS SELECCIONADAS
Conocer (Dimensión Teórica)	1. Vincular y comparar diversas teorías, conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, con su presencia o incidencia en la vida cotidiana y con el contexto.
Aplicar (Dimensión metodológica)	2. Generar conocimiento aplicando metodologías científicas.
Valorar (Dimensión axiológica)	3. Seleccionar y jerarquizar las fuentes de información por las que se comunica o informa un hecho o proceso científico.
Transferir (Dimensión sociocomunitaria)	4. Comunicar los conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, en diversas modalidades (oral, escrita, gráfica). 5. Dimensionar la ciencia como una producción humana perfectible, social e histórica. 6. Trabajar colaborativamente en emprendimientos de carácter científico.

Fuente: Elaboración propia a partir de Umpiérrez Oroño (2019, 2020)

El análisis de contenido de trabajos (documentos y videos) entregados grupalmente, se realizó al finalizar el año. Se usó como sistema de categorías, la misma rúbrica. El cuestionario se aplicó de forma on line a los estudiantes individualmente, de respuesta anónima, dos veces: en la mitad del año y al finalizar. Se incluyeron preguntas en relación al nivel de desarrollo de cinco competencias presentes en la rúbrica, para que cada estudiante se autovalorara. La sexta competencia, se valoró preguntando a los estudiantes cómo se sintieron en relación al trabajo grupal. La última pregunta refería a las razones de elección del tema del proyecto. Finalmente, la entrevista grupal se realizó sobre una parte de los estudiantes de una de las clases (IFD B), por medio de la plataforma de videoconferencia Zoom, al finalizar el año. En ésta, se les solicitó que manifestaran qué aprendizajes destacaban de la experiencia de trabajo del año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Observación participante:

La observación de la actividad de los estudiantes se realizó en el mismo mes que se aplicó por primera vez el cuestionario on line, en la mitad del año, etapa en la cual los estudiantes debían culminar de escribir el proyecto, para dedicar la segunda mitad a su implementación. En la Tabla 3 se presentan descripciones que evidencian los estadios de los equipos, tomadas de los eventos sobre los que se focalizó la observación.

La observación del trabajo de los equipos evidenció la diversidad en las dificultades y los logros de cada equipo así como las diferencias en cada competencia. Mientras que la competencia 1 se observaron principalmente dificultades, en el resto se observó más equilibrio entre dificultades y logros. Entonces, la sistematización de datos por medio de esta técnica también contribuyó a visibilizar la diversidad que existe inherentemente en la clase (Herrada y Baños, 2018), y que no siempre los docentes perciben.

Tabla 3. Observaciones realizadas sobre el trabajo de los equipos en la redacción y ejecución de sus proyectos.

COMPETENCIAS	OBSERVACIONES
1. Vincular y comparar diversas teorías, conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, con su presencia o incidencia en la vida cotidiana y con el contexto.	<ul style="list-style-type: none"> - Desconocimiento de aspectos taxonómicos y biológicos de algunos organismos (“¿las algas son vegetales?”; “¿qué es un líquen?”) - Uso de “desarrollo” y “crecimiento” como sinónimos - Confusión entre los términos “adaptación”, “evolución” y “adecuación” - Dificultad de definir los elementos químicos intervinientes en ciertos compuestos, estructuras y fenómenos (composición del suelo, fertilización, agua de riego, agroquímicos).
2. Generar conocimiento aplicando metodologías científicas.	<ul style="list-style-type: none"> - Cursado por primera vez de todas las materias en modalidad presencial, ya que los dos años anteriores, debido a la pandemia, dicha modalidad fue escasa. Por ejemplo, nunca han realizado actividades de laboratorio, no manejan adecuadamente el microscopio, una balanza, una pipeta, no conocen formas de conservación con alcohol o formol, y no todos reconocen algunos elementos básicos como una caja de petri. + Identificación del concepto de “variables”, control de variables, variables independientes, dependientes e identificación de cada una de éstas en la experimentación.
3. Seleccionar y jerarquizar las fuentes de información por las que se comunica o informa un hecho o proceso científico.	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultades para definir la calidad y pertinencia de los sitios web y de los materiales presentes (por ejemplo, buscan materiales en Google, no en Google Académico, o en un blog personal de un aficionado; trabajan sobre materiales poco actualizados, o producidos por otros estudiantes). - Selección de materiales que no son de nivel terciario (por ejemplo, un texto escolar). - Uso exclusivo de materiales de la biblioteca del centro de estudio, porque no han logrado ubicar materiales de artículos arbitrados en la web. + Obtención de materiales adecuados no sólo en la temática de su proyecto sino también en metodología de la investigación. + Uso adecuado de las tecnologías digitales para búsquedas de materiales que respalden los proyectos (por ejemplo, Google académico, Scielo, Timbó, etc.).
4. Comunicar los conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, en diversas modalidades (oral, escrita, gráfica).	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultades en seguir el formato requerido para un informe, en cuanto a estructura, lenguaje técnico y contenidos. + Atención a detalles de ajustes finales de un informe (número de palabras del resumen, número de páginas para el marco teórico).
5. Dimensionar la ciencia como una producción humana perfectible, social e histórica.	<ul style="list-style-type: none"> - Ausencia, en los diálogos de los estudiantes, de alusiones a la naturaleza de la ciencia. + Reconocen que la realización del proyecto les va a permitir desarrollar competencias científicas.
6. Trabajar colaborativamente en emprendimientos de carácter científico	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas de organización dentro de los integrantes de los equipos. - Distribución de tareas de forma estanca, “cada uno hace su parte”. + Elaboración de documento colaborativo on line, pero manifestando que hay poca igualdad en los aportes. + Esbozos de liderazgos, pero manifestando que solo trabajarán colaborativamente de forma sincrónica. + Trabajo presencial y virtual, tanto de forma sincrónica como asincrónica. + Solo uno de los 17 equipos debió modificar su conformación por problemas de comunicación y vinculación entre sus integrantes.

Referencias: - aspectos desfavorable; + aspectos favorables, al desarrollo de competencias.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de contenido:

El análisis de contenido sobre los documentos y los videos elaborados por los estudiantes, a fin de año, evidenció las fortalezas y debilidades que se consignan en la Tabla 4.

Tabla 4. Fortalezas y debilidades que se evidencian a partir del análisis de contenido de documentos y videos de los estudiantes, sobre sus proyectos.

COMPETENCIAS	FORTALEZAS	DEBILIDADES
1. Vincular y comparar diversas teorías, conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, con su presencia o incidencia en la vida cotidiana y con el contexto.	Los temas elegidos son cercanos a la realidad cotidiana de los estudiantes y conectados con aquellos que abordan en la práctica pre profesional.	Hay errores conceptuales. Baja diversidad en los temas elegidos, ya que de un total de 9 proyectos analizados, 5 son sobre vegetales. Los tiempos y los apoyos que cada grupo requiere, son diferentes.
2. Generar conocimiento aplicando metodologías científicas.	Diversidad de diseños propuestos para responder a las preguntas. Identificación y control de variables.	Generalización de los resultados, sin una muestra representativa.
3. Seleccionar y jerarquizar las fuentes de información por las que se comunica o informa un hecho o proceso científico.	Identificación de materiales relacionados con el tema en estudio. Buen manejo tecnológico de los buscadores digitales.	Dificultad para jerarquizar las fuentes en cuanto a su actualidad o calidad. Baja cantidad de lecturas.
4. Comunicar los conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, en diversas modalidades (oral, escrita, gráfica).	Buen manejo de herramientas digitales, como los programas de escritura que permiten elaborar documentos asincrónica y colaborativamente y los de edición amateur de videos.	La comunicación audiovisual es poco organizada oralmente y por tanto, no logran transmitir las principales ideas del proyecto. Las conclusiones y reflexiones finales tienen poca profundidad y contundencia en los documentos.
5. Dimensionar la ciencia como una producción humana perfectible, social e histórica.	Reconocimiento del error como oportunidad de aprendizaje. Noción de aporte de los resultados a la mejora en fenómenos sociales relacionados con el ambiente y los recursos.	Escasez de consciencia sobre la dimensión histórica de los fenómenos analizados.
6. Trabajar colaborativamente en emprendimientos de carácter científico.	En los documentos entregados que se analizaron, todos los integrantes de los equipos aparecen en el listado de participación en la elaboración. En los videos, todos los participantes aparecen filmados y cumplen con un segmento de exposición.	En los videos se evidencia que algunos integrantes poseen menos conocimiento de lo que se llevó adelante, por lo que se interpreta que trabajaron con menos compromiso.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos

Las temáticas elegidas en los proyectos analizados, fueron: ciclo de vida de artrópodos, afectación de agroquímicos sobre gasterópodos, cría de anélidos, alimentación en aves, relevamiento taxonómico de vegetales, y cuatro proyectos abordaron el crecimiento y desarrollo de vegetales en diferentes condiciones (suelo, luz, riego, ambiente),

Se encontraron deficiencias en la redacción principalmente al enunciar preguntas, hipótesis u objetivos. También fue necesario ajustar al formato APA las referencias, hasta la entrega final; aún así presentaron errores en el documento final entregado.

Cuestionario:

Las respuestas al cuestionario en las dos etapas del desarrollo de los proyectos, intermedia y final, permitió valorar la autopercepción de los estudiantes, sobre cuáles competencias creían poseer mayor desarrollo inicialmente y luego, al finalizar el año. La tabla 5 presenta los resultados de dicha técnica. En el Anexo 2 puede verse el cuestionario aplicado.

Tabla 5. Desarrollo de competencias y su evolución en el año de acuerdo a la autopercepción de los estudiantes.

COMPETENCIAS	PROPORCIÓN DE ESTUDIANTES QUE SE AUTO PERCIBEN CON MAYOR DESARROLLO INICIALMENTE (n=52)	PROPORCIÓN DE ESTUDIANTES QUE SE AUTO PERCIBEN CON MAYOR DESARROLLO AL FINALIZAR EL PROYECTO (n=48)
1. Vincular y comparar diversas teorías, conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, con su presencia o incidencia en la vida cotidiana y con el contexto.	40%	58%
2. Generar conocimiento aplicando metodologías científicas.	69%	79%
3. Seleccionar y jerarquizar las fuentes de información por los que se comunica o informa un hecho o proceso científico.	73%	62%
4. Comunicar los conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, en diversas modalidades (oral, escrita, gráfica).	25%	18%
5. Dimensionar la ciencia como una producción humana perfectible, social e histórica.	83%	73%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos

Como se observa, en tres de las cinco competencias analizadas en el cuestionario, los estudiantes se auto perciben a sí mismos con menor nivel de desarrollo al finalizar el año. Ello podría responder a una toma de consciencia sobre sus capacidades, al ponerlas en juego en una experiencia desafiante. Si bien el cuestionario no fue pensado con ese objetivo, representa uno de los resultados más interesantes, al mostrar que, al poner al estudiante en situación de analizar sus aprendizajes (metacognición), se provocó una percepción más crítica y verosímil de sus capacidades. Este hallazgo se vincula con la recomendación de Bergós y Cabrera (2014), sobre hacer más conscientes de cuánto y cómo aprenden los estudiantes. Nuestra afirmación se basa en la triangulación con el resto de los resultados, principalmente en la observación del trabajo de los equipos y el análisis de contenido (trabajos y videos elaborados por los grupos), donde puede observarse que el desarrollo de competencias no era tan avanzado como ellos se percibían en el primer cuestionario. De esta forma, se reafirma la importancia que se le ha dado en las últimas décadas, al proceso de aprendizaje, no solo a los resultados (Mellado, et al., 2002). Por su parte, Menon y Sadler (2016), han descrito a la confianza que se tienen las personas para llevar adelante una tarea, como parte de su autoeficacia. En el caso que se analiza en nuestro estudio, los resultados del cuestionario indicarían que los estudiantes han sufrido un descenso de su confianza personal.

Las dos últimas preguntas del cuestionario referían a cuál había sido la razón de la elección del tema y cómo se sentían trabajando en equipo, y podían marcar más de una de las opciones proporcionadas. Las respuestas más elegidas fueron las mismas en la primera y segunda aplicación. La primera de estas preguntas era: “¿Cómo se eligió el tema que el grupo está investigando? Puedes marcar más de una opción, pero trata de marcar solo las que el equipo consideró inicialmente para la elección.” La curiosidad y la vinculación con las temáticas del curso de Ciencias Naturales fueron las respuestas más elegidas, en ambas aplicaciones del cuestionario. La segunda pregunta fue: “¿Cómo te sientes trabajando en proyecto y en equipo? Puedes marcar más de una opción, pero intenta marcar solo aquellas con las que más te identifiques.” Las respuestas más elegidas refirieron

a trabajar con comodidad y aprender con otros, sobre diversas temáticas, no solo la propia, escuchando las exposiciones de los otros equipos.

Entrevista grupal:

La entrevista grupal proporcionó pistas acerca de los procesos metacognitivos provocados en los estudiantes. Se les solicitó: “Manifestar cuáles fueron los aspectos que les proporcionaron más aprendizajes, durante el desarrollo de los proyectos”. Sobre la competencia 1, se encontró que los estudiantes son capaces de relacionar el trabajo llevado adelante, con el contexto escolar. El estudiante PO manifiesta: “Se puede llevar a la escuela, no tan exhaustivamente, al ser un experimento, pero nos deja el aprendizaje de que cuando haga un experimento con los niños, qué variables hay que tener en cuenta...”

Sobre la competencia 2, los estudiantes destacan la posibilidad de diseñar un experimento, la importancia de generar evidencias, seguir pasos predeterminados y volver una y otra vez sobre la planificación para no desviarse de los objetivos.

NA: una de las competencias que fuimos desarrollando (...) en la experimentación destaco la observación, no quedarme con lo que veo sino que no solo estamos mirando, seguimos un proceso para interpretar lo que se observa, tratar de encontrar una explicación, recoger evidencias para responder las preguntas que nos habíamos planteado, buscar información en fuentes confiables, utilizar de forma correcta el lenguaje científico, como los nombres de las especies.

En relación a la competencia 3, casi todos los estudiantes la incluyen, aunque no profundizaron ni reflexionaron sobre ello: “Indagar en cantidad de bibliografía, antecedentes que hubieran”, “Buscar información en fuentes confiables”, “Aprender a buscar material de apoyo”. Parecería como un aspecto considerado más bien instrumental, aunque las docentes consideran que es uno de los elementos más importantes, donde los estudiantes tenían más carencias.

Sobre la competencia 4, no surgió ningún comentario. Debe recordarse que no se les proporcionó la lista de competencias a los estudiantes antes de la entrevista grupal; si bien ya la conocían a lo largo del trabajo de clase, la idea era que surgiera aquello que espontáneamente convocara sus reflexiones.

La competencia 5 fue ampliamente tomada por los estudiantes. Expresaron haber vivenciado la satisfacción de la curiosidad como motor, aprender de los errores y tolerar la frustración. Uno de los equipos debió modificar su proyecto a mitad de año, y otro no logró responder la pregunta inicial que se había planteado, sin embargo, rescatan que aprendieron a experimentar y a identificar procedimientos que, si repitieran la experiencia, no lo harían de la misma forma. Un estudiante sostuvo:

J: (...) Dentro de la experimentación en realidad me parece que nos quedaron cosas por aprender, dado que tuvimos dos o tres meses nomás para armar los dispositivos. Por más que en realidad no fue que nosotros quisimos hacer el proyecto, sino que fue la planificación del docente para el año y como estudiantes nos tenemos que adecuar a ello ya que, cada docente tiene su libertad de cátedra, y en conjunto con la materia investigación educativa, que también trabajó en ABP, nos ayudó mucho a planificación y organización.

Estas palabras llevan a pensar que vivió la propuesta como una imposición, dado que la libertad que se dio a los estudiantes fue en la temática, no en la metodología de trabajo. La falta de tiempo a la que alude se debe a que este estudiante pertenece al grupo que debió recomenzar un nuevo proyecto en la mitad del año. No obstante, es capaz de rescatar elementos favorables de la experiencia.

Una estudiante manifiesta: “CG: quiero destacar otra competencia que tal vez no tiene mucho que ver con el ámbito científico pero que sí hace al proyecto, es el trabajo en grupo...”. Por tanto, aquí aparece plasmada una noción del trabajo científico en soledad, mientras que se lo naturaliza y valora en el ámbito educativo. Se trasluce una idea de la naturaleza de la ciencia, en cuanto a las formas de generar conocimiento, como un espacio diferente al del aprendizaje.

Sobre la competencia 6, dos elementos resultaron ser identificados como favorables en el trabajo en equipos: la complementariedad entre los integrantes de los equipos, y el apoyo mutuo en los momentos difíciles.

CG: ...no se aprende solo, porque todos compartimos, porque tal vez yo de esto no se mucho pero mi compañera sí, y me puede ayudar a entenderlo y entre todos podemos construir algo,...”; “como éramos seis, una decía vamos a probar con otra cosa, la otra decía vamos a reflexionar. Gracias compañeras, si no, hubiera abandonado el curso.

Por tanto, la competencia de trabajar colaborativamente, constituye un elemento que adquirió tal importancia, que hasta evitó que algún estudiante se desvinculara. Este aumento del compromiso y la motivación en el aprendizaje, también fue reportado como parte de sus resultados en el trabajo de Toledo y Sánchez (2018).

CONCLUSIONES

El trabajo persiguió evidenciar y valorar el desarrollo de competencias científicas en estudiantes y proporcionar conocimiento acerca de las ventajas del trabajo en modalidad ABP en la formación de docentes. Ese conocimiento permitirá orientar experiencias futuras, al explorar las fortalezas y las debilidades que deberán afrontarse para mejorar los aprendizajes.

La experiencia muestra que se puede trabajar con la metodología ABP, contemplando las demandas curriculares de la formación de docentes. Las temáticas elegidas por los estudiantes permitieron abordar conceptos y procedimientos del programa curricular (CFE, 2008), y responden a la curiosidad de los estudiantes y a su entorno académico. De acuerdo a dicho programa, se cumplió con la recomendación de acercarse a temáticas y metodologías que pueden abordarse en la práctica pre profesional, la lectura de materiales producidos por científicos y la experimentación.

La metodología ABP habilitó el desarrollo de competencias que ponen en juego los saberes necesarios para llevar adelante un emprendimiento donde se genera conocimiento científico, por medio de la búsqueda de fuentes teóricas adecuadas, aplicación de técnicas de colecta de datos, análisis de resultados, elaboración de conclusiones y la comunicación de lo aprendido, en diferentes formatos. Hubo superación parcial en algunas de las dificultades detectadas al mediar el año: el manejo de buscadores, la identificación de recursos bibliográficos relacionados con las temáticas. Sin embargo, persisten otras dificultades, como jerarquizar y seleccionar las mismas. El reconocimiento de la ciencia como un proceso social, perfectible y situado, se logró, ya que los estudiantes abordaron temáticas cercanas a su entorno, y afirman que se puede aprender del error. No obstante, la noción del carácter histórico del conocimiento científico no surgió como un elemento del que hayan tomado consciencia los estudiantes, y no asociaron el trabajo colaborativo como un fenómeno vinculado a las ciencias sino al aprendizaje.

La experiencia mostró que, de acuerdo a otras, como las de Bergós y Cabrera (2014) y Toledo y Sánchez (2018), el ABP requiere por parte de los estudiantes más tiempos de lectura reflexiva y profunda, y contar con una orientación constante sobre las fuentes de consulta bibliográfica. Los grupos avanzan a diferentes ritmos, y las dificultades de cada equipo son distintas, por lo que los apoyos deben ser específicos y no generales para toda la clase. El aspecto conceptual, como los contenidos teóricos, en el desarrollo de las competencias, parecería ser uno de los puntos que requeriría mayor fortalecimiento en estos estudiantes.

Uno de los hallazgos emergentes constituye la metacognición promovida en los estudiantes, por medio del cuestionario, sobre el nivel de desarrollo de sus competencias. La encuesta mostró que inicialmente se percibían en un nivel mayor que al finalizar el año, aunque el análisis documental y la observación de clases proporciona la información contraria: algunas competencias que estaban débilmente desarrolladas al inicio, mejoraron, y en otras hay aún necesidad de superación, al finalizar la experiencia. Estas evidencias muestran que haber puesto a los estudiantes en situación de reflexionar sobre sus capacidades, a la vez que se las pone en acción por medio de la implementación de los proyectos, les ayuda a concebir mejor sus fortalezas y a reconocer lo que aún les queda por superarse. De acuerdo a Menon y Sadler (2016), la autoeficacia se vincula con la motivación, por lo que los docentes deberán vigilar que el descenso en la confianza personal, que se evidenció en este caso, no provoque el efecto colateral no deseado de la disminución en el interés por aprender ciencias. El cuestionario, se constituyó en este caso, en una "herramienta de intervención", que a la vez de proporcionar datos, sumando a la diversidad metodológica, promueve la metacognición (Mellado et al., 2002, p. 51).

Las recomendaciones que surgen para próximas experiencias son: intensificar la vigilancia epistemológica sobre las fuentes de conocimiento en la construcción de los marcos teóricos; reforzar la explicitación de los elementos referidos a la naturaleza de la ciencia, en especial la dimensión histórica de la construcción de conocimiento; mantener una atención adecuada a los procesos a la interna de cada grupo, para atender a la diversidad de formas y ritmos de aprendizaje; mejorar el abordaje de aspectos teóricos de las disciplinas; profundizar el impulso a la metacognición, mediante instancias de reflexión sobre sus aprendizajes, durante el desarrollo de los proyectos. Se concluye que la metodología ABP si bien requiere esfuerzos suplementarios tanto por parte de docentes como de estudiantes, constituye una modalidad oportuna a nivel de educación terciaria, para el desarrollo de competencias científicas. Permite sostener los niveles académicos teóricos que dicho nivel requiere, a la vez que mejora la motivación, fortalece el compromiso y la autonomía, y propicia la responsabilidad y consciencia de los estudiantes sobre sus aprendizajes.

Una limitante que identificamos en esta investigación es que la rúbrica, instrumento usado para valorar el desarrollo de competencias, como sistema categorial y como guía de observaciones, no fue validado. Se debió a que las competencias científicas que se utilizaron provienen de un instrumento sí validado, el repertorio de competencias científicas. Sin embargo, se reconoce que hubiera sido importante validar estas nuevas herramientas derivadas de éste.

REFERENCIAS

- Anderson, G. y Herr, K. (2007). El docente-investigador: Investigación - Acción como una forma válida de generación de conocimientos. En: I. Sverdlick (Ed.) La investigación educativa: Una herramienta de conocimiento y de acción. Noveduc. pp: 47-69.
- Bergós, L. y Cabrera, C. (2014). Aprendizaje Basado en Proyectos para estudiantes de biociencias de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República, Uruguay. XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Río Negro, Argentina. https://www.researchgate.net/publication/320311070_Aprendizaje_Basado_en_Proyectos_para_estudiantes_antes_de_biociencias_de_la_Facultad_de_Ciencias_de_la_UdelaR_Uruguay
- Bosch, H., Naso, C. y Bergero, M. (2019). Educación STEM como base de competencias científicas de docentes universitarios. XIX Colóquio Internacional de Gestão Universitária, Florianópolis, RS, Brasil. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/201857>
- Calvo Aguilar, D. y Arias García, J. (2017). Propuesta de intervención educativa en un instituto de Enseñanza Secundaria centrada en el Aprendizaje Basado en Proyectos: «Diseñemos una carretera». Campo Abierto. Revista De Educación, 36(2), 211-228. <https://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/2935>
- CFE (2008). Programa para el curso de ciencias naturales 3er año de magisterio Plan 2008. CFE. https://www.cfe.edu.uy/images/stories/pdfs/planes_programas/magisterio/2008/3/ciencias_naturales_3.pdf
- CFE (2020). Plan de desarrollo 2020-2024. CFE. https://www.cfe.edu.uy/images/stories/pdfs/documentos_aprobados_cfe/2021/plan_desarrollo_cfe.pdf

- CFE (2021). Análisis de los aportes emanados de las distintas instancias de participación y reflexión convocadas en el marco del proceso de transformación curricular del consejo de formación en educación. CFE. https://www.cfe.edu.uy/images/stories/pdfs/documentos_aprobados_cfe/2021/Sistematizacion_de_aportes_de_la_Jornada_Institucional_CFE_2021.pdf
- CFE (2022). Plan 2023 de la formación de grado de los educadores. Maestro de Educación Primaria. CFE. https://cfe.edu.uy/images/stories/pdfs/planes_programas/plan_2023/maestro_educador_primaria/acta_extr_11_res3136_CODICEN_Plan_Formacion_Maestro_Educacion_Primaria.pdf
- Colorado Ordoñez, P. y Gutiérrez Gamboa, L. A. (2016). Estrategias didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación superior. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 8(1), 148–158. <https://doi.org/10.22335/rict.v8i1.363>
- Díaz Barriga, F. (2015). ¿Es posible enseñar competencias disociadas de los contenidos curriculares? En A. de Alba & A. C. Lopes (Eds.), *Diálogos curriculares entre México y Brasil*, 235-252. UNAM. <http://www.iisue.unam.mx/libros>
- Elliot, J. (2000). *La investigación-acción en educación*. 4ta Edición. Ediciones Morata, S. L.
- Guisasola, J. y Garmendia, M. (eds.) (2014). *Aprendizaje basado en problemas, proyectos y casos: diseño e implementación de experiencias en la universidad*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, Euskal Herriko Unibertsitateko Argitalpen Zerbitzua.
- Hernández, R., Fernández, C. y Batista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. 6° ed. McGraw-Hill.
- Herrada Valverde, R. y Baños Navarro, R. (2018). Revisión de experiencias de aprendizaje cooperativo en ciencias experimentales. *Campo Abierto. Revista De Educación*, 37(2), 157-170. <https://relatec.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/2987>
- Latorre, A. (2003). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Graó: España.
- Mellado, V., Peme-Aranega, C., Redondo, C., y Bermejo, M. L. (2002). Los mapas cognitivos en el análisis gráfico de las concepciones del profesorado de ciencias experimentales. *Campo Abierto. Revista De Educación*, 22(2), 37-58. <https://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/4285>
- Menon, D. y Sadler, T. D. (2016). Preservice elementary teachers' science self-efficacy beliefs and science content knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 27(6), 649-673. <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10023409>
- Perrenoud, P. (2008). *Construir competencias desde la escuela*. J.C. Sáez Editor.
- Praia, J.; Gil-Pérez, D. y Vilches, A. (2007). O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, 13 (2), 141-156. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132007000200001>
- Sanmarti Piug, N. y Márquez Bargalló, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1 (1), 3-16. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- Toledo, P. y Sánchez, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia universitaria. *Profesorado: revista de curriculum y formación del profesorado*, 22 (2). DOI: 10.30827/profesorado.v22i2.7733
- Umpiérrez Oroño, S. y Rodríguez, E. (2017). Aportes para el diseño de una herramienta para el seguimiento y evaluación de experiencias innovadoras. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 16 (31), 107 - 126. DOI: 10.21703/rexe.2017311071267
- Umpiérrez Oroño, S. (2019). Clasificación temática, construcción de sistema de categorías y repertorio de competencias científicas para el análisis cualitativo de trabajos finales de carrera. *Rutas de formación: prácticas y experiencias*, 9, 55–69. <https://doi.org/10.24236/24631388.n.2019.3315>.
- Umpiérrez Oroño, S. (2020). Análisis de trabajos finales de grado de la carrera de maestra/o en educación primaria de Uruguay. Informe final de año sabático. CFE. <http://repositorio.cfe.edu.uy/bitstream/handle/123456789/1408/Umpierrez%2c%20S.%2c%20Analisis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

ANEXO 1. Rúbrica construida para valorar los aprendizajes y como herramienta de la investigación.

COMPETENCIA	Estadio inicial	En desarrollo	Avanzado
Vincular y comparar diversas teorías, conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, con su presencia o incidencia en la vida cotidiana y con el contexto.	No conoce las principales teorías, conocimientos básicos, metodologías científicas y tecnologías. No las identifica en hechos cotidianos y con su vida. No es capaz de vincularlos con elementos, procesos y fenómenos del contexto.	Conoce algunas de las teorías, ciertos conocimientos relevantes, metodologías científicas y tecnologías. No las identifica en hechos cotidianos y con su vida. No es capaz de vincularlos con elementos, procesos y fenómenos del contexto.	Conoce las teorías, conocimientos, metodologías científicas y tecnologías, las identifica en hechos cotidianos y con su vida. Es capaz de vincularlos con elementos, procesos y fenómenos del contexto.
Generar conocimiento aplicando metodologías científicas.	No puede emprender o proponer actividades experimentales para generar conocimiento, no aplica metodologías científicas acordes con el nivel terciario, y/o no mantiene concordancia con los objetivos que persigue o las preguntas que se plantea.	Puede emprender actividades experimentales para generar conocimiento, sin embargo no aplica metodologías científicas acordes con el nivel terciario, y/o no mantiene concordancia con los objetivos que persigue o las preguntas que se plantea.	Puede emprender actividades experimentales para generar conocimiento, aplicando metodologías científicas acordes con el nivel terciario, y en concordancia con los objetivos que persigue o las preguntas que se plantea.
Seleccionar y jerarquizar las fuentes de información por las que se comunica o informa un hecho o proceso científico.	Todos o la mayoría de los materiales que utilizan no son académicos arbitrados o de fuentes institucionales terciarias, universitarias o estatales.	Algunos de los materiales que se utilizan provienen de blogs, scribd, otros estudiantes, personas sin identificación académica o de niveles curriculares inferiores al terciario, enciclopedias, Wikipedia, diccionarios que no sean de la RAE, periódicos.	Utilizan materiales académicos arbitrados y de fuentes institucionales terciarias, universitarias o estatales.
Comunicar los conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, en diversas modalidades (oral, escrita, gráfica).	No logran comunicar los aspectos medulares de su proyecto de forma gráfica, escrita y oral y están ausentes la mayoría de las siguientes características: inteligible, con uso de vocabulario técnico, estéticamente atractiva y organizada, con buena sintaxis, sin faltas de ortografía y adaptada al público destinatario.	Logran comunicar los aspectos medulares de su proyecto de forma gráfica, escrita y oral con la mayoría de las siguientes características: inteligible, con uso de vocabulario técnico, estéticamente atractiva y organizada, con buena sintaxis, sin faltas de ortografía y adaptada al público destinatario.	Logran comunicar los aspectos medulares de su proyecto de forma gráfica, escrita y oral con las siguientes características: inteligible, con uso de vocabulario técnico, estéticamente atractiva y organizada, con buena sintaxis, sin faltas de ortografía y adaptada al público destinatario.
Dimensionar la ciencia como una producción humana perfectible, social e histórica.	Hacen mayor referencia a los resultados finales que al proceso. No reconocen los logros ni identifican los aspectos mejorables. No dimensionan el proyecto como instancia de aprendizaje de contenidos y desarrollo de competencias científicas.	Hacen igual referencia a los resultados finales que al proceso. Reconocen solo algunos de los logros y de los aspectos mejorables. No analizan las razones de los aspectos menos logrados del proyecto o lo hacen de forma poco crítica. Dimensionan el proyecto como instancia de aprendizaje de contenidos o desarrollo de competencias científicas.	Reflexionan acerca de la importancia del proceso, reconocen los logros e identifican los aspectos mejorables. Analizan las razones de los aspectos menos logrados del proyecto. Dimensionan el proyecto como instancia de aprendizaje de contenidos y desarrollo de competencias científicas.
Trabajar colaborativamente en emprendimientos de carácter científico.	El trabajo de los equipos no es colaborativo, es desorganizado, no hay liderazgos distribuidos o un solo estudiante lleva adelante el liderazgo de forma centralizada, a lo largo de todo el proyecto. Las tareas no se distribuyen por acuerdos. No existe proyección a corto ni largo plazo, en la planificación.	El trabajo de los equipos es colaborativo, pero está desorganizado, hay liderazgo centralizado en un solo estudiante o distribuido por parte de algunos estudiantes, en ciertos momentos del proyecto. Las tareas se distribuyen por acuerdos implícitos. Existe proyección a corto plazo, en la planificación.	El trabajo de los equipos es colaborativo, está organizado, hay liderazgo distribuido por parte de algunos estudiantes, en algunos o todos los momentos del proyecto. Las tareas se distribuyen por acuerdos que se hacen explícitamente. Existe proyección tanto a corto como a largo plazo, en la planificación.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2. Cuestionario aplicado a los estudiantes para valorar su autopercepción sobre el nivel de desarrollo de competencias.

Cuestionario on line individual: Este cuestionario es una instancia de autoevaluación reflexiva, no es una instancia de evaluación y por tanto no corresponde calificación. Los datos serán utilizados para una investigación llevada a cabo entre las docentes de CCNN. Los datos serán analizados de forma anónima. Agradecemos desde ya su colaboración respondiendo a las preguntas. Marca en qué situación te sientes en relación a las siguientes competencias científicas. Al final hay dos preguntas sobre el proceso.

1. **Vincular y comparar diversas teorías, conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, con su presencia o incidencia en la vida cotidiana y con el contexto.** Marca solo un óvalo
 - No conozco las principales teorías, conocimientos básicos, metodologías científicas y tecnologías. No las identifico en hechos cotidianos y con mi vida. No soy capaz de vincularlos con elementos, procesos y fenómenos del contexto.
 - Conozco algunas de las teorías, ciertos conocimientos relevantes, metodologías científicas y tecnologías. No las identifico en hechos cotidianos ni en mi vida. No soy capaz de vincularlos con elementos, procesos y fenómenos del contexto.
 - Conozco las teorías, conocimientos, metodologías científicas y tecnologías, las identifico en hechos cotidianos y en mi vida. Soy capaz de vincularlos con elementos, procesos y fenómenos del contexto.
2. **Generar conocimiento aplicando metodologías científicas.** Marca solo un óvalo
 - No puedo emprender o proponer actividades experimentales para generar conocimiento, no aplico metodologías científicas acordes con el nivel terciario, y/o no mantengo concordancia con los objetivos que persigo o las preguntas que me planteo.
 - Puedo emprender actividades experimentales para generar conocimiento, sin embargo no aplico metodologías científicas acordes con el nivel terciario, y/o no mantengo concordancia con los objetivos que persigo o las preguntas que me planteo.
 - Puedo emprender actividades experimentales para generar conocimiento, aplicando metodologías científicas acordes con el nivel terciario, y en concordancia con los objetivos que persigo o las preguntas que me planteo.
3. **Seleccionar y jerarquizar las fuentes de información por los que se comunica o informa un hecho o proceso científico.**
4. Todos o la mayoría de los materiales que utilizo, no son académicos arbitrados o de fuentes institucionales terciarias-universitarias-estatales.
 - Algunos de los materiales que utilizo provienen de blogs, scribd, otros estudiantes, personas sin identificación académica o de niveles curriculares inferiores al terciario, enciclopedias, Wikipedia, diccionarios que no sean de la RAE, periódicos.
 - Utilizo materiales académicos arbitrados y de fuentes institucionales terciarias-universitarias-estatales.
5. **Comunicar los conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, en diversas modalidades (oral, escrita, gráfica).**
6. No logro comunicar los aspectos medulares de mi proyecto de forma gráfica, escrita y oral y están ausentes la mayoría de las siguientes características: inteligible, con uso de vocabulario técnico, estéticamente atractiva y organizada, con buena sintaxis, sin faltas de ortografía y adaptada al público destinatario.
 - Logro comunicar los aspectos medulares de mi proyecto de forma gráfica, escrita y oral con la mayoría de las siguientes características: inteligible, con uso de vocabulario técnico, estéticamente atractiva y organizada, con buena sintaxis, sin faltas de ortografía y adaptada al público destinatario.
 - Logro comunicar los aspectos medulares de mi proyecto de forma gráfica, escrita y oral con las siguientes características: inteligible, con uso de vocabulario técnico, estéticamente atractiva y organizada, con buena sintaxis, sin faltas de ortografía y adaptada al público destinatario.
7. **Dimensionar la ciencia como una producción humana perfectible, social e histórica.** Marca solo un óvalo
 - Hago mayor referencia en los resultados finales que en el proceso. No reconozco los logros ni identifico los aspectos mejorables. No dimensiono el proyecto como instancia de aprendizaje de contenidos y desarrollo de competencias científicas.
 - Hago igual referencia a los resultados finales que al proceso. Reconozco solo algunos de los logros y de los aspectos mejorables. No analizo las razones de los aspectos menos logrados del proyecto o lo hago de forma poco crítica. Dimensiono el proyecto como instancia de aprendizaje de contenidos o desarrollo de competencias científicas.
 - Reflexiono acerca de la importancia del proceso, reconozco los logros e identifico los aspectos mejorables. Analizo las razones de los aspectos menos logrados del proyecto. Dimensiono el proyecto como instancia de aprendizaje de contenidos y desarrollo de competencias científicas.
8. **¿Cómo se eligió el tema que el grupo está investigando?** Puedes marcar más de una opción, pero trata de marcar solo las que el equipo consideró inicialmente para la elección. Selecciona todos los que correspondan.
 - Se acerca o comparte con los temas que tenemos que trabajar en la práctica.
 - Sentíamos curiosidad.
 - Queríamos hacer una contribución científica al conocimiento de dicha temática.
 - Consideramos que es un aporte a la cultura.
 - Creemos que es un tema socialmente importante.
 - Es un tema de interés ambiental.
 - La temática aporta a la salud (física, emocional, mental) de las personas.
 - El tema se vincula con el programa de Ciencias Naturales.
 - Nos pareció que era información relevante para el instituto de formación docente, la comunidad educativa y/o el sistema educativo.
 - Otros:
9. **¿Cómo te sientes trabajando en proyecto y en equipo?** Puedes marcar más de una opción, pero intenta marcar solo aquellas con las que más de identifiques. Selecciona todos los que correspondan.
 - Trabajo con comodidad
 - Me divierto y aprendo
 - No hemos llegado fácilmente a acuerdos, tenemos intereses y formas de trabajo muy diferentes
 - Siento que la colaboración me ayuda a llegar más lejos.
 - No todos los integrantes trabajan con la misma responsabilidad e intensidad.
 - Aprendo más y mejor con otros.
 - Hubiera preferido trabajar individualmente.
 - Al escuchar el trabajo de los otros grupos, aprendo no solo del tema de mi grupo sino también el de los otros.
 - Otros: