



Cómo citar este artículo:

Imbert Romero, N. D. & Elósegui Bandero, E. (2020). Mejoras en el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de primer año de secundaria en un liceo de Uruguay. *MLS Educational Research*, 4 (1), 22-40. doi: 10.29314/mlser.v4i1.247

MEJORAS EN EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA EN ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE SECUNDARIA EN UN LICEO DE URUGUAY

Nelky Daisy Imbert Romero

Universidad Internacional Iberoamericana (Uruguay)

daisyimbertromero@gmail.com · <http://orcid.org/0000-0002-2821-2844>

Eduardo Elósegui Bandera

Universidad de Málaga (España)

elosegui@uma.es · <http://orcid.org/0000-0001-8938-8379>

Resumen. Se hace necesario un cambio en el aprendizaje, que logre el gusto por las Ciencias y desarrollo de competencia científica en los estudiantes. Se elaboraron secuencias didácticas y se aplicaron evaluaciones al inicio y al final del año lectivo, con el objetivo de analizar la influencia del trabajo con Proyectos de Indagación en el desarrollo de la competencia científica en dos grupos de la investigación acción. La investigación de corte mixto, se realizó en un liceo de contexto sociocultural desfavorable. La selección de la docente se efectuó por muestreo empírico. La docente seleccionó el mejor grupo de primer año y el de mayores dificultades. Intervinieron 38 estudiantes. Se efectuó análisis de documentos de las rúbricas aplicadas a la propuesta diagnóstica y a la evaluación final. Al inicio del año los resultados en 1º 1, corresponden a un 50 % de respuestas aceptables, en tanto 1º 3, logra un 38,9 %. En la evaluación final los grupos que trabajaron en proyectos de indagación obtuvieron un 56,9 % y 54,9 % respectivamente. Cuando se analizan las diferencias para primero 1 para cada uno de los indicadores medidos se aprecia que, de forma significativa, mejoran en tres de los nueve indicadores y para primero 3, en cuatro.

Palabras clave: competencia científica, proyectos de indagación, rúbricas.

IMPROVEMENTS IN THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC COMPETENCE IN FIRST GRADERS STUDENTS IN A HIGH SCHOOL IN URUGUAY

Abstract. It is necessary to provoke a change in learning to achieve motivation, taste for science and the development of scientific competence in students. Thus, during the action research, didactic sequences were developed, and evaluations were applied at the beginning and at the end of the school year in order to analyze the influence of working with Research Projects on the development of scientific competence in

two groups. The mixed-cut research was carried out in a lyceum with an unfavorable sociocultural context. The selection of the teacher was carried out by empirical sampling. It was the teacher who selected the best group of first graders and the one with the greatest difficulties. In total, 38 students participated in the study. A documentary analysis was made. It included the rubrics applied to the diagnostic proposal and to the final evaluation. At the beginning of the year, the results in the group 1st grade 1 correspond to a 50% of acceptable answers, whereas the group 1st grade 3 achieved a 38.9%. In the final evaluation, the groups which worked in Research Projects obtained a 56.9% and a 54.9% respectively. When the differences are analysed in the light of all the indicators measured, it can be seen that while in 1st grade 1 there were significant improvements in three of the nine indicators; in 1st grade 3 the improvements were evident in four of them.

Key words: scientific competence, Research Projects, rubrics.

Introducción

Esta investigación es de interés para la comunidad científica porque con ella se busca sensibilizar a los docentes para reflexionar sobre su práctica de aula y planificar sus clases teniendo en cuenta las investigaciones en didáctica de las ciencias. Es importante además porque los resultados obtenidos no se acotan a la percepción de los docentes ni de los estudiantes, trasciende las mismas ya que se evalúan los resultados obtenidos, en el proceso realizado por los estudiantes, en el transcurso de un año lectivo. En el presente artículo se analiza el progreso que logran realizar, estudiantes de primer año de enseñanza media en un liceo de contexto socio cultural desfavorable, en el desarrollo de la competencia científica, cuando la docente trabaja con Proyectos dentro del modelo didáctico de aprendizaje por indagación.

Los datos fueron recogidos en el transcurso de una investigación realizada en el año 2017, correspondiente a la tesis de Doctorado.

La investigación de corte mixto, se realizó desde una perspectiva socio-crítica, ya que se pretendía analizar la situación y transformarla. Correspondió a una investigación-acción, la que se implementó a través de la planificación de proyectos a partir de los contenidos curriculares, para favorecer el desarrollo de la competencia científica. Se complementó con un enfoque cuantitativo al comparar con un grupo testigo.

Surgió la necesidad de implementar esta investigación porque actualmente se continúa constatando que la enseñanza que se imparte en las aulas no produce buenos resultados. Solbes y Tarín (2007) expresan que se verifica que los estudiantes ya no se interesan por la ciencia; en cambio Sánchez (2013) pone de manifiesto que el aprendizaje colaborativo basado en proyectos, constituye un estímulo para aprender y los estudiantes desarrollan capacidad proactiva. Agregan, además, que tener la posibilidad de seleccionar las actividades a partir de su interés favorece la profundización en los contenidos del curso.

En otra investigación realizada por Rodríguez-Sandoval, Vargas-Solano y Luna-Cortés (2008) denominada “Evaluación de la estrategia: aprendizaje basado en proyectos”, el 80% de los encuestados consideran que aprendieron a planificar, consultar bibliografía, aplicar conocimientos adquiridos, interpretar y analizar datos, comunicar resultados y trabajar en grupo.

En un estudio efectuado por Chin y Osborne (2008) un 75 % de los educandos de sexto año eligieron investigar preguntas elaboradas por ellos mismos. Los jóvenes

describieron el trabajo como “emocionante, divertido e interesante”, lo que indica la importancia de partir de su curiosidad.

Este modelo didáctico ha demostrado en otras comunidades que es muy válido. Franco Mariscal (2015, p. 231) describe el aprendizaje por investigación, partiendo de la contextualización de una situación. La investigación correspondió a un estudio de caso sobre corrosión de metales.

Trabajó con siete dimensiones, que fueron tomadas como referencia en la presente investigación: “planteamiento de la investigación; manejo de la información; planificación y diseño de la investigación; recogida y procesamiento de datos; análisis de datos y emisión de conclusiones; comunicación de resultados, actitud o reflexión crítica y trabajo en equipo” (Franco-Mariscal, 2015, p. 240)

La importancia de considerar a los docentes como diseñadores puede apreciarse también en la investigación realizada por Llorente, Domènech, Ruiz, Selga, Serra, Domènech-Casal (2017). Ellos constataron que, a través del diseño de Proyectos de Investigación surgidos del contexto, se pueden desarrollar las dimensiones conceptual, procedimental y epistémica de la Competencia Científica.

En tanto Crujeiras (2015), investigó sobre el “enfoque del aprendizaje basado en las prácticas” en química. Los principales resultados de la investigación indican que se observa un progreso en el desempeño de los estudiantes, observándose que, al final del estudio, elaboran diseños que les posibilitan la resolución de tareas y analizan e interpretan datos, sin ayuda del docente.

En 2012 Uruguay participó por cuarta vez en “Programme for International Student Assessment” (PISA). Los puntajes en ciencias para Uruguay fueron de 416 en tanto el promedio de la OCDE obtuvo 501 y Shanghái 580. Las preguntas que presentan el mayor porcentaje de omisión, son las que requieren ser elaboradas por el estudiante. Mientras que en 2006, con un 43 %, y 2009, con un 37 % la omisión, correspondió a la “categoría de sistemas vivos, capacidad explicar fenómenos científicamente”, en 2009 se debía proponer una explicación acerca de la acción de los antibióticos sobre las bacterias (ANEP, 2013, p. 198)

Se considera que, si los docentes participan de una investigación-acción, aunque no lean las investigaciones en didáctica, referido por Gil Pérez y Vilches (2013) podrán conocer este modelo didáctico e implementarlo.

El objetivo de esta investigación fue analizar el impacto del modelo didáctico de aprendizaje por investigación en el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de enseñanza secundaria.

Método

Diseño

La metodología corresponde a una investigación mixta de corte longitudinal enmarcada en la perspectiva de la investigación-acción participativa, que se complementa con un diseño AB de medias repetidas.

Se planteó un diagnóstico inicial, al comienzo del curso, que proponía una situación problemática que abarcaba diferentes actividades y que permitió evaluar las diferentes capacidades de la competencia científica. Se evaluó con una rúbrica las capacidades que desplegaron los estudiantes para resolver la propuesta.

Se trabajó durante el año en la planificación de tres secuencias, utilizando diferentes estrategias del modelo didáctico de aprendizaje por indagación para desarrollar las distintas dimensiones y capacidades de la competencia científica, cada secuencia permitió desarrollar un proyecto de indagación.

Al finalizar el año, se planteó una situación problemática abierta y se observaron las capacidades de la competencia científica que emplearon los estudiantes para resolverla.

Las pruebas se enmarcaron en situaciones reales o posibles, ya que se pretende medir el saber, saber hacer y saber ser, en contexto.

A los efectos de observar el desarrollo de la competencia científica en el transcurso de la investigación y preparar la evaluación inicial y final se elaboró la tabla 1 en la que se toman las categorías, dimensiones y capacidades diseñadas por Franco Mariscal (2015) y se incorpora una nueva categoría, que se extrae de la evaluación PISA, la cual corresponde al conocimiento científico (ANEP, 2016).

Tabla 1
Categorías, dimensiones y capacidades comprendidas en la competencia científica

Categorías	Dimensiones	Capacidades
Conocimiento científico	Conocimiento de los contenidos de Biología	<i>Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica.</i>
	Planteamiento de la investigación	<i>Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular hipótesis.</i>
Conocimiento acerca de la ciencia (procedimental y epistémico)	Manejo de la información	<i>Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.</i>
	Planificación y diseño de la investigación	<i>Identificar variables. Diseñar una metodología. Realizar experiencias. Observar sistemáticamente.</i>
	Recogida y procesamiento de datos	<i>Seleccionar y emplear el instrumento de medida más adecuado. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos).</i>
	Análisis de datos y emisión de conclusiones Comunicación de los resultados de la investigación	<i>Interpretar los resultados. Formular conclusiones. Dar a conocer los resultados.</i>
Actitud hacia la actividad científica	Actitud, reflexión crítica y trabajo en equipo	<i>Interesarse por problemas científicos, valoración del enfoque científico y conciencia ambiental. Reflexionar de forma crítica sobre los resultados. Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones.</i>
Relevancia social de la ciencia (contexto personal, local y global)	Vinculación de la ciencia en el contexto con los valores y normas de la sociedad	<i>Identificar prácticas científicas beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos. Participar como integrantes de una comunidad en la reflexión colectiva a partir del proceso de investigación.</i>

Nota: Elaboración propia, modificado de Franco Mariscal (2015, p.240) y PISA citadas en ANEP (2016)

Participantes

La selección de la ciudad de ubicación del liceo se realizó tomando las sugerencias del Consejo de Educación Secundaria. Se eligió la ciudad de Paso de los Toros, en el departamento de Tacuarembó.

Se tomó como muestra el liceo de contexto social crítico, ya que concurren estudiantes que por lo general se desmotivan y dejan de asistir en el transcurso del año.

La tipificación de liceo de contexto sociocultural desfavorable, se efectúa sobre la base de categorizaciones que maneja el Consejo de Educación Secundaria. Se trata de una institución que además registra rezago y abandono escolar al finalizar el primer semestre de clases. Estos centros de estudio son los que requieren con mayor urgencia un cambio en las metodologías que se aplican en el aula.

Se formó un equipo de trabajo colaborativo junto a tres docentes del liceo y se implementó la investigación en seis cursos, dos de cada docente, lo que correspondió a un total de 115 estudiantes al inicio. En el presente artículo solamente se hace referencia al trabajo de una docente con dos grupos de primer año.

La selección de los docentes se realizó de acuerdo con el lugar de trabajo (muestreo empírico), es decir que se eligió entre las docentes que trabajan en el liceo seleccionado. Además, por tratarse de una investigación-acción, se tuvo en cuenta la disposición para llevar adelante la experiencia y la apertura de los docentes para planificar en equipo y compartir el trabajo de los estudiantes, características que corresponden a un tipo de muestreo intencional. Asimismo, se consideró su antigüedad (ubicadas entre el segundo y cuarto grado del escalafón), la formación (egresadas de institutos de formación docente) y la permanencia durante el año lectivo.

Respecto a los cursos, se seleccionaron los que los docentes estimaron como, respectivamente, el mejor y el que presentaba mayores dificultades, de cada una de ellas, para que existiera representatividad en los estudiantes de educación media respecto a la diversidad presente en las aulas. A la muestra se agregaron dos grupos de control, en los que se aplicó la evaluación final.

Instrumentos

Como instrumento, se desarrolla una propuesta de inicio para primer año. Previamente a la aplicación fue valorada por docentes de biología que realizaron sus aportes, posteriormente con dichos aportes se realizó un pretest en grupos diferentes a los primeros años que constituyeron la muestra. En ella se establecen los ítems para evaluar cada una de las capacidades que conforman la competencia científica. Luego de elaborarla, se adaptó la presentación, con un diseño más atractivo, a los efectos de interesar a los estudiantes (Anexo 1).

Se elaboraron rúbricas para evaluar la propuesta de inicio y final, ambas son similares, solamente varían en la referencia a los contenidos conceptuales, por esa razón, solamente se presenta en el Anexo 1 la utilizada para evaluar la propuesta inicial

Tabla 2

Rúbrica para evaluar la propuesta de inicio de 1.^{er} año.

	Excelente	Muy bueno	Aceptable	No satisface	
1	<p><i>Identificar cuestiones científicas.</i></p> <p><i>Explicar fenómenos científicamente.</i></p> <p><i>Utilizar evidencia científica.</i></p>	<p>Identifica y explica el problema en la situación propuesta: el pasto es un ser vivo.</p> <p>Propone varias actividades experimentales para comprobar que el pasto es un ser vivo: observación de células en el microscopio, observación del ciclo de vida.</p>	<p>Identifica y/o explica el problema en la situación propuesta: el pasto es un ser vivo.</p> <p>Propone una actividad experimental para comprobar que el pasto es un ser vivo.</p>	<p>Identifica el problema, pero no lo explica o lo hace con errores.</p> <p>No propone actividad experimental (evidencia científica).</p>	<p>No identifica cuestiones científicas y no logra explicar ni utilizar evidencia científica.</p>
2	<p><i>Identificar problemas científicos.</i></p> <p><i>Definir los objetivos de una investigación.</i></p> <p><i>Formular hipótesis.</i></p>	<p>Redacta una pregunta investigable.</p> <p>Identifica los objetivos y las hipótesis.</p>	<p>Redacta una pregunta que no es investigable.</p> <p>Define objetivos y formula hipótesis.</p>	<p>No logra redactar una pregunta.</p> <p>Identifica los objetivos, no formula correctamente las hipótesis.</p>	<p>No logra redactar una pregunta, identificar los objetivos ni formular hipótesis.</p>
3	<p><i>Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.</i></p>	<p>Interpreta correctamente la información de los textos e identifica conocimiento científico y vulgar.</p> <p>Fundamenta.</p>	<p>Interpreta correctamente la información de los textos e identifica conocimiento científico y vulgar.</p> <p>No fundamenta.</p>	<p>Reconoce el texto de conocimiento vulgar, pero no logra diferenciar el científico.</p>	<p>No logra diferenciar los tipos de información.</p>
4	<p><i>Identificar variables.</i></p>	<p>Identifica las variables.</p>	<p>Identifica una de las variables.</p>	<p>No logra identificar las</p>	<p>No logra identificar las</p>

		Excelente	Muy bueno	Aceptable	No satisface
	<i>Diseñar una metodología.</i>	Diseña una metodología y experiencias.	Diseña una metodología acorde al problema planteado.	variables, pero diseña una metodología .	variables ni diseña una metodología a.
	<i>Diseñar experiencias.</i>				
5	<i>Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos).</i>	Interpreta correctamente la información de la gráfica y menciona algunos factores en el crecimiento de los lirios acuáticos.	Interpreta correctamente la información de la gráfica y menciona un factor en el crecimiento de los lirios acuáticos.	No logra interpretar toda la información de la gráfica. El factor que menciona no es correcto o presenta confusión.	No interpreta la información de la gráfica y no menciona factores en el crecimiento de los lirios acuáticos.
6	<i>Formular conclusiones.</i>	Confronta objetivos y/o hipótesis con los resultados de forma adecuada.	Hace referencia a los objetivos y/o hipótesis y a los resultados, pero no logra confrontarlos para elaborar una conclusión.	La conclusión hace referencia a los resultados sin tener en cuenta objetivos e hipótesis.	La conclusión no tiene relación con la investigación realizada.
7	<i>Dar a conocer los resultados.</i>	Diagrama correctamente un póster con todos los ítems que debe contener. Es correcto el diseño en el papel.	Diagrama correctamente, pero le faltan algunos ítems. Es correcto el diseño en el papel.	Diagrama correctamente, pero le faltan muchos ítems. No es adecuado el diseño en el papel.	Los ítems mencionados para el póster no son seleccionados correctamente.
8	<i>Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y</i>	Tiene un correcto manejo del trabajo en equipo y el respeto a la opinión de los	Tiene un correcto manejo del trabajo en equipo y respeta la	Le gusta exponer sus ideas, pero no valora la opinión de los	No interviene en el trabajo en equipo.

	Excelente	Muy bueno	Aceptable	No satisface
<i>tomar decisiones.</i>	compañeros para tomar decisiones.	opinión de los compañeros, pero subvalora la opinión de otros para tomar decisiones.	compañeros para tomar decisiones o critica sin aportar o trabaja sin criticar.	
<i>Identificar prácticas científicas beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos.</i>	Difunde de diferentes formas los resultados de la investigación para que la comunidad participe.	Difunde de una forma los resultados de la investigación. No propone concientizar a la sociedad	No difunde los resultados de la investigación. Propone concientizar a la sociedad	No interactúa con la comunidad .
9 <i>Participar como integrantes de una comunidad en la reflexión colectiva a partir del proceso de investigación.</i>	Propone concientizar a la sociedad sobre el cuidado de los espacios verdes.	sobre el cuidado de los espacios verdes.	sobre el cuidado de los espacios verdes.	

Nota: Elaboración propia.

A los efectos de valorar el proceso realizado y obtener datos para la investigación se elaboró una propuesta final, que permitió comparar los resultados al inicio y final del año lectivo. La misma constó de diferentes ítems que permitieron evaluar las 9 capacidades de la competencia científica mencionados anteriormente (Anexo 2)

Análisis de datos

Para realizar el análisis se tomaron los puntajes que surgieron de las rúbricas aplicadas por los docentes a los trabajos de cada uno de los estudiantes y luego se resumieron los totales obtenidos por cada estudiante y grupo en cada una de las capacidades. Por último, se compararon los puntajes obtenidos en la propuesta inicial y final.

Con el paquete estadístico SPSS v.25 (IBM, 2017) se llevaron a cabo los análisis de corte cuantitativo. Por una parte, para comprobar la posible asociación entre la variable curso (VI) y la variable dimensión (VD), mediante tabla de contingencia se lleva a cabo un Análisis Crosstab, utilizando el índice de X^2 , entre ambos cursos de primero. Posteriormente, se comprueba las hipótesis de diferencias entre las medias de las puntuaciones obtenidas en cada uno de los indicadores y los cursos, mediante las pruebas: F (Anova) para el contraste paramétrico y U de Mann-Whitney para el contraste no paramétrico, una vez comprobado el supuesto de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene.

Para este artículo se toman los datos correspondientes a las rúbricas analizadas para primer año, fueron 38 de la propuesta inicial y 34 de la final.

Resultados

En cada prueba se analizaron las nueve dimensiones de la competencia científica presentadas en el Anexo 2.

Para valorar los resultados de las pruebas se aplicó una rúbrica con cuatro niveles de desempeño: excelente, muy bueno, aceptable y no logrado, a cada nivel le corresponde un puntaje de 3, 2, 1 y 0 respectivamente, lo que permite calificar al estudiante en la escala de 1 a 12 utilizada en el sistema educativo. El puntaje total que se podía obtener en la prueba era de 27 puntos. Para analizar los resultados en esta investigación, el puntaje total obtenido por cada estudiante se tradujo a categorías cualitativas a través de una escala, en la que los valores del 23 al 27 correspondían a la categoría de excelente, 18 a 22 muy bueno, 13 a 17 aceptable y 1 a 12 insuficiente.

En la propuesta inicial de los 18 estudiantes de primer año 1, solamente tres obtuvieron aceptable. En tanto en primer año 3, obtiene aceptable solamente un estudiante, de los 20 que realizan la evaluación.

A los efectos del análisis, se considera que el grupo en general obtiene un “aceptable” cuando el 70 % de los estudiantes alcanzan el “aceptable” o calificaciones superiores en las evaluaciones inicial y final en cada una de las capacidades.

Si se analiza por grupo y dimensión de la competencia científica, en la tabla N° 4 en primero 1, las dimensiones 1 y 5 son en las que mayor número de estudiantes alcanzan el aceptable, le siguen la dimensión 2 y 8. Las dimensiones en las que presentan mayor dificultad son la 4 y la 7.

En el caso de 1° 3 en la dimensión 3 es en la que obtienen mejores resultados, seguida por las dimensiones 1 y 2. Las dimensiones en las que presentan mayor dificultad son la 6 y la 7, que corresponde a “formular las conclusiones” y a “dar a conocer los resultados”, respectivamente.

Teniendo en cuenta que se les solicitó a las docentes que eligieran el mejor grupo y el grupo con mayores dificultades, es posible apreciar diferencias entre los grupos.

Mientras que 1° 1, obtiene un 50 % de respuestas aceptables, 1° 3, logra un 38,9 %.

Tabla 3
Resultados de las propuestas inicial y final en los grupos de 1° 1 y 1° 3.

	Propuesta inicial		Propuesta final		Total de estudiantes con respuestas correctas en cada ítem	
	1° 1	1° 3	1° 1	1° 3	P. inicial	P. final
1. Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica.	13	12	17	16	25	33
2. Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular hipótesis.	11	12	15	16	23	31
3. Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.	10	14	6	7	24	13
4. Identificar variables, diseñar una metodología, realizar experiencias.	4	5	8	5	9	13
5. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)	13	10	10	10	23	20
6. Formular conclusiones.	8	2	4	3	10	7
7. Dar a conocer los resultados.	3	0	5	2	3	7
8. Trabajar en equipo. Valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones.	11	11	13	16	22	29
9. Identificar prácticas científicas beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos.	8	4	9	9	12	18
Total ítems contestados correctamente.	81	70	87	84	151	171
Total estudiantes que hicieron la prueba.	18	20	17	17	38	34
% ítems correctos/ total estudiantes	50	38,9	56,9	54,9	44,2	55,9

Nota: Elaboración propia

En relación a la propuesta de evaluación final, en primero 1, son siete los estudiantes que obtienen aceptable en la prueba, en tanto en primero 3, son cinco. Se aprecia una leve mejoría en los resultados respecto a la propuesta inicial.

En un análisis por categoría ambos grupos obtienen mejores resultados en las categorías 1, 2 y 8 y los peores resultados se encuentran en las categorías 5 y 6 correspondientes a “procesar resultados” y “formular conclusiones”.

El grupo con peores resultados al inicio es 1° 3, que obtiene el 70 % solamente en una dimensión, no obstante, al finalizar el año logra el 70 % en tres dimensiones, generando un avance en dos dimensiones

En la propuesta final no se observan las diferencias iniciales entre los grupos del mismo grado. Es fundamental destacar que en primer año se pasa de puntajes iniciales de 50 % para 1° 1 y 38,9 % en 1° 3 a puntajes de 56,9 % y 54,9 % respectivamente. Se aprecia un avance en los resultados, además de lograrse una nivelación en los mismos.

Respecto al puntaje obtenido de acuerdo a las dimensiones de la competencia científica, logran el mejor resultado en la dimensión 1, en la que todos los estudiantes responden de forma aceptable y dimensión 5, donde el 88 % logra responder de forma aceptable o muy buena.

Si se analizan el total de ítems contestados correctamente por ambos grupos de la investigación acción, al inicio es de 44,2% y al final logran responder aceptablemente 55,9%. Se observa un leve progreso en el desarrollo de la competencia científica.

El análisis de la posible relación (comportamiento) entre los dos cursos respecto a los indicadores (ítems) medidos, realizado con la prueba de X^2 , ofrece resultados no significativos en todos los indicadores excepto para el 6 (Formular conclusiones). Es decir, que ambos cursos presentan una distribución similar en las realizaciones de los estudiantes, menos en el indicador 6 (Formular conclusiones) que presentan una asociación más favorable para los estudiantes de primero 1 (mayor puntuación aceptables y muy buenas)

Tabla 4

Resultados de los contrastes de diferencias de medias antes y después en los grupos de 1º 1 y 1º 3. Elaboración propia.

	Primero 1	Primero 3
1. Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica.**	F(1,33) = 15,000 p= 0,000	F(1,36) = 50,602 p= 0,000
2. Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular hipótesis.**	F(1,33) = 9,202 p= 0,005	F(1,36) = 27,366 p= 0,000
3. Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.	F(1,33) = 0,565 p= 0,458	F(1,36) = 0,511 p= 0,479
4. Identificar variables, diseñar una metodología, realizar experiencias.	U = 105,00 p= 0,060	U = 152,50 p= 0,494
5. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)	F(1,33) = 0,122 p= 0,729	F(1,36) = 0,137 p= 0,713
6. Formular conclusiones.	F(1,33) = 0,135 p= 0,715	U = 156,00 p= 0,472
7. Dar a conocer los resultados.	U = 132,00 p= 0,343	U = 150,00 p= 0,120
8. Trabajar en equipo. Valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones.*	F(1,33) = 2,250 p= 0,143	U = 105,50 p= 0,019
9. Identificar prácticas científica beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos.*	U = 131,00 p= 0,421	U = 104,50 p= 0,019
Puntuación total de los participantes**	F(1,33) = 4,155 p= 0,05	F(1,36) = 13,977 p= 0,001

Nota: * indicadores cuyas diferencias han sido significativas en uno de los cursos de primero.

** indicadores cuyas diferencias han sido significativas en ambos grupos de primero.

El análisis de las diferencias entre los grupos, ofrece los resultados descritos en la Tabla 4, donde se observan que mejoran significativamente ambos cursos en la puntuación total de la prueba: 1º-1 pasa de obtener una puntuación media de 7,11 con Dt= 4,35, a una puntuación media de 10,76 con Dt=6,14. El curso 1º-3 pasa de obtener una puntuación media de 5,95 con Dt= 4,73, a una puntuación media de 11,64 con Dt=4,48. Esta mejora se produce igualmente en ambos cursos para la dimensiones 1 (curso 1º-1: $M_{antes}=0,94$ Dt=0,80; $M_{después}=2,58$ y Dt=0,89; y curso 1º-3: $M_{antes}=0,65$ Dt=0,58; $M_{después}=2,35$ y Dt=0,86) y para la dimensión 2 (curso 1º-1: $M_{antes}=0,88$ Dt=0,96; $M_{después}=1,94$ y Dt=1,08; y curso 1º-3: $M_{antes}=1,00$ Dt=1,02; $M_{después}=2,64$ y Dt=0,86).

En el curso 1º - 1, no se producen más mejoras; en cambio, en el curso 1º-3 se producen mejoras estadísticamente significativas en las dimensiones 8 ($M_{antes}=1,55$ Dt=1,50; $M_{después}=2,70$ y Dt=0,77) y 9 ($M_{antes}=0,25$ Dt=0,55; $M_{después}=1,11$ y Dt=1,26)

Discusión y conclusiones

Es de destacar que las diferencias iniciales entre los grupos hacia el final se disipan, remontando los resultados inferiores para llegar a resultados similares entre los grupos del mismo grado.

Los estudiantes no logran el avance esperado en las diferentes capacidades de la competencia científica, no obstante, ello, puede apreciarse una leve mejora entre la aplicación de la propuesta de evaluación al inicio y la evaluación que realizan luego de trabajar con proyectos de indagación

El pequeño avance logrado, si bien no puede compararse, es afín a los resultados que se obtuvieron en una investigación realizada por Sánchez (2013) sobre aprendizaje colaborativo basado en proyectos, que tomó como sujetos de estudio a estudiantes de ingeniería, los resultados indican que a los discentes la experiencia les permitió desarrollar su proceso de aprendizaje, favoreció la profundización en los contenidos del curso y asumir con mayor responsabilidad la participación.

Sobre la dimensión cinco correspondiente a “analizar los resultados” en la que los estudiantes tuvieron mayor dificultad, Harlen (2007) menciona que, en el transcurso del ciclo escolar, hay un crecimiento de la experiencia de los estudiantes, por lo cual podrán recoger información más compleja en la medida en la que avancen en este tipo de tareas. Desarrollar la competencia científica es un proceso que lleva tiempo y no se logra en un año lectivo, por esa razón es importante el progreso que se pudo observar, aunque sea escaso.

En relación a la dimensión seis de “elaborar conclusiones”, Harlen (2007) se refiere a las dificultades que presentan los estudiantes cuando elaboran conclusiones. Esta autora marca la dificultad en ambas dimensiones lo que unido a un escaso abordaje de las mismas puede incidir en los bajos resultados, de allí puede deducirse la importancia de que el desarrollo de la competencia científica debe promoverse a lo largo de toda la escolarización.

Ambos grupos lograron una mejora en las dimensiones de la competencia científica, con exiguos avances en el transcurso de un año lectivo, pero muy importantes para el inicio en el trayecto de educación media, teniendo en cuenta que corresponden a grupos que cursaron primer año. Asimismo, es posible observar las diferencias en los resultados que logran los grupos que trabajaron en proyectos de indagación y los que no lo hicieron.

Las dificultades que implica desarrollar la competencia científica también quedan demostradas en el análisis por capacidades, puede apreciarse que algunas dimensiones de la competencia exigen mayor esfuerzo y labor que otras.

Luego de aplicar el trabajo con proyectos, al finalizar el curso, ambos grupos lograron una mejora. Sánchez (2013) también menciona el hecho de que sentirse responsables por el éxito de la actividad facilitó el aprendizaje de todos los estudiantes y la integración de los mismos.

Asimismo, es importante recordar que la experiencia se realizó en un liceo de contexto socio cultural desfavorable, por lo cual, aunque el progreso sea escaso, se valora como muy positivo.

Estos resultados ameritan que se continúe investigando, sería importante que el instrumento que se utiliza al inicio y final, también sea aplicado en el transcurso del año, a los efectos de la investigación, ya que los estudiantes fueron evaluados durante el año lectivo a través de una evaluación auténtica, con presentación de los proyectos y defensas de los mismos por lo cual, la propuesta final, resultó desconocida y descontextualizada para los estudiantes.

Referencias

- Administración Nacional de Educación Pública (2016). *Marco teórico de Ciencias Naturales PISA 2015*. Montevideo: ANEP.
- Administración Nacional de Educación Pública (2013). *Informe preliminar de resultados de Uruguay en PISA 2012*. Montevideo: ANEP
- Alm, M. (2013) Consejos para que las plantas crezcan rápido. Jardinería on. Retrieved from <https://www.jardineriaon.com/consejos-para-que-las-plantas-crezcan-rapido.html>
- Barrera, J., Combatt, E., Ramírez, Y. (2011) Efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano Hartón (Musa AAB) *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 5 (2), 186-194. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/7929/2333ca3213ff98dec071cc00b977283d3733.pdf>
- Chin, C. y Osborne, J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44 (1), 1-39.
- Crujeiras, B., (2015). Competencias y prácticas científicas en el laboratorio de química: participación del alumnado de secundaria en la indagación. *Enseñanza de las Ciencias*, 33 (3), 201-202.
- De León, M. J. y Gasdía, V. (2008) *Diversidad del Uruguay*. Montevideo: Fin de Siglo.
- Franco Mariscal, A. J. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33 (2), 231-252.
- González Garduño, R., Torres Hernández, G., Castillo Álvarez, M. (2002) Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. *E Journal. Universidad Autónoma de México*, 33 (04), 1-19. Retrieved from <http://www.ejournal.unam.mx/rvm/vol33-04/RVM33408.pdf>
- Harlen, W. (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. España: Morata.
- IBM Corp. Released (2017). *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0*. Armonk, NY: IBM Corp.
- Llorente, I., Domènech, X., Ruiz, N., Selga, I., Serra, C. y Domènech-Casal, J. (2017). Un congreso científico en secundaria: articulando el aprendizaje basado en proyectos y la indagación científica. *Investigación en la Escuela*, 91, 72-89.
- Marten, G. (2001) *Ecología Humana: Conceptos Básicos para el Desarrollo Sustentable*. Londres: Earthscan
- Pérez Porto, J., Merino, M. (2013) Definición. De. Recuperado de: <http://definicion.de/pasto/>

- Solbes, J., Tarín, F. (2007) ¿Qué hacemos si no coinciden la teoría y el experimento? (o los obstáculos de la realidad) *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 52, 97-106.
- Sánchez, M. (2013). Aprendizaje colaborativo basado en proyectos en ingeniería. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10, 453-445.
- Rodríguez Dimas, N., Cano Ríos, P., Figueroa Viramontes, U., Favela Chávez, E., Moreno Reséndez, A., Márquez Hernández, C., Ochoa Martínez, E., Preciado Rangel, P. (2009) Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoamericana*, 27, 319-327. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v27n4/v27n4a6.pdf>
- Rodríguez-Sandoval, E., Vargas-Solano, E., y Luna-Cortés, J. (2008). Evaluación de la estrategia: aprendizaje basado en proyectos. *Educación y Educadores*, 13 (1), 13-25. Retrieved from <http://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/1618/2128>
- Travé, G. Pozuelo, F. Cañal, P. (2007) ¿Cómo enseñar investigando? Análisis de las percepciones de tres equipos docentes con diferentes grados de desarrollo profesional. *Revista Iberoamericana de Educación* Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/51383280.pdf>
- Vilches, A., Gil Pérez, D. (2013) Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias. Necesidad de una mayor vinculación. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 34, 15-27.

Fecha de recepción: 16/06/2019

Fecha de revisión: 13/08/2019

Fecha de aceptación: 12/11/2019

Anexos

Anexo 1

Capacidad 1: Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica.

Situación problema: Diego y Flavia salen a jugar al patio y se encuentran con que el papá de Diego ha plantado césped en su jardín para que luzca bonito.

Diego se lanza corriendo sobre el pasto y Flavia lo intenta detener diciéndole: “¡Pará, Diego! ¿No ves que lo vas a matar?”.

DIEGO. —¿A quién?

FLAVIA. —¡Al pasto!

DIEGO. —¿Qué decís? El pasto está muerto.

a. *¿Cuál es el problema que se plantea?*

b. *¿Qué puede hacer Flavia para demostrar a su amigo lo que ella afirma?*

Capacidad 2: Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular hipótesis.

Si tuvieras que investigar el problema anterior, ¿qué pregunta plantearías?

Lee las siguientes frases e indica en cada una si se trata de un objetivo o una hipótesis en la investigación:

- ✓ *Comprobar si el pasto es un ser vivo.*
- ✓ *Observar si el pasto cumple un ciclo de vida.*
- ✓ *El pasto no es un ser vivo porque cumple con funciones vitales.*
- ✓ *El pasto es un ser vivo porque cumple un ciclo de vida.*
- ✓ *El pasto es un ser vivo porque está formado por células.*

Capacidad 3: Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.

Lee los siguientes textos:

a. *“El pasto es el alimento vegetal que crece en el suelo de los campos y que se destina a la alimentación de los animales”. Pérez Porto, J., Merino, M. (2013, p.1)*

b. *La población está logrando conciencia de la importancia de las praderas en Uruguay. No obstante, ello, aún queda mucho por conocer sobre su ecología, la estructura de las comunidades vegetales y animales, el funcionamiento y el impacto humano (De León y Gasdía, 2008).*

b) *¿Cuál de los dos textos te parece que tiene conocimiento científico? ¿A o B?*

c) *¿Qué información del texto tuviste en cuenta para responder?*

Capacidad 4: Identificar variables. Diseñar una metodología. Diseñar experiencias

a) *De acuerdo con la pregunta investigable que planteaste, identifica las variables.*

b) *Explica cómo procederás para responder la pregunta investigable.*

Capacidad 5: Observar sistemáticamente. Seleccionar y emplear el instrumento de medida más adecuado. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos).

En un estudio sobre lirios acuáticos, se introdujo una planta en el lago Maracaibo (Venezuela) y se procedió a observar su crecimiento. Luego se realizó una gráfica para analizar los resultados que se representa en la figura 1.

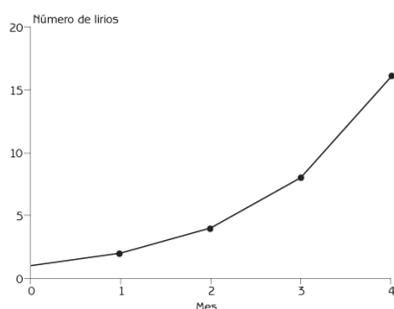


Figura 1. Crecimiento de lirios en lago Maracaibo

Nota: Fuente Marten, (2001)

Observa la gráfica y contesta:

- ¿En cuántos meses se llevó a cabo el estudio de los lirios?*
- En dos meses, ¿cuántos lirios crecieron aproximadamente?*
- En cuatro meses, ¿cuántos lirios crecieron?*
- ¿A qué podrá deberse el aumento de lirios en el último mes? Menciona varias posibilidades.*

Capacidad 6: Interpretar los resultados. Formular conclusiones

Elabora una conclusión para la investigación anterior teniendo en cuenta que el objetivo fue: Conocer el crecimiento de los lirios en el lago Maracaibo.

Capacidad 7: Dar a conocer los resultados.

Elabora un póster con los títulos que pondrías para presentar tu investigación.

Capacidad 8: Interesarse por problemas científicos. Reflexionar de forma crítica sobre los resultados. Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones

¿Cuál de las siguientes afirmaciones caracteriza tu accionar al trabajar en equipo?

- Consideras que las ideas más válidas son las tuyas y por eso no dejas hablar a los otros compañeros.*
- Te gusta escuchar a todos para luego dar tu opinión.*
- Luego de escuchar todas las ideas, siempre consideras más válida la tuya.*
- Reflexionas sobre lo que se discute y puedes considerar más válida una idea de un compañero.*

Capacidad 9: Identificar prácticas científicas beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos. Participar como integrantes de una comunidad en la reflexión colectiva a partir del proceso de investigación.

¿Qué acción realizarías en tu comunidad luego de finalizar tu investigación?

Anexo 2

Capacidad 1:

La madre de Luis está criando pollos para el consumo de la familia, pero está preocupada porque los pollos no están creciendo como ella lo esperaba y no estarán listos para la fecha que los necesita. Luis quiere ayudar a su madre y pensó que quizá, al cambiar algunas de las condiciones en las que se encuentran los pollos, podrá tener mejores resultados.

De acuerdo con lo que has estudiado en el liceo, responde:

¿La idea de Luis tiene una base científica?

Redacta una explicación para lo que piensa Luis.

Indica qué evidencia científica puede utilizar.

Capacidad 2:

Si tuvieras que indagar sobre el problema que se plantea anteriormente, ¿qué pregunta plantearías para investigar?

Define el objetivo de la investigación.

Formula dos hipótesis para la pregunta.

Capacidad 3:

Selecciona dos textos para realizar un marco teórico:

- A. *El cultivo de tomate en condiciones de sustrato bajo invernadero logra producir frutos de excelente calidad. Asimismo, cumple con los estándares de inocuidad alimentaria. Además, actualmente, la demanda de productos desarrollados orgánicamente se ha acrecentado ya que los abonos orgánicos posibilitan, mejorar cualitativamente los vegetales consumidos por el hombre (Dimas et al, 2009).*
- B. *“Los sistemas de producción en plátano de la zona que se analizó presentan limitantes importantes para su explotación, algunas de ellas son los problemas fitosanitarios, manejo agronómico inapropiado, prácticas culturales inadecuadas, uso desatinado de agroquímicos, entre otros” (Barrera, Combatt y Ramírez, 2011, p. 188).*
- C. *“Las plantas son seres vivos y necesitan de nosotros para crecer. Háblales a tus plantas y así es como expulsarás dióxido de carbono, favoreciendo así su crecimiento. Además, debes revisar la planta periódicamente para evitar aparición de plagas”. (Alm, 2013, p. 1).*

¿Qué tuviste en cuenta para la elección?

Selecciona una cita.

Realiza una paráfrasis.

Capacidad 4:

De acuerdo con la pregunta investigable que planteaste, identifica las variables.

Explica cómo procederás para responder la pregunta investigable.

Capacidad 5:

En la veterinaria, los pollos crecen muy rápido. Elabora un gráfico con los datos del crecimiento de los pollos de la veterinaria del barrio:

Tabla 5
Crecimiento de los pollos en 21 días.

Tiempo (días)	Masa (g)
1	30
7	150
14	400
21	800

Nota: Elaboración propia.

¿Qué factores pueden incidir en el crecimiento de los pollos?

Capacidad 6:

Curva de crecimiento de corderos

Observa la gráfica y contesta:

- d) ¿En cuántos meses se llevó a cabo el estudio del crecimiento en los corderos?
- En 100 días, ¿cuánto pesan aproximadamente?
 - En 200 días, ¿cuánto pesan?
 - ¿Qué diferencias observas entre machos y hembras?

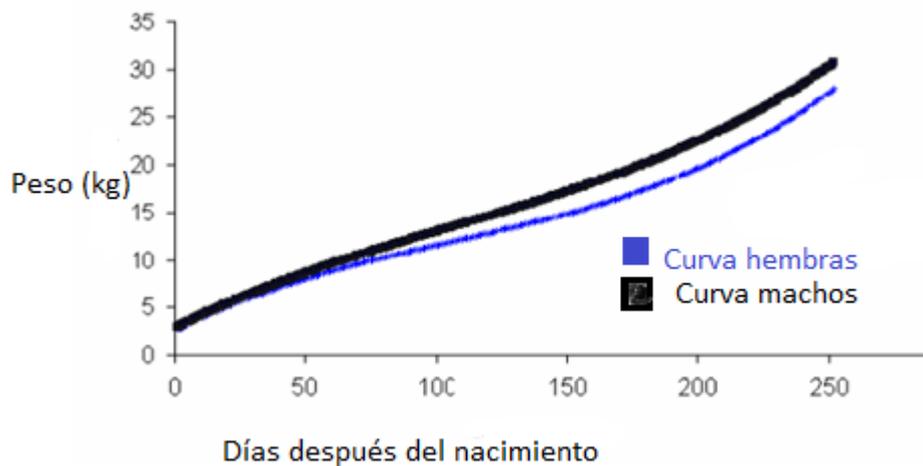


Figura 2. Curva de crecimiento de cordero por sexo (González Garduño, Torres Hernández, Castillo Álvarez, 2002, p. 17) Traducción propia.

Elabora una conclusión para la investigación anterior teniendo en cuenta que el objetivo fue conocer el crecimiento de los corderos de la raza Blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México.

Capacidad 7:

Elabora un póster con los títulos que pondrías para presentar tu investigación.

Capacidad 8:

¿Cuál de las siguientes afirmaciones caracteriza tu accionar al trabajar en equipo?

- 1. Consideras que las ideas más válidas son las tuyas y por eso no dejas hablar a los otros compañeros.*
- 2. Te gusta escuchar a todos para luego dar tu opinión.*
- 3. Luego de escuchar todas las ideas, siempre consideras más válida la tuya.*
- 4. Reflexionas sobre lo que se discute y puedes considerar más válida una idea de un compañero.*

Capacidad 9:

¿Qué acción realizarías en tu comunidad luego de finalizar tu investigación?