



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL
IBEROAMERICANA

Área de Formación de Profesorado

DOCTORADO EN EDUCACIÓN

Línea de investigación en aprendizaje y educación.

Factores y estrategias asociados.

TESIS DOCTORAL

Título

**Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje
por indagación en biología, sobre el desarrollo de la
competencia científica en estudiantes de educación secundaria**

Doctoranda

Daisy Imbert Romero

Director

Eduardo Elósegui

Febrero de 2020



Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en biología, sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de educación secundaria por Daisy Imbert Romero se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL
IBEROAMERICANA

Área de Formación de Profesorado

DOCTORADO EN EDUCACIÓN

Línea de investigación en aprendizaje y educación.

Factores y estrategias asociados.

TESIS DOCTORAL

Título

Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en biología, sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de educación secundaria

Doctoranda

Daisy Imbert Romero

Director

Eduardo Elósegui

Febrero de 2020

D. Eduardo Elósegui Bandera, en calidad de Director/a de la Tesis Doctoral de la doctoranda Dña. Daisy Imbert Romero

FIRMO

Este documento como prueba de mi conformidad con que el alumno/a presente a evaluación la presente Tesis Doctoral, al cumplir los requisitos científicos, metodológicos y formales exigidos.

En Málaga, a 10 de Agosto de 2019

Vº Bº del director y/o directores de tesis

El doctorando/a,

Firmado:

Firmado

ELOSEGUI
BANDERA
EDUARDO -
24865198J

Firmado digitalmente
por ELOSEGUI
BANDERA EDUARDO -
24865198J
Fecha: 2019.08.10
12:25:36 +02'00'

¹ Esta hoja irá firmada por todos los implicados e incluida tras la portada de la PTD o TD.

COMPROMISO DE AUTOR

Yo, **[Nelky Daisy Imbert Romero]** con número de identidad **[3.160.181-3]** y alumno del programa académico **[Doctorado en Educación]** de la Universidad Internacional Iberoamericana (UNINI)

DECLARO:

Que el contenido del presente documento es un reflejo de mi trabajo personal y manifiesto que, ante cualquier notificación de plagio, copia o falta a la fuente original, soy responsable directo legal, económico y administrativo sin afectar al Director del trabajo, a la Universidad y a cuantas instituciones hayan colaborado en dicho trabajo, asumiendo las consecuencias derivadas de tales prácticas.

En Uruguay a 18 de julio de 2019

Firma: _____





D. Juan Leiva Olivencia, Director de International Journal of New Education, y Director del Grupo de Investigación en Innovación y Desarrollo Educativo Inclusivo (IdEi), de la Universidad de Málaga.

INFORMA

Que está aceptado para su publicación en el nº 3 de la revista (2019), el artículo firmado por **D^a Daisy Imbert Romero**, denominado **“Proyectos de indagación: su impacto en la competencia científica en estudiantes de Uruguay”**.

Y, para que así conste de forma expresa, firmo la presente en Málaga, a uno de julio de dos mil diecinueve.

Fdo. Juan Leiva Olivencia  

RESUMEN

Frente al problema de falta de interés de los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias, se planteó una investigación mixta, longitudinal, de investigación-acción, enmarcada en un enfoque socio-crítico, que buscó conocer la realidad y transformarla. Se complementó con un enfoque cuantitativo al trabajar con grupos control y encuesta.

El objetivo correspondió a analizar el impacto del aprendizaje por indagación en el desarrollo de la competencia científica.

Se realizó en un liceo de contexto sociocultural desfavorable en la ciudad de Paso de los Toros en Uruguay. Participaron tres docentes, seleccionadas por muestreo casual por pertenecer al centro en el año 2017, quienes escogieron el mejor grupo y el de mayores dificultades al inicio del año lectivo. Intervinieron 115 estudiantes, y 36 de grupos testigos.

Las técnicas aplicadas fueron: la observación de 18 clases, 12 grupos focales de docentes y estudiantes y una encuesta final a ambos, el análisis de 243 rúbricas y 30 pósteres. Las rúbricas surgieron de la evaluación escrita practicada al inicio y final, en los grupos de investigación y control.

Los datos obtenidos a partir de las evaluaciones se analizaron utilizando el *software* SPSS. Se “cristalizaron” los análisis cualitativos y cuantitativos, sin olvidar que, una mayor validez en la investigación cualitativa, surge de la transformación social que logra.

El análisis de χ^2 para los diferentes grupos y en la comparación con grupos control, así como el estudio de diferencias entre medias antes y después de la intervención indican resultados estadísticamente significativos, que fueron distintos de acuerdo al grado escolar. Se concluye que el impacto del modelo fue auspicioso, se partió de grupos con rendimientos disímiles y, al final del curso, debido al avance en las distintas dimensiones de la competencia científica, desaparecieron las diferencias entre grupos del mismo grado. Las opiniones de docentes y estudiantes fueron positivas.

Palabras clave:

Aprendizaje por indagación, competencia científica, investigación-acción, diversidad, secuencias, proyectos

Abstract

Faced with the problem of students' lack of interest in science learning, a mixed, longitudinal investigation of action-research was proposed, framed in a socio-critical approach, which sought to know reality and transform it. It was complemented with a quantitative approach when working with control and survey groups.

The objective corresponded to analyze the impact of learning by inquiry in the development of scientific competence.

It was carried out in a lyceum of unfavorable sociocultural context in the city of Paso de los Toros in Uruguay. Three teachers participated, selected by chance sampling they belonged to that institution in 2017, who chose the best group and the one with the greatest difficulties at the beginning of the school year. 115 students participated, and 36 in control groups.

The techniques applied were: the observation of 18 classes, 12 focus groups of teachers and students and a final survey of both, the analysis of 243 rubrics and 30 posters. The rubrics arose from the written evaluation practiced at the beginning and end, in the research and control groups.

The data obtained from the evaluations were analyzed using the SPSS software. Qualitative and quantitative analyzes were "crystallized", without forgetting that a greater validity in qualitative research arises from the social transformation that it achieves.

The analysis of χ^2 for the different groups and in the comparison with control groups, as well as the study of differences between means before and after the intervention indicate statistically significant results, which were different according to the school grade. It is concluded that the impact of the model was auspicious; it started from groups with dissimilar performances and, at the end of the course, due to the advance in the different dimensions of the scientific competence, the differences between groups of the same degree disappeared. The opinions of teachers and students were positive.

Keywords:

Learning by inquiry, scientific competence, action research, diversity, sequences, projects.

Agradecimientos

Redactar los agradecimientos me emociona por estar al final de un proceso que exigió mucho esfuerzo y encontró muchos obstáculos; no habría sido posible finalizar y llegar a esta instancia sin la colaboración de los que estuvieron siempre apoyándome.

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud a mi Director de tesis Eduardo Elósegui por su apoyo, profesionalidad y confianza en mi trabajo, esta última fue el aliento permanente para no claudicar.

A Fernando, mi esposo, siempre presente, animándome a continuar con mi formación. Sus palabras, dándome valor e impulso, siempre dispuesto a facilitarme otras tareas o haciéndome reír cuando peor me sentía, han sido fundamentales.

A mis hijas, Patricia y Natalia, por acompañarme durante todos estos años y colaborar conmigo en todo momento, brindando, con mucho afecto, la ayuda que precisaba.

A mis padres que, aunque hoy no están “presentes”, sus consejos y valores transmitidos, siempre lo estarán y gracias a ellos he podido llegar hasta aquí.

A mis amigas, por el apoyo ilimitado y el cariño para que yo continuara por este camino dificultoso, cada una participando de forma diferente, pero la presencia de todas fue imprescindible.

Al equipo de Dirección y a toda la comunidad educativa donde realicé la investigación, fue esencial el apoyo recibido desde dicho centro de estudios, donde todos estuvieron interesados en solucionar los inconvenientes y colaborar en las diferentes instancias.

Valoro en especial la actitud de las docentes para enfrentar este desafío sin desvanecer frente a las dificultades del inicio y del transcurso del año, el optimismo para eludir los inconvenientes y el entusiasmo permanente por llevar los proyectos adelante. Sin su apoyo incondicional, no habría sido posible implementar esta investigación-acción; por esa razón el agradecimiento infinito y por siempre para ellas.

Para aquellos que también de alguna manera estuvieron apoyándome y no he nombrado mi sincero agradecimiento de todo corazón.

INDICE

RESUMEN	6
Palabras clave:	6
Abstract.....	7
Keywords:	7
Agradecimientos	8
INDICE.....	9
ÍNDICE TABLAS	17
ÍNDICE FIGURAS	22
ANEXOS TABLAS	22
ANEXOS FIGURAS	23
INTRODUCCIÓN	26
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	33
1.1. Justificación de la investigación	33
1.1.1. Modelo de competencia	33
1.1.2. Modelo didáctico de aprendizaje por indagación	38
1.1.3. Los docentes y la innovación	43
1.2. Problema de investigación	46
1.3. Objetivos generales y específicos	54
1.3.1. Objetivo general	54
1.3.2. Objetivos específicos	54
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	56
2.1. Estado actual del tema.....	56
2.2. Aprender ciencias en la actualidad.....	56
2.3. Competencias genéricas, básicas y competencia científica	57
2.3.1. Concepto de “competencia”	57

2.3.2. Competencias genéricas	60
2.3.3. Competencias básicas	60
2.3.4. Competencia científica	61
Interrogante clave 1: ¿La enseñanza de las ciencias debe enfatizar el desarrollo de la competencia científica?.....	72
Interrogante clave 2: ¿Es la competencia científica un elemento curricular más o una nueva forma de organizar el currículo de ciencias?.....	74
Interrogante clave 3: ¿Qué conceptos y teorías científicas deben incluirse en el currículo?	75
Interrogante clave 4: ¿Es recomendable enseñar ciencia contextualizada?....	77
Interrogante clave 5: ¿Cómo se debe enseñar la naturaleza de la ciencia?	79
Interrogante clave 6: ¿Qué actividad permite un mejor aprendizaje de los procedimientos científicos?	81
Interrogante clave 7: ¿La competencia en comunicación lingüística debe ser favorecida por la enseñanza de las ciencias?	82
Interrogante clave 8: ¿Es preciso abordar en clase los alcances sociales de la ciencia y la tecnología?	85
Interrogante clave 9: ¿Cómo interesar por la ciencia?	87
Interrogante clave 10: ¿Qué necesita “saber y saber hacer” el docente para favorecer el desarrollo de la competencia científica?	91
Interrogante clave 11: ¿Cómo se evalúa la competencia científica?	93
2.4. Modelo didáctico de aprendizaje por indagación o por investigación	98
2.4.1. Modelo didáctico	98
2.4.2. Aprendizaje por investigación o por indagación.....	99
2.4.3. Dimensiones de la competencia científica.....	111
Pregunta investigable.....	111
Hipótesis	118
Lectura y escritura: marco teórico	120

Diseño.....	123
Resultados	125
Discusión	127
Conclusión	128
Comunicación	130
2.5. Secuencias didácticas dentro del modelo de aprendizaje por indagación o investigación	132
2.6. Diferentes tipos de actividades para aprender ciencia, hacer ciencia o aprender sobre la ciencia	155
2.7. Investigaciones precedentes	160
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	187
3.1. Introducción	187
3.2. Diseño de la investigación.....	188
3.2.1. Procedimiento	189
3.3. Población y muestra.....	191
3.4. Variables	193
3.5. Instrumentos de investigación	197
3.5.1. Instrumentos para evaluar la competencia científica	198
Propuestas de evaluación iniciales y finales	198
Rúbricas.....	200
3.5.2. Instrumentos para la observación de clases.....	200
3.5.3. Instrumento para grupos focales de docentes	203
3.5.4. Instrumento para grupos focales de estudiantes	204
3.5.5. Instrumentos para el análisis de documentos.....	205
3.6.6. Instrumentos para realizar encuestas a estudiantes.....	209
3.7. Análisis de datos	209
3.7.1. Procedimiento de recogida de datos	210
3.7.2. Análisis.....	211

3.7.3. Resultados esperados.....	212
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	213
4.1. Introducción	213
4.2. Diferentes formas de enseñar y de aprender para desarrollar la competencia científica dentro del modelo de aprendizaje por investigación ...	214
4.2.1. Planificación de las secuencias	214
Secuencias de Primer año	214
Secuencias de Tercer año	218
Secuencias de Cuarto año	221
4.2.2. Comparación entre las secuencias de los diferentes niveles.....	224
4.2.3. Implementación que realizaron las docentes del modelo de aprendizaje por investigación	227
Temas.....	227
Dimensiones y capacidades de las competencias científicas desarrolladas en cada clase.....	228
Niveles de promoción de las capacidades de la competencia científica	229
Observación de una clase.....	230
4.3. Evolución de los estudiantes en las distintas dimensiones y capacidades que incluye la competencia científica, desde el inicio hasta el final de la investigación-acción.....	233
4.3.1. Propuesta inicial	233
Resultados en Propuesta inicial de 1.º 1.ª.....	234
Resultados propuesta inicial 1.º 3.ª	236
Resultados propuesta inicial 3.º 2.ª	237
Resultados propuesta inicial 3.º 3.ª	239
Resultados propuesta inicial 4.º 1.ª	240
Resultados propuesta inicial 4.º 2.ª	242
Comparación de los puntajes obtenidos por los seis grupos	243

4.3.2. Propuesta de evaluación final	245
4.3.3. Grupos testigo.....	246
4.3.4. Comparación entre la propuesta inicial y final	249
4.3.5. <i>Análisis de valores significativos de los resultados de las propuestas inicial y final con inclusión de los grupos testigos.....</i>	252
4.3.6. <i>Análisis de la distribución para cada dimensión de la competencia científica.....</i>	254
Análisis de los resultados antes de la intervención	255
Análisis de los resultados después de la intervención.....	261
Análisis de diferencia de medias	267
Para todos los participantes	267
Diferencias de medias antes y después en los grupos de primer año	267
Diferencias de medias antes y después en los grupos de tercer año	269
Diferencias de medias antes y después en los grupos de cuarto año	271
4.4. Muestra de pósteres	273
4.4.1. Evaluación de los pósteres.....	274
4.4.2. Defensas.....	279
4.4.3. Resultados generales en la muestra de proyectos	280
4.5. Percepción de los estudiantes y docentes, en un liceo de contexto sociocultural crítico, cuando se trabaja con este modelo didáctico.....	285
4.5.1. Proceso de investigación cualitativo respaldado por Atlas.ti.....	285
4.5.2 Proceso en el uso de Atlas.ti.....	286
4.5.3. Grupo focal con estudiantes una vez terminada la primera secuencia .	286
4.5.4. Grupo focal realizado con estudiantes en la segunda secuencia	288
4.5.5. <i>Grupo focal estudiantes luego de la tercera secuencia</i>	289
4.5.6. Grupo focal con docentes luego de la primera secuencia	290
4.5.7. <i>Grupo focal con docentes luego de la segunda secuencia.....</i>	294
4.5.8. <i>Grupos focales con docentes luego de la tercera secuencia.....</i>	296

4.5.9. Encuesta realizada a los estudiantes al finalizar el ciclo lectivo.....	300
4.5.10. Resultados del primer año.....	301
4.5.11. Resultados de la encuesta respondida por tercer año	302
4.5.12. Resultados de la encuesta respondida por cuarto año	303
4.5.13. Encuesta aplicada a los docentes al finalizar el ciclo lectivo.....	304
4.6. Discusión	310
4.6.1. La planificación de las secuencias y la observación de las clases	310
4.6.2. Los resultados de las evaluaciones y las opiniones de estudiantes y docentes	313
4.6.3. Observación de clases y evaluaciones.....	316
Capítulo V. Conclusiones, limitaciones e implicaciones	319
5.1. Identificar estrategias de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de la competencia científica.....	319
5.2. Analizar la implementación docente del modelo de aprendizaje por indagación	320
5.3. Describir el avance de los estudiantes mediante el modelo de aprendizaje por indagación	322
5.4. Determinar la percepción de estudiantes y docentes sobre la metodología implementada	326
5.5. Implicaciones	332
5.6 Limitaciones	333
Referencias.....	335
Anexo I. Artículo.....	348
1. INTRODUCCIÓN	349
1.1. Competencia científica.....	350
1.2. Proyectos de Indagación	351
1.3. Secuencias didácticas.....	351
1.4. Objetivos	353
2. MATERIAL Y MÉTODO	353

3. RESULTADOS	354
3.1. Propuesta diagnóstica.....	354
3.2. Secuencia didáctica.....	355
Pregunta investigable generadora	356
3.3. Comunicación de los Proyectos.	358
3.3.2. Defensa.....	360
4. DISCUSIÓN	363
5. CONCLUSIONES	364
6. REFERENCIAS	365
Anexo II. Tesis	368
Anexo A. Secuencias de aprendizaje elaboradas con las docentes y aplicadas en el transcurso del año	368
A.1. Secuencias de aprendizaje para primer año	368
A.1.1. Primera secuencia: seres vivos en el patio del liceo	368
A.1.2. Segunda secuencia: diferencias microscópicas en una ensalada	371
A.1.3. Tercera secuencia	374
Primer proyecto: Pigmentos en los vegetales que usamos en nuestra comida.	374
Segundo proyecto: Alimento para los gusanos de seda.....	374
A.2. Secuencias de aprendizaje dentro del modelo didáctico de aprendizaje por investigación para tercer año	377
A.2.1. Primera secuencia: Factores que inciden en la calidad de vida de las personas del lugar	377
A.2.2. Segunda secuencia	380
Primer proyecto: El mejor desinfectante.....	380
Segundo proyecto: Prevención de ITS en el lugar	380
A.2.3. Tercera secuencia: opiniones sobre el rol de género en el lugar	383
A.3. Secuencias de aprendizaje dentro del modelo didáctico de aprendizaje por investigación para cuarto año	386
A.3.1. Primera secuencia: Hongos en la pared de casa y Redi	386

A.3.2. Segunda secuencia: Biomoléculas en la ensalada	389
A.3.3. Tercera secuencia: Las células y su comportamiento en los seres vivos que me rodean y en mi organismo	391
A.3.4. Cuarta secuencia: Observación macroscópica de ADN en frutos del lugar	393
A.3.5. Quinta secuencia: Reproducción de las células de la cebolla en mi hogar	395
A.3.6. Sexta secuencia: Cruzamientos de <i>Drosophila melanogaster</i> en el laboratorio del liceo	397
Anexo B: propuestas de evaluación aplicadas al inicio del año	400
B.1. Propuesta de inicio para primer año	400
B.2. Propuesta de inicio para tercer año	402
B.3. Propuesta de inicio para cuarto año.....	405
B.4. Propuesta final para primer año	408
B.5. Propuesta final para tercer año	411
B.6. Propuesta final para cuarto año	414
B.7. Referencias bibliográficas utilizadas en la elaboración de las propuestas de evaluación.....	416
Anexo C: rúbricas utilizadas en la evaluación de las propuestas iniciales	419
C.1. Rúbrica aplicada a primer año	419
C.2. Rúbrica aplicada a tercer año	421
C.3. Rúbrica aplicada a cuarto año	424
Anexo D: Rúbrica para la observación de las clases.....	427
Anexo E: Significatividad estadística.....	432
Anexo F: Muestra DE PÓSTERES.....	450
Anexo G: Grupos focales analizados con atlas ti	455
G. 1. Grupo focal con estudiantes una vez terminada la primera secuencia ..	455
G.2. Grupo focal realizado con estudiantes en la segunda secuencia.....	457

G.3. Grupo focal estudiantes tercera secuencia	458
G.4. Grupo focal con docentes luego de la primera secuencia.....	460
G.5. Grupo focal con docentes luego de la segunda secuencia	462
G.6. Grupos focales con docentes luego de la tercera secuencia	463
Anexo H: Encuestas.....	466
H.1. Encuesta a docentes	466
H.2. Encuesta a estudiantes	470
H.2.1. Resultados de la encuesta en primer año.....	471
H.2.2. Resultados de la encuesta en tercer año.....	475
H.2.3. Resultados de la encuesta en cuarto año	477

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Niveles de indagación	102
Tabla 2. Preguntas iniciales y reformuladas.....	113
Tabla 3 Características para la formulación de hipótesis	119
Tabla 4. Mediciones y registros para cada caso.....	124
Tabla 5. Resultados de los bichos en la hojarasca.....	126
Tabla 6. Secuencia didáctica para modelo de aprendizaje por investigación .	134
Tabla 7. Secuencia para trabajar la salud bucal.....	137
Tabla 8. Dimensiones y capacidades de la competencia científica	138
Tabla 9. Trabajo de un estudiante sobre componentes de dentífricos.....	140
Tabla 10. Secuencia didáctica dentro del método de investigación en el medio	143
Tabla 11. Secuencia didáctica sobre ahorro energético	147
Tabla 12 Secuencia para secundaria basada en el método de investigación en el medio	150
Tabla 13. Secuencia sobre seres vivos en una gota de agua.....	153
Tabla 14. Actividades con la enzima peroxidasa.....	154
Tabla 15 Seguimiento de los proyectos.....	155

Tabla 16	Ejemplo de actividades de investigación	156
Tabla 17	Experiencia de Darwin y su hijo sobre fototropismo	157
Tabla 18	Herencia en <i>Drosophila melanogaster</i>	158
Tabla 19	Ejemplo de actividad sobre clonación.....	159
Tabla 20	Criterios utilizados por los estudiantes antes y después de la salida al río	167
Tabla 21	Tipo de pruebas, sus frecuencias y criterios que usan para su elección.	168
Tabla 22	Cantidad de docentes, grupos y estudiantes que conformaron la muestra.....	193
Tabla 23	Dimensiones y capacidades de la competencia científica	196
Tabla 24	Instrumento para analizar las capacidades de la competencia científica en la observación de clases	202
Tabla 25	Categorías y niveles de desempeño para observar la promoción docente del desarrollo de competencias en las clases	203
Tabla 26	Instrumento para tercer grupo focal de docentes	204
Tabla 27	Instrumento para grupos focales de estudiantes	205
Tabla 28	Instrumento para análisis de documentos	206
Tabla 29	Instrumento para análisis de rúbricas	207
Tabla 30	Instrumento para la evaluación en la muestra de proyectos	208
Tabla 31	Instrumento para evaluación en la defensa de proyectos.....	208
Tabla 32	Instrumento para evaluación de pósteres de proyectos.....	209
Tabla 33	Organización de cuatro secuencias a partir de las seis unidades programáticas en primer año.	215
Tabla 34	Comparación de secuencias didácticas de primer año.	216
Tabla 35	Organización de las cuatro secuencias en tercer año a partir de las cuatro unidades programáticas.	218
Tabla 36	Comparación de secuencias didácticas de tercer año.	221
Tabla 37	Organización de las seis secuencias a partir de las tres unidades programáticas en cuarto año.....	222
Tabla 38	Comparación de secuencias didácticas de cuarto año.	223
Tabla 39	Preguntas investigables generadoras por nivel en cada secuencia.	226
Tabla 40	Temas abordados en las 18 clases observadas con fechas de visitas.	228

Tabla 41 Dimensiones y capacidades de la competencia científica trabajados en las 18 clases observadas.	229
Tabla 42 Nivel de promoción de las dimensiones y capacidades de la competencia científica trabajados en las 18 clases observadas.	230
Tabla 43 Resultados obtenidos por los estudiantes de 1.º 1.ª en cada una de las dimensiones de la competencia científica.	235
Tabla 44 Resultados obtenidos por los estudiantes de 1.º 3.ª en cada una de las dimensiones de la competencia científica.	236
Tabla 45 Resultados obtenidos por los estudiantes de 3.º 2.ª en cada una de las dimensiones de la competencia científica.	238
Tabla 46 Resultados obtenidos por los estudiantes de 3.º 3.ª en cada una de las dimensiones de la competencia científica.	239
Tabla 47 Resultados obtenidos por los estudiantes de 4.º 1.ª en cada una de las dimensiones de la competencia científica.	241
Tabla 48 Resultados obtenidos por los estudiantes de 4.º 2.ª en cada una de las dimensiones de la competencia científica.	242
Tabla 49 Comparación de los resultados obtenidos por los estudiantes de los seis grupos, en la propuesta inicial, en cada una de las dimensiones de la competencia científica.	244
Tabla 50 Comparación de los resultados obtenidos por los estudiantes de los seis grupos en cada una de las dimensiones de la competencia científica en la propuesta final.	245
Tabla 51 Resultados obtenidos por los estudiantes de Primer año del grupo testigo en cada una de las dimensiones de la competencia científica en la propuesta final.	247
Tabla 52 Resultados obtenidos por los estudiantes de tercer año del grupo testigo en cada una de las dimensiones de la competencia científica en la propuesta final.	248
Tabla 53 Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos testigos en cada una de las dimensiones de la competencia científica en la propuesta final.	249
Tabla 54 Cuadro de síntesis de propuesta inicial y final para cada una de las dimensiones de la competencia científica.	250

Tabla 55 Número de dimensiones desarrolladas por cada grupo en el inicio y final.	250
Tabla 56 Comparación entre resultados de ambas propuestas.	251
Tabla 57 Comparación entre resultados de ambas propuestas con aplicación de test Student en programa Epidat.	252
Tabla 58 Comparación entre resultados de ambas propuestas.	254
Tabla 59 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la primera dimensión.	255
Tabla 60 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la segunda dimensión.	256
Tabla 61 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la tercera dimensión.	256
Tabla 62 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la cuarta dimensión.	257
Tabla 63 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la quinta dimensión.	258
Tabla 64 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la sexta dimensión.	258
Tabla 65 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la séptima dimensión.	259
Tabla 66 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la octava dimensión.	260
Tabla 67 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la novena dimensión.	261
Tabla 68 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión uno, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.	262
Tabla 69 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión dos, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.	262
Tabla 70 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión tres, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.	263

Tabla 71 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión cuatro, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.	263
Tabla 72 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión cinco, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.	264
Tabla 73 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión seis, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.	265
Tabla 74 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión siete, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.	265
Tabla 75 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión ocho, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.	266
Tabla 76 Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión nueve, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.	266
Tabla 77. Resultados de los contrastes de diferencias de medias antes y después en los grupos de 1° 1 y 1° 3.....	268
Tabla 78 Resultados de los contrastes de diferencias de medias antes y después en los grupos de 3° 2 y 3° 3.....	270
Tabla 79 Resultados de los contrastes de diferencias de medias antes y después en los grupos de 4° 1 y 4° 2.....	272
Tabla 80 Resultados de la evaluación de los pósteres de primer año.	275
Tabla 81. Resultados de la evaluación de los pósteres de tercer año.	275
Tabla 82. Resultados de la evaluación de los pósteres de cuarto año.....	275
Tabla 83. Resultados de las defensas de primer año.	279
Tabla 84. Resultados de las defensas de tercer año.	279
Tabla 85. Resultados de las defensas de cuarto año.	280
Tabla 86. Resultados de la Muestra por grados.	281
Tabla 87. Resultados de la Muestra por grados con subtotales en defensa y pósteres.	282
Tabla 88 Resultados de la Muestra por Proyecto.	282

Tabla 89 Diferentes dimensiones de la competencia científica observadas en los pósteres.	284
Tabla 90 Cantidad de clases observadas en las diferentes capacidades y dimensiones versus resultados obtenidos de acuerdo al grado.	317

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Relación entre grandes y pequeñas ideas.	110
Figura 2. Diagrama sobre los bichos encontrados en la hojarasca.	126
Figura 3 Número de lecciones diseñadas, lanzadas e implementadas según rigor intelectual	170
Figura 4. Marco conceptual para la evaluación de la competencia científica en PISA 2015.	195
Figura 5. Estudiantes pensando la pregunta investigable.....	231
Figura 6. Pregunta investigable inicial de estudiantes de 1.º de bachillerato.	233
Figura 7. Póster elaborado por los estudiantes de 1.º de Bachillerato.....	277
Figura 8. Presentación de datos en tablas y gráficos.	278

ANEXOS TABLAS

Tabla A 1. Rúbrica para evaluar las capacidades de la competencia científica en primer año en la propuesta de evaluación inicial.	419
Tabla A 2 Rúbrica para evaluar las capacidades de la competencia científica en tercer año en la propuesta de evaluación inicial.	421
Tabla A 3 Rúbrica para evaluar las capacidades de la competencia científica en cuarto año en la propuesta de evaluación inicial.	424
Tabla A 4 Rúbrica para evaluar las capacidades de la competencia científica trabajadas en el transcurso del año y sus diferentes niveles de promoción...	427

ANEXOS FIGURAS

Figura A 1. Medias antes y después de la intervención de todos los participantes para las diferentes dimensiones de la competencia científica.	434
Figura A 2. Medias antes y después de la intervención en primero 1 para las diferentes dimensiones de la competencia científica.....	436
Figura A 3. Medias antes y después de la intervención en primero 3 para las diferentes dimensiones de la competencia científica.....	439
Figura A 4. Medias antes y después de la intervención en tercero 2 para las diferentes dimensiones de la competencia científica.....	441
Figura A 5. Medias antes y después de la intervención en tercero 3 para las diferentes dimensiones de la competencia científica.....	444
Figura A 6. Medias antes y después de la intervención en cuarto 1 para las diferentes dimensiones de la competencia científica.....	446
Figura A 7. Medias antes y después de la intervención en cuarto 2 para las diferentes dimensiones de la competencia científica.....	449
Figura A 8. Afiche para invitar a la Muestra.	450
Figura A 9. Escolares visitando la muestra.	450
Figura A 10. Estudiantes de diferentes proyectos intercambiando sobre los mismos.	451
Figura A 11. Póster de cuarto presentado en la muestra.	452
Figura A 12. Póster de tercero presentado en la muestra.	453
Figura A 13. Póster de primero presentado en la muestra.	454
Figura A 14. Respuestas de estudiantes sobre interés en el modelo, en grupo focal realizado al finalizar la primera secuencia.	455
Figura A 15. Respuestas de estudiantes sobre su aprendizaje, en grupo focal realizado al finalizar la primera secuencia.	455
Figura A 16 Respuestas de estudiantes acerca de las actividades más fáciles y difíciles, a partir de grupo focal realizado al finalizar la primera secuencia. ...	456
Figura A 17 Respuestas de estudiantes acerca de las actividades que no les gustaron, a partir de grupo focal realizado al finalizar la primera secuencia. .	456
Figura A 18 Respuestas de estudiantes sobre interés en el modelo, obtenidas a partir de grupo focal realizado en la segunda secuencia.	457

Figura A 19. Respuestas de estudiantes sobre los temas que ellos consideran que aprendieron, obtenidas de grupo focal realizado en la segunda secuencia. .	457
Figura A 20. Respuestas de estudiantes sobre los temas que les resultaron más fáciles o más difíciles, a partir de grupo focal realizado en la segunda secuencia.	458
Figura A 21 Respuestas de estudiantes sobre las actividades que les gustaron más en grupo focal realizado en la tercera secuencia.	458
Figura A 22. Respuestas de estudiantes sobre lo que aprendieron en el grupo focal realizado en la tercera secuencia.	459
Figura A 23. Respuestas de estudiantes respecto a las actividades más fáciles y más difíciles a partir de grupo focal realizado en la tercera secuencia.	459
Figura A 24. Respuestas de docentes sobre si pudieron cumplir con lo planificado para la secuencia, obtenidas de grupo focal realizado al finalizar primera secuencia.	460
Figura A 25. Respuestas de docentes sobre las capacidades de la competencia científica que trabajaron, obtenidas de grupo focal realizado al finalizar primera secuencia.	460
Figura A 26. Respuestas de docentes sobre la motivación de los estudiantes, en grupo focal realizado al finalizar primera secuencia.	461
Figura A 27. Respuestas de docentes sobre las estrategias utilizadas, a partir de grupo focal realizado al finalizar primera secuencia.	461
Figura A 28. Respuestas de docentes sobre los recursos utilizados durante la primera secuencia, en grupo focal realizado al finalizar la misma.	461
Figura A 29. Respuestas de docentes sobre aspectos que no se trabajaron que pueden ser considerados en el próximo ciclo, en grupo focal realizado al finalizar primera secuencia.	462
Figura A 30. Respuestas de docentes sobre el trabajo planificado, en grupo focal realizado al finalizar la segunda secuencia.	462
Figura A 31. Respuestas de docentes sobre los recursos empleados, en grupo focal realizado al finalizar la segunda secuencia.	462
Figura A 32. Respuestas de docentes sobre las dificultades, en grupo focal realizado al finalizar la segunda secuencia.	463

Figura A 33. Respuestas de docentes sobre su opinión sobre la experiencia, obtenidas a partir de grupo focal realizado al finalizar la tercera secuencia. .	463
Figura A 34. Respuestas de docentes sobre el aprendizaje realizado por los estudiantes, en grupo focal realizado al finalizar tercera secuencia. .	464
Figura A 35. Respuestas docentes sobre la atención a la diversidad, en grupos focales realizados al finalizar tercera secuencia. .	464
Figura A 36. Comentarios de las docentes sobre el contexto social crítico, extraídos de grupo focal realizado al finalizar tercera secuencia. .	465
Figura A 37. Comentarios de las docentes sobre la muestra, en grupo focal realizado al finalizar tercera secuencia. .	465
Figura A 38. Temas trabajados. .	466
Figura A 39. Temas no trabajados. .	466
Figura A 40. Dimensiones de la competencia científica desarrolladas. .	466
Figura A 41. Dimensiones que presentan más dificultades. .	467
Figura A 42. Abordaje de los contenidos conceptuales..	467
Figura A 43. Recursos didácticos. .	467
Figura A 44. Diferencias en el desarrollo de la competencia. .	468
Figura A 45. El uso de plataformas educativas. .	468
Figura A 46. El uso de rúbricas. .	468
Figura A 47. Opinión sobre modelo didáctico. .	468
Figura A 48. Aprendizajes de la Muestra. .	469
Figura A 49. Cambios propuestos. .	469
Figura A 50. Actividades que aprendieron más en primer año. .	471
Figura A 51. Actividades que aprendieron menos en primer año. .	472
Figura A 52. Temas que aprendieron en primer año. .	472
Figura A 53. Aprendizajes de la muestra en primer año. .	472
Figura A 54. Aprendizajes de la Muestra. .	473
Figura A 55. Opiniones sobre el trabajo en equipo. en primer año. .	473
Figura A 56. Opiniones sobre las clases por indagación en primer año. .	474
Figura A 57. Actividades que aprendieron más en tercero. .	475
Figura A 58. Actividades que aprendieron menos en tercero. .	475
Figura A 59. Temas que aprendieron en tercero. .	475
Figura A 60. Aprendizajes de la muestra en tercero. .	476
Figura A 61. Comunicación en tercero. .	476

Figura A 62. Trabajo en equipo en tercero.	476
Figura A 63. Opiniones sobre las clases en tercero.	477
Figura A 64. Actividades que aprendieron más en cuarto.	477
Figura A 65. Actividades que aprendieron menos en cuarto.	478
Figura A 66. Temas que aprendieron en cuarto.	478
Figura A 67. Aprendizajes de la muestra en cuarto.	478
Figura A 68. La comunicación en cuarto.	479
Figura A 69. Trabajo en equipo en cuarto.	479
Figura A 70. Opiniones sobre las clases por indagación en cuarto.	480

INTRODUCCIÓN

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; para realizar esta observación, los autores se basan en el menor número de discentes que cursan carreras científicas. Agregan que las causas son diversas, mencionando entre ellas que se enseña gran contenido teórico, descontextualizado, sin utilidad, distanciado de los temas de actualidad, de manera transmisiva, con escasa participación de los estudiantes y con insuficientes actividades prácticas.

Uruguay no es ajeno a lo que sucede en Europa. Los puntajes de Uruguay, según datos de la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP), correspondientes a PISA en Ciencias entre el año 2006 hasta 2012 habían ido en descenso, obteniéndose en 2006, 428 puntos, en 2009, 427 puntos y en 2012, 416 puntos (ANEP, 2012)

En tanto 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, fueron capaces de percibir un estímulo para aprender y pudieron desarrollar su capacidad proactiva.

Agregan, además, que tener la posibilidad de seleccionar las actividades a partir de su interés favoreció la profundización en los contenidos del curso y que el poder trabajar en equipos les permitió asumir con mayor responsabilidad la participación. El hecho de sentirse responsables por el éxito de la actividad facilitó el aprendizaje de todos los estudiantes, la integración de los mismos y permitió el aprendizaje interdisciplinar. Los proyectos cumplieron con exigencias de alta calidad, y la mejora de diferentes dimensiones, como lo son la cognoscitiva, social y afectiva, desarrollando además habilidades para la presentación final.

En otra investigación realizada por Rodríguez-Sandoval, Vargas-Solano y Luna-Cortés (2008) denominada "Evaluación de la estrategia: aprendizaje basado en proyectos", los resultados obtenidos refieren a que todos los estudiantes estiman que la Feria de Proyectos de Alimentos constituye un apoyo al aprendizaje en sus cursos y a su desarrollo profesional. Las encuestas de la investigación arrojan resultados positivos: 80 % de los encuestados consideran que

aprendieron bien o muy bien a planificar, consultar bibliografía, aplicar los conocimientos adquiridos, interpretar y analizar los datos, comunicar los resultados y trabajar en grupo.

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 interesante referir a Gil Pérez y Vilches (2013), quienes en una investigación realizada analizan la relación entre investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias. Allí expresan que los docentes no prestan atención a los resultados de las investigaciones en didáctica de las ciencias y que no conocen las revistas especializadas en las que se publican dichas investigaciones.

De acuerdo a ello, se considera que, si los docentes participan de una investigación-acción, aunque no lean las investigaciones en didáctica podrán conocer este modelo didáctico e implementarlo.

La investigación se realizó desde una perspectiva socio-crítica, ya que se pretendía analizar la situación y transformarla. Correspondió a una investigación-acción en la cual se propende a un docente reflexivo sobre su práctica, se implementó a través de la planificación de proyectos a partir de los contenidos curriculares, para favorecer el desarrollo de la competencia científica.

La originalidad de esta investigación se encuentra en que se apunta a promover en los docentes la reflexión sobre sus prácticas de aula para alcanzar cambios verdaderos, por lo cual se implementó una metodología correspondiente a una investigación de enfoque mixto, principalmente cualitativa de corte longitudinal, ubicada en un enfoque de investigación-acción, complementada con técnicas cuantitativas. Se considera muy importante ese posicionamiento de los docentes de investigar sus prácticas, a fin de que los profesores atiendan a la extensa bibliografía existente respecto a los métodos activos y el aprendizaje de los estudiantes.

Participaron tres docentes del liceo seleccionado integrando una comunidad que trabaja cooperativamente. Una teoría crítica de la educación demanda una comunidad crítica de profesionales, dispuestos a examinar la profesión docente desde el contexto en el cual desarrollan su rol. (Carr, Kemmis, 1988)

Rocard (2007) ex ministro francés, citado por Pedrinaci (2012) en el informe encargado por la Comisión Europea, afirma que las razones por las cuales los jóvenes no desarrollan interés por la ciencia son complicadas y destaca las siguientes: 1) Programas recargados. 2) Contenidos que en su mayor parte corresponden al siglo XIX. 3) Enseñanza abstracta, sin observación ni experimentación. 4) Desvinculación con la actualidad y falta de análisis de sus repercusiones sociales.

El informe Rocard (2007) arriba a la conclusión de que los jóvenes consideran que la educación científica es intrascendente y dificultosa e informan sobre el vínculo entre las actitudes hacia la ciencia y la forma en que se enseña (Pedrinaci, 2012).

Los resultados del estudio del Eurobarómetro (2005) sobre “europeos, ciencia y tecnología” retomados en el informe Rocard (2007) indican que los europeos no están satisfechos con las clases de ciencias impartidas en la escuela, y consideran que no son atractivas (Pedrinaci, 2012)

Asimismo, la Quinta Encuesta sobre percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España (FECYT, 2011) informa que en general los encuestados consideran bajo el nivel de educación en ciencias que recibieron (Pedrinaci, 2012)

Esta brecha entre los aprendizajes que se promueven en la escuela y las demandas de la sociedad ya fue mencionada por Monereo y Pozo (2001) cuando dijeron “A menudo la escuela enseña contenidos del siglo XIX con profesores del siglo XX a alumnos del siglo XXI” (Pedrinaci, 2012, p.17)

Tanto desde una perspectiva económica como personal y social surge la necesidad imperiosa de que se mejore la enseñanza de las ciencias. Económica porque se necesitan científicos e ingenieros para el futuro de nuestra sociedad. Personal porque se hace necesaria una comprensión básica de la ciencia y la tecnología para la vida. Además, social porque se deben tener criterios para poder tomar decisiones políticas sobre debates que tendrán repercusión en la calidad de vida de los futuros ciudadanos (Pedrinaci, 2012)

En Uruguay, según datos de la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP), correspondientes a PISA en Ciencias, en 2015 la cobertura de aplicación correspondió a un 84 % de los estudiantes de 15 años, de ellos 52 % fueron mujeres y 48 % varones. El 45 % se aplicó en Montevideo, el 30.9 % en

ciudades capitales de departamento, 15,2 % ciudades no capitales y 8,7 % en localidades con menos de 5000 habitantes. El 59,6 % corresponde a estudiantes de primer año de bachillerato o también denominado cuarto año de enseñanza secundaria. El 65,8 % son estudiantes del CES (Consejo de Educación Secundaria)

Los resultados en 2015, en Matemática, fueron de 418, Lectura 437 y Ciencias Naturales 435, observándose un leve ascenso de los resultados respecto a 2012, además de lograrse en Ciencias mejores resultados que en el año 2006, que, a su vez, habían sido los mejores hasta el momento. El promedio de la OCDE en Ciencias fue de 493 y el mejor puntaje lo obtuvo Singapur con 556 puntos.

En la sexta participación en Pisa 2018 “se confirma la situación de estabilidad en los resultados: los desempeños de Uruguay se ubican sin cambios significativos en Lectura y Matemática con respecto a los ciclos anteriores, pero con un descenso significativo, aunque leve, en Ciencias” ANEP (2019, p. 2)

Por esta razón esta investigación se consideró necesaria porque es urgente encontrar otras propuestas educativas que mejoren los resultados que se obtienen hoy en la educación en Ciencias Naturales y más específicamente en Biología, (Gil Pérez, Carrascosa y Martínez, 2000; Anderson, 2007; Rocard et al., 2007, citados por Gil Pérez y Vilches, 2013) acuerdan con dicha afirmación. Es un hecho comprobado que las actuales estrategias de enseñanza no responden a la expectativa de un mayor egreso aunado a la mejora en la calidad de los aprendizajes.

Las limitaciones que se debieron enfrentar fueron de distinta índole, tal vez las más relevantes estuvieron relacionadas con el contexto sociocultural del centro de estudios, que da lugar a la falta de recursos y apoyo de parte de las familias. Luego, se debe pensar en la planificación e implementación de un nuevo modelo didáctico por parte de las docentes participantes y en las dificultades que conlleva cuando se lo realiza por primera vez.

La finalidad de la misma fue que los docentes adopten este modelo didáctico y analizar las dimensiones de la competencia científica que se desarrollan, así como los aprendizajes de la diversidad de estudiantes presentes en el aula. De esta forma, conocer si es el modelo didáctico alternativo que se necesita para transformar los resultados educativos actuales.

Los beneficiarios directos fueron los estudiantes de secundaria, de un liceo de contexto sociocultural desfavorable inserto en la ciudad de Paso de los Toros, ubicada en un departamento del norte de Uruguay denominado Tacuarembó. La investigación podrá repercutir en el futuro de dichos estudiantes por la posibilidad de un cambio en la realidad social de los mismos y por ende una transformación de su contexto, así como el poder de decisión en problemas científicos.

Permitió la resolución de un problema práctico como lo es la falta de interés de los educandos en temas científicos, y se espera que pueda lograr cambios en los bajos resultados en evaluaciones internacionales si se extiende hacia todo el país.

Se los preparó para la toma de decisiones que debe realizar cualquier ciudadano en relación con los temas científicos candentes. Los resultados obtenidos, al ser confrontados con la vasta teoría existente, confirman las virtudes de este modelo didáctico.

Además, esta investigación tiene utilidad metodológica por su originalidad, ya que generalmente no se observa una postura socio-crítica en la investigación educativa en este país, por lo cual podrá demostrarse que se puede investigar y transformar la realidad existente.

El objeto de estudio en la investigación-acción lo constituye la transformación de la práctica educativa y social, al mismo tiempo que procura una mayor comprensión de la misma (Car y Kemmis, 1988). De acuerdo a ello, se buscó conocer cómo trabajar desde el modelo didáctico de aprendizaje por indagación, para que sea compatible con un currículum basado en competencias y que permita el desarrollo de estas en la educación secundaria.

Se espera que resulte de interés para la comunidad científica y que se pueda ampliar a otros centros educativos del país, para lograr transformar las prácticas educativas y mejorar los resultados en los aprendizajes sin ir en desmedro de la calidad en los mismos.

El trabajo consta de cinco capítulos que abarcan los siguientes temas:

- El **Capítulo I** contiene la justificación de la investigación, el problema de investigación, así como los objetivos generales y específicos.

- En el **Capítulo II** consta la revisión de la literatura: se efectúa un análisis profundo de los distintos aportes teóricos que brindan fundamento a la presente investigación. Abarca además las principales investigaciones precedentes sobre la temática que se aborda.
- En el **Capítulo III** se describe la metodología, que comprende el diseño de la investigación, la población y muestra, las variables, los instrumentos y cómo se realiza el análisis de datos.
- El **Capítulo IV** refiere a los resultados, se analizan los datos obtenidos y se presentan estadísticamente, utilizando tablas, Atlas.ti, un programa de análisis cualitativo, como también SPSS y Epidat, programas de análisis cuantitativos. Asimismo, se realiza la discusión de los resultados.
- Por último, el **Capítulo V** presenta las conclusiones, limitaciones e implicaciones.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Justificación de la investigación

Esta investigación es de interés para la comunidad científica porque con ella se busca sensibilizar a los docentes para que reflexionen sobre sus prácticas de aula y planifiquen sus clases teniendo en cuenta las investigaciones en didáctica de las ciencias.

Se considera fundamental profundizar en los resultados que se obtiene con el modelo didáctico de aprendizaje por indagación, ya que diversos autores, como Cañal (2011), Chin y Osborne (2008), Fernández et al (2005), Furman y Podestá (2009), Gil Pérez y Vilches (2013), Harlen (2007), Hodson (1992), Perales y Cañal (2000), Pedrinaci (2012), Reverte et al. (2006), Sanmartí (2011), entre muchos otros a los que se hará referencia en el presente trabajo, exponen sobre la utilización del mismo y el impacto favorable que produce sobre los aprendizajes y el desarrollo de la competencia científica.

Para que se implemente este modelo didáctico y pueda desarrollarse la competencia científica se necesitan docentes comprometidos con el cambio y la innovación en las prácticas de aula. Por esta razón se considera imprescindible poder analizar estos tres aspectos en la justificación de la investigación.

1.1.1. Modelo de competencia

El modelo de competencia se está posicionando como un nuevo paradigma educativo, ya que responde a variados problemas que otros enfoques no resuelven: 1) Gestionar el currículo para garantizar la calidad de la educación dentro de un marco sistémico. 2) Lograr que el currículo, el aprendizaje, la evaluación sean oportunos para el estudiante y el contexto. 3) Formar personas para enfrentar problemas habituales. 4) Formar ciudadanos idóneos. 5) Desarrollar habilidades críticas, reflexivas y creativas con aplicación en su vida diaria.

Una prueba de la relevancia de este nuevo paradigma radica en su aceptación por parte de la mayoría de las comunidades académicas a nivel mundial (Tobón, Pimienta y García, 2010).

Quintanilla (2014) plantea que en los innumerables esfuerzos teóricos que, a su vez, han sido llevados a la práctica con el fin de mejorar la calidad de la educación científica se ha intentado dar respuesta a la interrogante sobre qué ciencia se debe enseñar en las aulas de distintos niveles educativos. Frente a esta problemática, se propone instituir una base epistemológica basada en la naturaleza de las ciencias.

Desde esta base epistemológica, se refiere a la Competencia de Pensamiento Científico (CPC) y se expresa que para “desarrollar las competencias científicas se requieren tres capacidades: identificar problemas científicos susceptibles de ser investigados científicamente, explicar fenómenos científicamente y utilizar pruebas científicas” (p. 59).

Tobón, Pimienta y García (2010) señalan que el Centro de Investigación en Formación y Evaluación ha constatado que existen varios grandes enfoques para el trabajo con competencias: 1) funcionalista, 2) conductual, 3) constructivista, 4) socioformativo, 5) crítico social y 6) holístico-sistémico, entre otros.

Los autores anteriormente mencionados destacan la importancia del enfoque socioformativo por las siguientes características: 1) La formación del compromiso ético ante uno mismo, la especie humana y el ambiente ecológico. 2) La adhesión a los principios del pensamiento sistémico complejo que permite la adaptación a los retos actuales de interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en las relaciones con el contexto y los cambios constantes.

Asimismo, agregan los siguientes supuestos: 1) La elaboración curricular se realiza dentro de procesos colaborativos que necesitan la participación de toda la comunidad educativa. 2) Se tiene en cuenta la dinámica social y cultural de la Institución. 3) El currículo se desarrolla a través del trabajo en equipo buscando la mejora continua. 4) Se promueve el análisis y la reflexión constante en torno al contexto.

En cambio, se continúa constatando que la enseñanza que se imparte en las aulas no produce buenos resultados. Diversos estudios han analizado las posibles causas del desinterés de los estudiantes por el estudio de las Ciencias y la Tecnología, y todos ellos reconocen que se trata de un fenómeno complejo en el que influyen diversas variables (Esteve, Solbes, 2017, p. 574)

Manifiestan que se verifica que los estudiantes no demuestran interés por la ciencia, basados en un número menor de educandos que estudian carreras científicas. Explican que las razones son variadas, entre ellas indican que se imparte mucho contenido teórico, descontextualizado, sin beneficio, apartado de temas de actualidad, de forma transmisiva, con estudiantes que no participan y con exiguas actividades experimentales.

Respecto a las actividades prácticas experimentales, el Movimiento de Cooperazione Educativa (MCE) de Italia “busca organizar y sistematizar el tanteo experimental, así como dilucidar los fundamentos psicopedagógicos de la investigación del niño como proceso natural de aprendizaje” (Zabala y Arnau, 2014, p. 95).

Los autores agregan que la investigación escolar implica seleccionar, ordenar, relacionar y analizar problemas. Consideran que la investigación es la forma natural de aprendizaje; mientras que esté vinculada con el ambiente y con el interés del estudiante, podrá disfrutar de esa experiencia cercana.

Abordar la realidad implica que los docentes transiten desde una cultura individualista a una colaborativa, discurrir desde la disciplina a la interdisciplinariedad implica una formación integral.

Tobón, Pimienta y García (2010), a propósito de este último aspecto, indican que la ciencia en las instituciones educativas no debe abordarse como una verdad absoluta. Por el contrario, destacan la necesidad de un sentido crítico, de trascender la fragmentación de las asignaturas y avanzar en su integración para poder resolver los problemas de la realidad. Se debe pues promover un pensamiento complejo para lograr una formación integral.

Los mencionados autores refieren a la importancia del desarrollo de la responsabilidad en los estudiantes donde la educación para la toma de decisiones informada y el ejercicio de una libertad responsable son condiciones sine que non para poder hablar de educación integral. Expresan que no se puede continuar manteniendo un modelo tradicional; no solo porque las nociones actuales sobre cómo se forma el conocimiento ya no conciben con un modelo centrado en el profesor, sino también porque los cambios vertiginosos que se dan en el mundo actual exigen que el docente se actualice permanentemente.

En línea con estos planteos, se considera que el El modelo basado en competencias que aquí se promueve busca que los estudiantes aprendan a aprender y emprender.

Zabala y Arnau (2014) mencionan varios métodos que se corresponden con una enseñanza para el desarrollo de competencias para la vida: método de proyectos, centros de interés, investigación del medio, proyecto de trabajos globales, resolución de problemas, análisis de casos, juego de roles, simulaciones, aprendizaje servicio y aprendizaje productivo. Agregan que todos estos métodos podrían considerarse como diferentes modalidades de la denominada pedagogía de proyectos.

Sánchez (2013) efectuó una investigación sobre aprendizaje colaborativo basado en proyectos aplicada a estudiantes de ingeniería, los resultados indican que para los discentes la experiencia les permitió desarrollar su proceso de aprendizaje, percibieron un estímulo para aprender y desarrollar su capacidad proactiva.

Agregaron además que tener la posibilidad de seleccionar las actividades a partir de su interés, favoreció la profundización en los contenidos del curso y el poder trabajar en equipos les permitió asumir con mayor responsabilidad la participación, así como sentirse responsables por el éxito de la actividad, facilitó el aprendizaje de todos los estudiantes y la integración de los mismos y permitió el aprendizaje interdisciplinar.

Los proyectos cumplieron con exigencias de alta calidad, y la mejora de diferentes dimensiones como lo son la cognoscitivo, social y afectivo, desarrollando además habilidades para la presentación final.

En otra investigación realizada por Rodríguez-Sandoval, Vargas-Solano y Luna-Cortés (2008) denominada "Evaluación de la estrategia: aprendizaje basado en proyectos" los resultados obtenidos refieren a que todos los estudiantes estiman que la Feria de Proyectos de Alimentos constituye un apoyo al aprendizaje en sus cursos y a su desarrollo profesional, asimismo 80 % de los encuestados consideran que aprendieron bien o muy bien a planificar, consultar bibliografía, aplicar los conocimientos adquiridos, interpretar y analizar los datos, comunicar los resultados y trabajar en grupo.

Zabala y Arnau (2014), por su parte, expresan que se necesitan ciertas condiciones para la enseñanza de competencias donde el repensar el objeto de

estudio de la escuela resulta cardinal. Se debe transitar desde la enseñanza de contenidos organizados en función de disciplinas académicas a la selección y organización de contenidos que den respuesta a situaciones reales.

Para estos autores cualquier método de enseñanza que pretenda desarrollar competencias para la vida debe cumplir con las siguientes fases: 1) Establecer objetivos. 2) Presentar una situación compleja motivadora. 3) Tener en cuenta los conocimientos previos. 4) Identificar los problemas que surgen de la situación. 5) Delimitar el objeto de estudio. 6) Formular hipótesis. 7) Diseñar estrategias para comprobar las hipótesis. 8) Adquirir y comprender conocimientos y experimentar. 9) Releva datos y confrontar hipótesis. 10) Comunicar el proceso y de la información recabada. 11) Integrar las cuestiones planteadas con el objeto de estudio. 12) Descontextualizar o transformar lo concreto en conocimiento generalizable. 13) Desarrollar la metacognición y autoevaluación. 14) Utilizar estrategias para memorizar y ejercitar.

Cañal (2011) indica que se debe superar la forma de enseñanza actual. Plantea que el énfasis debe estar en la movilización de los conocimientos y no en su repetición, que deben interpretarse distintos tipos de saberes en vez de asumirse la verdad científica única. Agrega, además, que debe priorizarse el contexto, no el contenido privado de historia y sociedad, y que se debe pasar de estudiantes que escuchan a discentes competentes. Los educandos deben hallarse en un espacio que propicie la formulación de preguntas y favorezca la toma de decisiones sobre qué investigar.

A su vez, Pedrinaci (2012, p. 44) entiende que el trabajo con competencias será significativo si se transforma en un contenido estructurador que facilite el tomar decisiones sobre “qué debe enseñarse, cómo debe hacerse y cómo debe evaluarse”.

Este autor relaciona la competencia científica con las competencias básicas, e indica que para que el aprendizaje de las ciencias sea bueno, se debe realizar mediciones, recolectar e interpretar datos, elaborar gráficas y tablas, resolver problemas y efectuar correlaciones. Esto se resume como la contribución con la competencia matemática. Explica que también exige ejercitarse en tareas de describir e interpretar fenómenos naturales, formular hipótesis, argumentar y

comunicar conclusiones. De esta manera, el estudiante aprende ciencia y desarrolla la competencia lingüística. Aunado a lo anterior también se necesita buscar, seleccionar, procesar información y relacionarla con situaciones cotidianas.

Esto involucra el desarrollo de la competencia social y ciudadana, además del tratamiento de la información y la competencia digital.

Otro objetivo de la ciencia mencionado por el autor es el de propender al desarrollo de un espíritu crítico al llevar adelante una investigación escolar de manera más autónoma. Esto se relaciona con la competencia de autonomía e iniciativa personal que, a su vez, se vinculan con la competencia de aprender a aprender.

El MCE conecta la investigación escolar con el desarrollo de un espíritu científico y entiende que éste es fundamental para adquirir prácticas acordes a una sociedad democrática. Así, se desarrollará la capacidad de observar, valorar y criticar que implica la capacidad para interpretar las relaciones entre los hechos que se observan (Zabala y Arnau, 2014).

De acuerdo a lo aquí expresado, siempre que se trabaje haciendo énfasis en la competencia científica, se estarán desarrollando varias de las competencias básicas ya mencionadas. De ahí la importancia de buscar un modelo de aprendizaje que posibilite el desarrollo de la misma.

Si bien Tobón, Pimienta y García (2010), Zabala y Arnau (2014), Cañal (2011), Quintanilla (2014) y Pedrinaci (2012) manifiestan algunas diferencias en sus planteos, todos ellos coinciden en ciertos aspectos que se deben cambiar en las instituciones educativas al momento de abordar el currículo para el logro de estudiantes competentes. Por mencionar algunos: una enseñanza de la naturaleza de las ciencias donde se propicie la resolución de problemas, la contextualización, la responsabilidad y la toma de decisiones por parte de los estudiantes; y el avance hacia el aprender a aprender.

1.1.2. Modelo didáctico de aprendizaje por indagación

Tonucci (1979) decía que, cuando el niño se enfrenta a un problema que debe solucionar, siempre experimenta, y el método de investigación determinará

que se llegue a una solución empleando los conocimientos anteriores de manera original y creativa.

El enfoque indagativo inspiró muchos proyectos curriculares en el siglo pasado, durante las décadas de los 60 y 70, tanto en Estados Unidos como en Europa, desde una visión inductivista. Estos modelos fueron denominados “por descubrimiento”. La nueva perspectiva toma en cuenta que la observación y la interpretación de los experimentos son orientadas por el marco teórico y que las personas poseen conocimientos previos que se deben tener en cuenta. El modelo de indagación guiada procura la construcción de conocimiento conceptual a través de un proceso hipotético-deductivo, que utiliza la experimentación para contrastar las hipótesis y fomentar conflictos conceptuales con las ideas previas, partiendo de problemas reales. La importancia de este modelo para la enseñanza de las ciencias puede apreciarse en varios ámbitos. Por ejemplo, la Comisión Europea publicó el documento “Science Education Now”, donde plantea enseñar ciencias mediante la indagación con el objetivo de contrarrestar la desmotivación que poseen actualmente los estudiantes (Pedrinaci, 2012)

Zabala y Arnau (2014, p. 96) explicitan la importancia de lo que ellos denominan “Método de Investigación del medio” en el desarrollo de la competencia científica. Agregan que: Investigar en la escuela es el proceso natural de aprendizaje, ya que se halla en relación con el ambiente y el interés del educando, lo cual permite que pueda disfrutar de una experiencia instantánea. De ello se desprenderá la motivación para el estudio de los problemas, el planteo de hipótesis, la verificación de las mismas, la elaboración de conclusiones y la comunicación.

Ciari (1980) menciona que esta experiencia permitirá al estudiante desarrollar una mente científica, que corresponde a una destreza general de suponer cada representación de la realidad física, social, natural y económica, de acuerdo al método del análisis de los hechos, de la verificación experimental, del juicio crítico.

Un aspecto que ha obstaculizado el debate sobre si introducir o no la indagación como propuesta de enseñanza de las ciencias ha sido el hecho confuso de interpretar la indagación como metodología didáctica o como objeto de estudio, que no tienen por qué ser uno o el otro, pueden ser ambos. La implementación guiada de actividades investigativas experimentales requiere el aprendizaje

de procedimientos que incluyen la comprensión del proceso científico, pero también pueden realizarse actividades no experimentales, como puede ser analizar un informe para identificar allí las hipótesis, el diseño experimental o analizar las conclusiones. Dichas acciones no involucran actividades investigativas. En el último caso no se utilizó la indagación como método didáctico, pero posibilita el aprendizaje de la naturaleza de la investigación científica (Pedrinaci, 2012).

Asimismo, el autor explica que el aprendizaje de los procedimientos de la ciencia se ha venido haciendo dentro de dos conceptos diferentes: 1) Una concepción atomística o analítica. 2) Una concepción holística o integrada. En la primera se defiende la idea de realizar ejercicios prácticos; en la segunda, se considera que el estudiante puede realizar investigaciones desde el inicio.

Refiriéndose a esta dicotomía, Perkins (2010) enfatiza la importancia de “jugar el juego completo” dentro de un enfoque holístico. Este autor manifiesta que “Gran parte de la educación formal carece de estas experiencias. Es como aprender las piezas de un rompecabezas que nunca puede armarse, o aprender sobre el rompecabezas sin poder tocar las piezas” (p. 30).

En las esferas del aprendizaje, un juego completo corresponde a una clase de indagación, identificar problemas es parte del juego, igual que la resolución de problemas, la explicación, argumentación, recolección de datos, entre otras. “Si no existe la posibilidad de encontrar problemas, podemos estar seguros de que los estudiantes no están jugando el juego completo” (p. 49).

Los rasgos distintivos de un juego completo son: 1) No corresponde únicamente a contenidos, los estudiantes intentan mejorar algo. 2) No es una rutina, se necesita pensar sobre lo que se sabe y avanzar a partir de ello. 3) No incumbe solamente a la resolución de problemas, involucra el hallar problemas. 4) No concierne únicamente a respuestas correctas, abarca la explicación y la justificación. 5) Requiere de emoción, curiosidad, descubrimiento, creatividad y camaradería. 6) Incluye métodos y una o más disciplinas dentro de un contexto social.

Un proyecto de clase puede incluir un relevamiento ecológico de la comunidad, en el que se pueden emplear conceptos de biología, aplicar la matemática para registrar problemas gráficamente y utilizar la lectura y escritura para relatar los resultados y presentar un plan para la comunidad.

Pedrinaci (2012) expresa que las investigaciones son la oportunidad de que los estudiantes trabajen de manera similar a un científico en la resolución de

problemas, que se habitúen al trabajo científico, y consigan una comprensión procedimental de la ciencia, cuando se usan destrezas correspondientes a la indagación científica.

Comparando lo anterior con lo expresado por Perkins (2010), el científico es el jugador profesional y el estudiante es el principiante que juega en el patio trasero, ambos investigan, pero desde roles distintos. Expone que es trascendente recordar que “las versiones para principiantes son la clave para lograr que el enfoque del aprendizaje pleno sea práctico y efectivo” (p. 61). Una versión para principiantes es menos exigente, con tiempos más breves, pero incluye las características fundamentales, como la indagación, encontrar problemas, justificar, explicar, entre otras. Tampoco se deben olvidar los otros principios del aprendizaje pleno, que son siete: 1) Jugar el juego completo. 2) Lograr que valga la pena jugar el juego. 3) Trabajar sobre las partes difíciles. 4) Jugar de visitante. 5) Descubrir el juego oculto. 6) Aprender del equipo y de los otros equipos. 7) Aprender el juego del aprendizaje.

Orientar la investigación implica que el docente la plantee como un juego para principiantes, para ello deberá analizar la dificultad de la misma. En relación a esto es recomendable tener en cuenta la graduación planteada por Qualter y otros (1990), que indica los factores que influyen en la dificultad de las mismas: 1). El enunciado del problema en cuanto a si explicita las variables o no lo hace y si refiere o no al material que se necesita. 2) Los contenidos conceptuales que se requieren para resolver el problema. 3) El tipo de variable dependiente. 4) El tipo de variable independiente, la dificultad mayor en el caso de variables continuas en relación a variables categóricas. 4) La cantidad de variables que se deben controlar. 5) La dificultad de las medidas y de los instrumentos que se utilicen para medir. 6) El contexto en el que se produce la investigación.

De acuerdo a ello, según Gott y Dugan (1995), existen tres tipos de investigaciones de dificultad creciente: 1) Investigaciones con una única variable independiente, discreta o categórica, por ejemplo “¿cuál es la mejor taza para mantener el café caliente?” 2) Investigaciones con una única variable independiente continua, por ejemplo “¿cómo depende la velocidad de enfriamiento de una taza de café de la cantidad de café?” 3) Investigaciones con más de una variable independiente categórica, por ejemplo “¿qué tiene más influencia en

mantener el café caliente, el tipo de material de que está hecha la taza o el hecho de tajarla?”.

Por esta razón es fundamental el rol de guía que desempeñe el docente, ayudando a los estudiantes durante el proceso y sugiriendo el procedimiento que se puede realizar, implica la planificación y orientación del docente en el transcurso de toda la unidad o secuencia didáctica en la que se abordará el proyecto, lo que requiere que los aspectos fundamentales del mismo se planeen en el aula y no como tarea domiciliaria. Un aspecto sustancial, por ejemplo, es la pregunta de investigación; la orientación para formularla debe estar en el aula. En cambio, la búsqueda de la información o la elaboración del marco teórico pueden iniciarse como tarea domiciliaria y luego complementarse con la orientación del docente en el aula.

Zabala y Arnau (2014) explican que la secuencia de enseñanza de las competencias y aprendizaje dentro de este método incluye las siguientes fases: 1) Motivación, la fase de plantear a través de un debate situaciones enmarcadas en su experiencia para promover el interés. 2) Preguntas o problemas que deben de haber surgido del debate. 3) Respuestas intuitivas o hipótesis que permiten conocer las concepciones previas. 4) Identificar los instrumentos para la búsqueda de la información vinculados a la experiencia, que pueden ser desde entrevistas hasta experimentaciones, junto a fuentes de información indirecta como libros o revistas. 5) Diseño y planificación de la investigación. 6). Recolección de datos. 7) Clasificación y selección de datos. 8) Conclusiones. 9) Generalización. 10) Expresión y comunicación.

Los autores mencionados *ut supra* fundamentan el método de investigación del medio desde diferentes ámbitos: 1) *Ámbito personal*. Consideran que la comprensión de la actividad científica y el desarrollo de una mente investigadora y crítica son los objetivos principales del método. Afirman que las competencias de aprender a aprender y la autonomía e iniciativa personal, como también la formación para una ciudadanía reflexiva constituyen el hilo conductor de las actividades que se realizan. Entender el medio y alcanzar una capacidad crítica implica saber observarlo y arribar a conclusiones, estando implícitos los componentes procedimentales de las competencias en todas las fases, tanto los relacionados con la búsqueda de información como con los de carácter estratégico-cognitivo. 2) *Ámbito interpersonal*. Este método involucra una visión colaborativa

que requiere del trabajo en equipos para el desarrollo de las competencias vinculadas a la solidaridad y la tolerancia, permite superar las diferencias que surjan en el proceso de identificar los problemas, la definición de hipótesis, la selección de las fuentes de información, entre otras, haciendo uso del diálogo y la cooperación entre sus integrantes. 3) **Ámbito social.** El objeto de estudio de este método es el medio, se percibe la educación como formación para la acción sobre el medio, para comprenderlo desde una postura crítica y participativa que permita mejorarlo. 4) **Ámbito profesional.** La actuación comprometida con la sociedad permite el desarrollo de competencias profesionales, tales como curiosidad, creatividad, confianza, pensamiento crítico, actividad investigadora, y toma de conciencia respecto al medio social y natural.

Agregan un análisis de dicho método desde los principios psicopedagógicos. Por ser el medio el objeto de estudio, posibilita una actitud positiva hacia el aprendizaje, al favorecer el interés intelectual y la afectividad de los estudiantes, y cumple además con los requerimientos para la construcción del conocimiento científico, aunado a que la comprensión de éste último, no se puede separar de los métodos y el contexto del cual ha surgido. Asimismo, la formulación de hipótesis es una de las fases que facilita la construcción de ideas ya que integra la coherencia entre las ideas previas y las evidencias confrontadas, dentro de una adecuación al nivel intelectual que permitirá la formación de conceptos, aumentando el número de conexiones cognoscitivas.

1.1.3. Los docentes y la innovación

Para que se implementen nuevos modelos didácticos, se necesitan cambios en la postura de los docentes, se requiere estimular el desarrollo profesional de los docentes. Cañal (2011) menciona que el desarrollo profesional debe ir junto al personal y social, ya que se deben tener en cuenta aspectos emocionales y afectivos sin olvidar la importancia que tiene la cultura de las instituciones, ya que el profesor está integrado al centro, por lo cual es muy difícil que el cambio se efectúe y se afiance de manera individual, si no se produce un cambio en la cultura educativa del centro de estudios.

Que los docentes adopten un cambio en los modelos didácticos, no es tarea sencilla de implementar, lograrlo implica que los docentes reflexionen sobre sus prácticas de aula y sobre los resultados que obtienen en los aprendizajes y que ellos se propongan innovar.

Gil Pérez y Vilches (2013) en una investigación realizada analizan la relación entre investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias y expresan que los docentes no atienden a los resultados de las investigaciones en didáctica de las ciencias y que no conocen las revistas especializadas en las que se publican dichas investigaciones

No se puede esperar cambios si los docentes no se actualizan ni se informan sobre los resultados de las investigaciones en didáctica de las ciencias, de ahí la importancia del enfoque de esta investigación que pretende transformar la realidad educativa desde un trabajo colaborativo que introduzca a los docentes en los resultados de las investigaciones y los acerque al nuevo paradigma, para promover la inquietud de cambiar las prácticas de aula en esa dirección.

La investigación se realizará desde una perspectiva socio-crítica, ya que se pretende analizar la situación y transformarla. El foco de la misma se encuentra en poder lograr que los docentes reflexionen sobre el abordaje de los contenidos curriculares y puedan tomar decisiones para que el mismo se realice a través de secuencias didácticas que planteen la resolución de situaciones o problemas que surjan del contexto, alejándose del trabajo tradicional de enseñar únicamente contenidos conceptuales.

Corresponde a una investigación-acción en la cual se tiende a un docente reflexivo sobre su práctica implementada a través de un currículum por competencias.

El objeto de estudio en la investigación-acción lo constituye la transformación de la práctica educativa y social, al mismo tiempo que procura una mayor comprensión de la misma. Por esta razón se busca conocer cómo trabajar desde el modelo didáctico de aprendizaje por investigación, para que sea compatible con un currículum basado en competencias. Esto permitiría el desarrollo de estas en la educación secundaria.

La originalidad de esta investigación se encuentra en que se implementará una metodología correspondiente a una investigación cualitativa de corte

longitudinal, enmarcada en la perspectiva de la investigación-acción, que propende a docentes que investiguen sus prácticas de aula para lograr verdaderos cambios en las mismas. Esto es fundamental para que los profesores presten atención a la extensa bibliografía producida en relación a los métodos activos y el aprendizaje de los estudiantes.

No es suficiente investigar lo que sucede en las aulas de unos pocos docentes, que adoptan las innovaciones. Cuando se realiza de esta forma se puede saber la incidencia de dicha innovación en el aprendizaje, pero ¿qué sucede con los demás docentes? Es necesario que todos los docentes realicen cambios desde su postura epistemológica. Por esta razón se propone una investigación-acción que permita transformar las prácticas de aula, además de conocer la incidencia del modelo. Los resultados permitirán conocer si existe otro camino posible que sensibilice a los docentes para la innovación y la implementación de un modelo didáctico que de acuerdo a la extensa bibliografía de los últimos años es muy prometedor por los resultados que se logran en los aprendizajes.

La teoría existente sobre la investigación-acción expone sobre las ventajas que posee en la transformación del trabajo de los docentes. Sin embargo, son escasas las investigaciones en Uruguay que adhieren a la misma, existiendo un claro descrédito hacia este tipo de estudios.

Se propone la participación de tres docentes como mínimo en el liceo seleccionado integrando una comunidad que trabaja cooperativamente.

Lo esencial de esta investigación, se encuentra en la necesidad de, identificar propuestas educativas diferentes que optimicen los resultados que se alcanzan actualmente en la educación en ciencias naturales, (Gil Pérez, Carrascosa y Martínez, 2000; Gil Pérez y Vilches, 2013; Rocard et al., 2007) y especialmente en biología. Es un hecho comprobado que las formas de trabajo, que se implementan hoy en el aula, no dan respuesta a la necesidad de un mayor egreso y a una mejora en la calidad de los aprendizajes, así como tampoco al esperado desarrollo de la competencia científica.

La finalidad de la misma es que los docentes adopten este modelo didáctico y analizar las competencias que se desarrollan y los aprendizajes de la diversidad de estudiantes presentes en el aula, para conocer si es el modelo didáctico alternativo que se necesita para transformar los resultados educativos actuales.

Los beneficiarios directos serán los estudiantes que se encuentran en las aulas de secundaria, lo que repercutirá en su futuro, gracias a la posibilidad de un cambio en la realidad social de los mismos y, por ende, una transformación de su contexto sociocultural, así como el poder de decisión en problemas científicos.

Permitirá la resolución de un problema práctico como lo es la falta de interés de los educandos en temas científicos, así como los bajos resultados en evaluaciones internacionales. Se formarán para tomar decisiones sobre temas científicos relevantes.

Los resultados obtenidos permitirán confrontar con la vasta teoría existente que explica las virtudes de este modelo didáctico.

Además, esta investigación tendrá utilidad metodológica por su originalidad, ya que generalmente no se observa una postura socio-crítica en la investigación educativa en este país, y la misma se realizará en Uruguay, siendo más específicos, como se dijo anteriormente, en la ciudad de Paso de los Toros, que forma parte del departamento de Tacuarembó. El lugar tomado para esta investigación es un liceo de Ciclo Básico y primero de Bachillerato, al que concurren estudiantes de 12 a 16 años de diferentes contextos socio-económicos, por lo cual podrá demostrarse que se puede investigar y transformar la realidad existente.

Será de sumo interés para la comunidad científica que se logren transformar las prácticas educativas y mejorar los resultados en los aprendizajes sin ir en desmedro de la calidad en los mismos.

1.2. Problema de investigación

Esta investigación busca responder ¿cómo atender a todos los estudiantes para que se interesen por el estudio de las ciencias y en especial de la biología? y ¿cómo desarrollar la competencia científica para lograr aprendizajes de calidad acordes a la sociedad del siglo XXI? Es una necesidad urgente que los estudiantes se interesen y adquieran la competencia científica, necesaria para poder discutir temas científicos y tomar posición sobre ellos, adoptando un espíritu crítico que les permita dilucidar entre conocimiento científico y vulgar.

Rocard (2007) ex ministro francés, en el informe encargado por la Comisión Europea, afirma que las razones por las cuales los jóvenes no desarrollan interés por la ciencia son complicadas y destaca las siguientes: 1) Programas recargados. 2) Los contenidos en su mayor parte corresponden al siglo XIX. 3) La enseñanza es abstracta, sin observación ni experimentación. 4) No se vincula con la actualidad ni se analizan sus repercusiones sociales.

Dicho informe arriba a la conclusión de que los jóvenes consideran que la educación científica es intrascendente y dificultosa, e informan sobre el vínculo entre las actitudes hacia la ciencia y la forma en que se enseña.

El informe de la Comisión Europea (2005) citado por Pedrinaci (2012) indica que solamente el 15 % de los europeos está complacido con el tipo de clases de ciencias que le ofrecieron en la escuela, en tanto el 59,5 % piensa que no son atractivas. Por otra parte, la Quinta Encuesta sobre percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España (FECYT, 2011, citado por Pedrinaci, 2012) expresa que el 40,5 % de los encuestados considera muy bajo o bajo el nivel de educación en ciencias que recibió y solo el 10,7 % entiende que fue alto o muy alto.

Fernández et al. (2005) menciona que innumerables estudios sobre la enseñanza de las ciencias transmite visiones que no se corresponden con la manera como se construye y evolucionan la ciencia. Estas visiones generan desinterés y rechazo de muchos discentes, y se constituyen en un obstáculo para aprender.

En 2012 Uruguay participó por cuarta vez en PISA. Los puntajes en matemática, lectura y ciencias para Uruguay fueron de 409, 411 y 416 respectivamente en tanto el promedio de la OCDE obtuvo 494, 496 y 501. Shanghái logró 613, 570 y 580 de acuerdo al orden referido.

Los puntajes en Uruguay en ciencias desde 2006 hasta 2012 han ido en descenso, obteniéndose en 2006, 428 puntos, en 2009, 427 puntos y en 2012, 416 puntos.

El sistema educativo uruguayo se caracteriza por el elevado porcentaje de estudiantes con rezago escolar, debido al elevado índice de repetición durante primaria y primeros años de educación media.

En PISA 2009 es el cuarto país con mayor incidencia de repetición a los 15 años. El 56 % de estudiantes de 15 años realiza la trayectoria sin repetición ni interrupciones, en tanto el 40 % presenta rezago (ANEP, 2010, p. 124).

Respecto a los resultados obtenidos en PISA 2009, Shanghái obtuvo el mejor puntaje promedio de todos los países que intervinieron en la evaluación: 575 puntos. Finlandia se encuentra en segundo lugar y, en tercer lugar, Hong Kong-China (ANEP, 2010, p. 178).

En tanto en América Latina, el país que obtuvo el mejor puntaje en Ciencias es Chile, con 447 puntos, y le sigue Uruguay, con 427 puntos. Mientras que los puntajes más bajos los obtuvieron Perú, con 369 puntos y Panamá, 376 puntos (p. 179).

Para Uruguay la diferencia entre los quintiles extremos es de 316 puntos, lo que determina una amplia diferencia entre los desempeños de los estudiantes que obtienen los más altos y los más bajos puntajes

En Uruguay solamente el 8,6 % de los educandos que intervinieron en la evaluación se posicionan en los niveles altos de la escala. Son estudiantes “capaces de interpretar datos complejos y desconocidos, elaborar explicaciones científicas sobre situaciones complejas en el mundo real, y aplicar procesos científicos a los problemas familiares”. “Pueden seleccionar e integrar explicaciones de diferentes disciplinas de la ciencia o la tecnología y vincular esas explicaciones directamente a aspectos de situaciones de la vida, reflexionar sobre sus acciones y comunicar decisiones usando el conocimiento y evidencias científicas.

En relación al porcentaje de respuestas correctas para las tres capacidades científicas evaluadas los resultados fueron: identificar cuestiones científicas, 43,2 %; explicar fenómenos científicamente, 39,5 %; utilizar evidencia científica, 41,1 %. Esto da un promedio total para Uruguay de 40,9 %, en tanto para los países de la OCDE el promedio es de 53,8 %.

El porcentaje de respuestas correctas sobre conocimiento de la ciencia fue de 41,1 %, y sobre conocimientos acerca de la ciencia de 40,8 %, por lo que no existen grandes diferencias entre ambos. El promedio total fue de 40,9 %, mientras que en los países de la OCDE fue de 53,8 % (p. 181 a 189).

Si se analiza por categoría de conocimientos, dentro de los conocimientos acerca de las ciencias, obtiene el puntaje más bajo la categoría de explicaciones

científicas, con 39,6 %, en tanto investigación científica obtiene 41,9 %, en tanto en la OCDE se ubica en 53,1 y 53,3 % respectivamente.

En relación a los conocimientos de las ciencias, obtiene el porcentaje más bajo la categoría de sistemas vivos, con 31,7 %, le sigue sistemas tecnológicos, con 49,8 % y sistemas físicos, con 52 %, mientras que en la OCDE los porcentajes corresponden a 45,8 %, 63,3 % y 69 % respectivamente. (p. 190)

El ítem que se refiere a sistemas vivos fue respondido correctamente por el 12 % de los estudiantes, en el 2006 también tuvo el menor porcentaje de respuesta correcta. La pregunta solicitaba que se identificaran los nutrientes que pueden ser usados como fuente de energía.

Acerca del porcentaje promedio de omisión según las capacidades científicas, el mayor fue para utilizar evidencias científicas, con un 15,2 %; le sigue identificar cuestiones científicas con un 13 % y 12,4 % para explicar fenómenos científicamente, en tanto para la OCDE fue de 7,1 %, 5,6 % y 5,9 % respectivamente.

Para la categoría de conocimientos científicos, el mayor porcentaje de omisión lo obtuvo el tema de sistemas vivos con 15,6 %, le sigue sistemas tecnológicos con 14,2 %, sistemas de la tierra y el espacio 12,5 % y sistemas físicos con 7,5 %. La misma categoría en la OCDE obtuvo 7,6 %, 5,1 %, 6 % y 3,2 % respectivamente (p. 193 a 195).

Por categoría de pregunta, las que presentan el mayor porcentaje de omisión son las respuestas que requieren ser elaboradas por el estudiante. En Uruguay el 25 % de los estudiantes no responde preguntas de este formato.

El ítem que fue más omitido por los estudiantes uruguayos tanto en 2006, con un 43 %, como en el 2009, con un 37 % de omisión, fue el perteneciente a la “categoría de sistemas vivos, capacidad explicar fenómenos científicamente”. La propuesta se enmarcaba dentro de un contexto social, en la cual el estudiante debía proponer una explicación acerca de la acción de los antibióticos sobre las bacterias (p. 198)

En Uruguay los desempeños del 43 % de los educandos no superan el Nivel 1 de la escala. Esto indica que los mismos solo pueden mostrar comprensión de la ciencia a un nivel muy básico y que solo son capaces de proporcionar explicaciones científicas que son obvias y deducibles de la evidencia brindada.

Solamente el 8 % de los educandos se desempeña en los 3 niveles más altos de la escala. En tanto para los niveles 5 y 6 el porcentaje se reduce al 1,5 %.

En 2012, Uruguay participó por cuarta vez en PISA. Esta vez la evaluación de la competencia “resolución de problemas” se efectuó con problemas interactivos, la implementación fue apoyada por el Plan Ceibal, el cual brindó las computadoras a los centros educativos (ANEP, 2012)

La muestra correspondió a 5470 estudiantes de 15 años inscriptos en 180 centros de enseñanza media a los que concurren 39.771 estudiantes. El 85 % de los jóvenes de esta edad están matriculados en el sistema educativo. El porcentaje aumentó un 3 % respecto al año 2009 y un 10 % desde el año 2003.

Además, se constató que hay un descenso de la proporción de estudiantes de 15 años que concurren a centros que poseen nivel muy desfavorable, y un aumento de los estudiantes que asisten a centros de entorno muy favorable, en tanto, en los entornos medios permanece estable.

Los puntajes en Uruguay en ciencias han ido en descenso entre 2006 y 2012, obteniéndose en 2006, 428 puntos, en 2009, 427 puntos y en 2012, 416 puntos. También ha descendido el puntaje en matemática y lectura desde el año 2003 hasta el 2012.

El porcentaje promedio de respuestas correctas en Uruguay fue de 39 %, en tanto el promedio de la OCDE es de 54 % y Shanghái-China, que obtuvo el mejor promedio, fue de un 69,3 %. En América Latina, Uruguay fue superado solamente por Chile con un 42,3 %.

Si se analiza el porcentaje por nivel de desempeño, los estudiantes en Uruguay se ubican en un mayor porcentaje dentro del nivel 2, con un 29,3 %, seguido del nivel 1 con un 27,2 % y el nivel bajo 1 con un 19,7 %. En el nivel 3 la OCDE, obtiene su máximo nivel con 28,8 % y Uruguay 17,1 %.

En relación a las capacidades científicas Uruguay obtiene el menor porcentaje en “explicar fenómenos científicamente” con un 37,2 %, seguido por usar evidencia científica 39,1 % y por último identificar cuestiones científicas con un 41,8 %, en tanto el promedio en la OCDE corresponde a 53,1 %, 53,1 % y 54,9 % respectivamente.

En relación a los conocimientos de las ciencias se obtiene el porcentaje menor en sistemas vivos con un 29,6 %, seguido por sistemas de la Tierra y el

espacio con 36,5 %, sistemas tecnológicos 49 % y sistemas físicos 49,5 %. En tanto en la OCDE se obtiene 46,4 %, 55,8 %, 63,7 % y 60,2 % respectivamente.

En la categoría conocimientos acerca de las ciencias, Uruguay obtiene un 37,3 % en explicaciones científicas y 40,4 % en investigación científica. Mientras el promedio en la OCDE corresponde a 53,3 % y 53,1 % respectivamente (p. 199)

Respecto a la omisión de respuestas, Uruguay es uno de los países que presenta mayor porcentaje de omisión junto con Albania y Montenegro con un promedio de 22,4 %. La omisión en ciencias es de 15,7 % (ANEP, 2012, p. 44)

En el ciclo 2015 de PISA participaron 72 países o economías. Esta edición hace énfasis en el estudio del nivel de desarrollo en los estudiantes de la competencia científica, además de evaluar también niveles de desempeño en matemática, lectura y resolución colaborativa de problemas. Este ciclo es el primero en el que la prueba y el cuestionario de estudiantes, se aplican totalmente por computadora.

En la edición 2015, las actividades del área proponen a los estudiantes la toma de decisiones a través de la participación en un diálogo con compañeros de trabajo virtuales y la comunicación mediante la selección de respuestas que simulan un chat entre los participantes. En Uruguay participan 237 centros educativos: 134 Liceos Públicos, 57 Escuelas Técnicas, 40 Liceos Privados y 6 Escuelas con 7°, 8° y 9° año Rural. La prueba se aplicó en cada centro durante el mes de agosto y los resultados estarán para fines de 2016.

Avvisati, en entrevista con Martins (2014) explicó que varios de los países y economías con mejor rendimiento en la resolución de problemas son asiáticos y se caracterizan por contar con estudiantes que demuestran una capacidad muy elevada para razonar y aprender de forma autónoma, los estudiantes asiáticos son muy buenos en diseñar experimentos, en trabajar con variables probando cada una para examinar a continuación diferentes combinaciones, señaló además que los estudiantes asiáticos son muy buenos en formular distintas hipótesis, utilizando habilidades aprendidas en matemática.

Los problemas de falta de interés de los estudiantes por las ciencias unidos a la metodología utilizada por los docentes que no logra motivarlos exigen de forma urgente un cambio en las formas de enseñar.

Meirieu (2007) en relación a estos estudiantes desinteresados, reflexiona que en los países occidentales se democratizó el acceso a la escuela, pero ello no se reflejó en el éxito escolar. Cuando llegaron los excluidos a la escuela, no se transformó la escuela para que los mismos pudieran avanzar.

También Vilches y Gil Pérez (2007, p. 2) se refieren a la falta de interés de los estudiantes en relación a la clase tradicional en la enseñanza de las ciencias, indica “el origen de este descenso del interés está, en buena medida, en la forma en que la ciencia es enseñada”. Es inaplazable cambiar las estrategias de transmisión y recepción por formas de enseñar alternativas que guíen el aprendizaje a través de la indagación o investigación, lo cual corresponde a un consenso a nivel de expertos.

Lograr ese cambio en el posicionamiento del docente cuando enseña es una tarea difícil, una posible explicación se encuentra en Pozo (1998, p. 296) cuando alude a la metodología de los docentes y explica que “(...) exige del profesor un cambio conceptual, procedimental y actitudinal paralelo al que debe intentar promover en sus alumnos”. Por esta razón no es fácil lograr que los docentes transiten de las estrategias que utilizan cada día en sus clases a las promovidas desde este modelo didáctico.

Al respecto, Cañal (2011) expresa que los profesores con mucha experiencia tienen conocimientos prácticos afianzados durante su trayectoria profesional, los cuales son muy resistentes al cambio. Los *cursillos* de perfeccionamiento que realizan suelen ser poco eficaces para promover innovaciones. A lo anterior se suma el escaso tiempo disponible y el esfuerzo que les implica la actualización cuando no han reflexionado suficientemente para interpretar la relevancia de la formación recibida. De allí la importancia de que el docente no sea un consumidor de conocimientos externos, sino que el mismo sea productor a partir de los problemas que le preocupan en sus clases.

Estas dificultades señaladas están relacionadas con las valoraciones de Porlán (2003, p. 25) cuando dice, respecto a la formación del profesorado: “(...) no es tan sólo un problema de añadir más tiempos y espacios curriculares para abordar contenidos didácticos y experiencias prácticas, (...) sino modificar cualitativamente la visión de la profesión (...)” Exige al profesor pasar, de ser protagonista en la búsqueda de respuestas a preguntas cerradas, a ser orientador de preguntas de los estudiantes.

En congruencia a ello es necesario recordar a Freire y Faúndez (1985, p. 6) quienes indican que generalmente la educación es una enseñanza de respuestas, en lugar de ser una educación de preguntas. La pedagogía de la respuesta es la más fácil, en ella no se arriesga nada, en cambio la pedagogía de la pregunta es la única capaz de ser creativa, de promover el asombro y resolver problemas esenciales y del mismo conocimiento.

Una explicación de la razón por la cual los docentes no se arriesgan a utilizar otras formas de enseñar y de aprender, como la que se propone, es que la misma depara más incertidumbre que certezas para el docente. Esta idea se encuentra en la siguiente cita de Santos Guerra (1999, p. 3) que entiende que “la duda es un estado intelectual incómodo” inunda al individuo de inquietud, preocupación, insatisfacción. En tanto “la certeza es un estado intelectualmente ridículo (...) desde una posición cognitiva exigente”.

Existen más explicaciones para fundamentar que los docentes no la adopten, lo que demuestra la multicausalidad del problema. Continuar con el modelo tradicional quizá sea una consecuencia de la falta de información y actualización de los docentes en temas didácticos. Vilches y Gil Pérez (2013, p. 1) manifiestan que “los docentes prestan una escasa atención a la investigación en didáctica de las ciencias e incluso desconocen las revistas especializadas en las que dicha investigación se publica”.

Para Cañal (2011) contar con el concepto de competencia no indica que todo está resuelto para la educación, en realidad todo está para hacer, lo importante es tener la oportunidad de mejorar las prácticas de aula, por lo que se debe valorar la inmensa potencialidad que brinda esta perspectiva para la educación en el siglo XXI.

Es fundamental que la ciencia que se enseña se posicione desde una postura crítica y epistemológica del docente apuntando al desarrollo de competencias y no restringiéndose a los contenidos disciplinares, para que no se transmitan visiones erróneas de la misma, reduciéndose al estudio de una ciencia acabada.

Al inicio del capítulo se plantearon dos preguntas genéricas que fueron ¿cómo atender a todos los estudiantes para que se interesen por el estudio de las ciencias y en especial en la biología? y ¿cómo desarrollar la competencia científica para lograr aprendizajes de calidad acordes a la sociedad del siglo XXI?

Asimismo, si se atiende a las vastas investigaciones que indican las bondades del modelo didáctico de aprendizaje por indagación, estas preguntas más genéricas se pueden concretar en la siguiente:

¿Cómo influye el modelo didáctico de aprendizaje por indagación en biología sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de enseñanza secundaria?

1.3. Objetivos generales y específicos

1.3.1. Objetivo general

Analizar el impacto del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en el desarrollo de la competencia científica en varios grupos de estudiantes de enseñanza secundaria.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las diferentes formas de enseñar y de aprender para desarrollar la competencia científica, dentro de este modelo didáctico, planificadas en cada una de las secuencias didácticas
- Analizar la implementación del modelo de aprendizaje por indagación, realizada por las docentes, que surge de la observación de las clases.
- Describir el avance que logran realizar todos los estudiantes de los grupos seleccionados, en las distintas dimensiones y capacidades que incluye la competencia científica, desde el inicio hasta el final de la investigación-acción, a través del análisis de documentos correspondientes a las pruebas iniciales y finales, como también de los trabajos presentados en el transcurso de la experiencia.

- Determinar la percepción de los estudiantes y docentes, en un liceo de contexto socio cultural crítico, cuando se trabaja dentro de este modelo didáctico, utilizando los grupos focales y encuestas.

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Estado actual del tema

En este trabajo se analizará la importancia de una transformación en las formas de enseñar y de aprender para lograr el desarrollo de la competencia científica. Este cambio, en una forma importante, se ha debido a la utilización de un modelo didáctico denominado “aprendizaje por indagación”.

A continuación, se realizará una breve reseña que muestra la opinión de diferentes autores que son referentes a nivel mundial en didáctica de las ciencias. Se iniciará la revisión retomando las diferentes opiniones sobre el modo de enseñanza y aprendizaje actual, luego se profundizará en los dos contenidos que se busca explorar y describir: la competencia científica y el modelo didáctico de aprendizaje por indagación.

2.2. Aprender ciencias en la actualidad

Las décadas de fines del siglo XX y principios del siglo XXI han sido denominadas como la era de la “sociedad de la información, el conocimiento y el aprendizaje” y han traído nuevos desafíos en la enseñanza y estudio de las ciencias. Para la Unesco (2005, citado por Alfonso, 2016, p. 239) “el concepto de sociedad del conocimiento va más allá de la sociedad de la información”, etiqueta que comenzó a acuñarse en las últimas décadas del siglo XX. Por otro lado, Khan (2003) afirma que la sociedad de la información corresponde a los cimientos de la sociedad del conocimiento. Así como la sociedad de la información está vinculada con la innovación tecnológica, la sociedad del conocimiento involucra una dimensión de transformación social y cultural que concierne a empoderar y desarrollar la sociedad desde todos los sectores.

En esta sociedad, el rol del docente sufre una transformación: de proveedor de información a la que el estudiante puede acceder con facilidad, pasa a adoptar la función de orientador en el proceso de desarrollo de competencias que solo se logran mediante la práctica y que no pueden perfeccionarse si un docente no las promueve y las enseña.

2.3. Competencias genéricas, básicas y competencia científica

La educación del siglo XXI no debe brindar a sus estudiantes propuestas cerradas ni recetas; en cambio, es preciso que ofrezca herramientas para un mundo en permanente cambio que favorezcan el aprendizaje continuo durante toda la vida.

“En la sociedad del siglo XXI la educación está viviendo un reajuste de sus enfoques: se demandan personas capaces de desenvolverse en contextos cambiantes y de resolver problemas de forma reflexiva y planificada” (Álvarez, Pérez y Suárez, 2008, p. 17). Seguir formándose implica desarrollar las competencias necesarias para aprender a aprender en cada contexto y situación que le toque vivir al estudiante.

2.3.1. Concepto de “competencia”

La Real Academia Española contempla el significado del término “competencia” desde dos acepciones principales: 1. aquella que se refiere a hacer buen uso de funciones y atributos y, 2. otra concebida como disputa, rivalidad, etc. En el contexto educativo, el concepto de “competencia” hace referencia a la primera acepción y se vincula frecuentemente con otros términos como “capacidad”, “aptitud”, “habilidad”, “destreza”, etc. Estas palabras relacionadas semánticamente no son definidas con claridad por el Diccionario de la Real Academia Española ya que “la capacidad se define como aptitud; la aptitud como capacidad competente; la habilidad como capacidad; la destreza como habilidad; la competencia como aptitud” (Álvarez et al., 2008, p. 18).

La reticencia a utilizar este término en el medio educativo tiene su explicación en su origen ya que el término comenzó a utilizarse en el medio empresarial. Los que adhieren a su uso lo justifican desde la exigencia de que la propuesta educativa tenga en cuenta las necesidades sociales y se aparte de las prácticas más elitistas.

Smith (1996) escribe un trabajo denominado “*Competence and Competency*” en el que propone que se distingan los términos “*competence*” y “*competences*”, que corresponden a acciones complejas que requieren el uso de recursos cognitivos variados de alto rango, de los términos “*competency*” y “*competencies*” que se refieren a las habilidades de bajo rango. Goñi (s.f.) indica que

el título del artículo resulta difícil de traducir al castellano porque no existen dos palabras que permitan la diferencia terminológica. No obstante, señala la pertinencia de la distinción, que responde a un proceso ocurrido en Reino Unido en la década del 90 y que parece haber tenido su repetición en España en los primeros años del siglo actual.

Por lo tanto, es posible referirse a los primeros términos como “competencias” y a los segundos como “habilidades”. Esto puede interpretarse de la siguiente manera: para ser competente se necesita ser hábil, pero para ser hábil no es necesario ser competente. La habilidad permite realizar la aplicación mecánica de protocolos, pero no supone un éxito al momento de enfrentar situaciones complejas.

Indudablemente, existen múltiples definiciones de “competencia” de diferentes autores. A continuación, se mencionan las compiladas y citadas por Álvarez et al. (2008, p. 19):

Eurydice (2002) “Capacidad o potencia para actuar de manera eficaz en un contexto determinado”.

Perrenoud (1997) “Capacidad de actuar eficazmente en un número determinado de situaciones, capacidad basada en los conocimientos pero que no se limita a ellos”.

Weinert (2001) “Sistema más o menos especializado de capacidades y destrezas que son necesarias o suficientes para alcanzar un objetivo específico”.

Coolahan (1996) “Capacidad general basada en los conocimientos, experiencias, valores y disposiciones que una persona ha desarrollado mediante su compromiso con las prácticas educativas”.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], (2002) “Capacidad para responder a las demandas complejas y llevar a cabo tareas de forma adecuada...que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz”.

Proyecto Tuning (2003) “Combinación de atributos –con respecto al conocimiento y sus aplicaciones, aptitudes, destrezas y responsabilidades– que describen el nivel o grado de suficiencia con que una persona es capaz de desempeñarla”.

Braslavsky (1993) “Un saber hacer con saber y con conciencia respecto del impacto de ese hacer”.

Braslavsky (2001) "Habilidades vinculadas con el desempeño autónomo, el conocimiento aplicado y aplicable, el conocimiento en acción, el saber resultante de saber hacer y saber explicar lo que se hace".

Barriga (2004) "Capacidades para hacer algo de modo idóneo que resultan de un proceso complejo de asimilación integrativa del aprendizaje de saberes conceptuales, procedimentales y actitudes que se lleva a cabo en la fase de ejercitación dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje".

Monereo (2004) "Repertorio de estrategias coordinadas para resolver una demanda específica correspondiente a un contexto habitual (educativo, familiar, profesional, personal) de la actividad humana".

Spencer y Spencer (1993) "Capacidad subyacente en una persona que está causalmente relacionada con el desempeño, referido a un criterio superior o efectivo, en un trabajo o situación".

Lasnier (2000) "Saber hacer complejo resultado de la integración, movilización y adecuación de capacidades, habilidades (cognitivas, afectivas, psicomotoras o sociales) y de conocimientos utilizados eficazmente en situaciones similares".

Roegiers (2000) "Posibilidad de movilizar un conjunto integrado de recursos con el fin de resolver una situación-problema que pertenece a una familia de situaciones".

De Ketele (1996) "Conjunto ordenado de capacidades que se ejercen sobre contenidos contextualizados dentro de una categoría de situaciones para resolver los problemas que se plantean en esas situaciones".

Coll y Marchesi (2007) "Ser competente en un ámbito determinado es tener los conocimientos necesarios para desenvolverse en ese ámbito y ser capaz de utilizarlos actuando con eficacia en el desarrollo de actividades y tareas relacionadas con él".

Marina (2007) "No se trata de un concepto meramente pragmático, sino que tiene un contenido ético, porque se considera competente al individuo que es capaz de desempeñar adecuadamente una tarea valiosa para sí mismo y para la sociedad".

Pérez Gómez (2007) "Habilidad para afrontar demandas externas o desarrollar actividades y proyectos de manera satisfactoria en contextos complejos.

Implica dimensiones cognitivas y no cognitivas: conocimientos, habilidades cognitivas, habilidades prácticas, actitudes, valores y emociones”.

Riu (2009) indica que un currículum basado en competencias implica tener presentes los tres componentes de este concepto: conocimiento, hacer y contexto dentro del cual se lleva adelante la acción. De este modo, parafraseando a Riu, la competencia es descrita como la utilización del conocimiento para resolver una situación en determinado contexto.

Finalmente, Álvarez et al. (2008, p. 29) llegan a la conclusión que haber desarrollado una competencia implica:

Haber aprendido sobre un objeto (dato, clase, relación, estructura), ser capaz de ejercer una actividad (saber reproducir, saber hacer, saber ser) dentro de un dominio o dimensión (cognitiva, sensorio-psico-motor, socioafectiva) y, además, ser capaz de movilizar los aprendizajes adquiridos (saber, saber hacer y saber ser) en una situación significativa compleja.

En síntesis, se puede decir que una competencia refiere al saber, saber hacer y saber ser en un determinado contexto.

2.3.2. Competencias genéricas

El Proyecto Tuning (2003), mencionado por Álvarez (2008, p. 25), organiza las competencias en instrumentales (analizar, organizar, planificar, etc.), interpersonales (autocrítica, trabajo en equipo, etc.) y sistémicas (aplicar conocimientos en la práctica, investigar, etc.).

2.3.3. Competencias básicas

El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea describen las siguientes ocho competencias clave citadas por Riu (2009, p. 2):

competencia en comunicación lingüística;

competencia matemática;

competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico;

tratamiento de la información y competencia digital;

competencia social y ciudadana;

competencia cultural y artística;
competencia para aprender a aprender;
autonomía e iniciativa personal.

A esta lista, además, debemos agregar las competencias afectivas y comportamentales trabajadas por Aguaded (s.f.).

Álvarez et al. (2008, pp. 26-27) indican que España y Francia toman en cuenta las competencias básicas definidas por la Unión Europea y las adaptan a sus contextos. Así, se identifican competencias similares. Por ejemplo: la competencia en comunicación en lengua materna y lenguas extranjeras definida por la Unión Europea se traduce en España a la competencia en comunicación lingüística y en Francia al dominio de lengua francesa y práctica de una lengua extranjera. También hay semejanzas en las competencias matemática, digital y social, entre otras.

2.3.4. Competencia científica

Dentro de las competencias básicas, la denominada “competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico” se vincula de manera estrecha con la competencia científica.

Álvarez et al. (2008, p. 42), enuncian la definición de la misma como “habilidad para interactuar con el mundo físico”, a través de los conocimientos (aprendizaje de conceptos básicos), las destrezas (aplicación del pensamiento científico) y las actitudes (valoración del conocimiento científico), entre otras. Asimismo, se determina su finalidad aplicada a la competencia de conocimiento e interacción con el mundo físico.

Ante las diversas formas de nombrar a esta competencia, algunos autores fundamentan por qué debe llamarse “competencia científica” y no de otro modo.

Para Rebollo (2010), denominarla “competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico” no es conveniente ya que: 1) La expresión “competencia en el conocimiento” introduce confusiones porque el conocimiento es uno de los componentes de la competencia, pero no es su objeto. 2) Ser competentes “en la interacción con el mundo físico” es una visión reduccionista de la sociedad actual y de los temas de la ciencia y tecnología.

En cambio, considera oportuno el término “competencia científica” por dos tipos de razones:

- Históricas, ya que es utilizado por el Programa Internacional de Evaluación de los Alumnos (PISA) desde 1997; además de ser aceptado y empleado en su mayoría por la comunidad científica.
- Didácticas, dado que esta denominación representa las metas de la educación en ciencias al abarcar tanto el conocimiento científico como las habilidades científicas relacionadas con la investigación en ciencias. Incluye además múltiples dimensiones que permiten integrar la vinculación entre ciencia y tecnología.

Otra forma que se utiliza como sinónimo de este término es el de “alfabetización científica”. Pedrinaci (2012), al igual que Rebollo (2010), considera que es más conveniente la denominación de “competencia científica” porque conecta con la de “alfabetización científica”. De esta última, se obtienen elementos esenciales al concepto, como la noción de reorientar la enseñanza de las ciencias, sus ideas básicas y los criterios para seleccionar contenidos. Sin embargo, plantea algunos inconvenientes.

Algunos de los argumentos en contra de “alfabetización científica” que presenta Pedrinaci (2012) son:

- La alfabetización científica se relaciona con la formación básica y no es adecuada para quienes eligen carreras científicas. Esta premisa, no obstante, no cuenta con el acuerdo general, ya que se estima que la formación científica básica es lo más conveniente para los que elegirán carreras científicas (Gil y Vilches, 2001).
- El término “competencia científica” es más esclarecedor en relación con la continuidad entre la educación de niños y adolescentes y la formación universitaria y profesional.
- Dicho término viene acompañado por una serie de competencias clave en las que se basa y a las que a la vez brinda sustento.
- “Competencia científica” confiere criterios excelentes para la selección de contenidos y para la evaluación en la educación obligatoria, además de facilitar la elección de estrategias de enseñanza.

- Es avalada por científicos, investigadores y expertos en didáctica y es promovida por la Comisión Europea y la OCDE.

Pedrinaci (2012, p. 27) menciona que, para el programa PISA, la OCDE (2006) define la competencia científica en los siguientes términos:

Hace referencia a los conocimientos científicos de un individuo y al uso de ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia. Asimismo, comporta la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento y la investigación humana, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno material, intelectual y cultural, y la disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo.

Ante la considerable extensión de esta definición, Pedrinaci (2012, p. 31) decide acotarla de la siguiente manera:

Conjunto integrado de capacidades para utilizar el conocimiento científico a fin de describir, explicar y predecir fenómenos naturales; para comprender los rasgos característicos de la ciencia; para formular e investigar problemas e hipótesis; así como para documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera en él.

La definición que propone integra tres componentes: conocimiento de la ciencia, práctica de la ciencia y naturaleza de la ciencia vinculada con la tecnología y la sociedad. Para cada una de ellos, Pedrinaci (2012) indica las capacidades que deben ser desarrolladas:

Conocimiento de la ciencia

- Utilizar el conocimiento científico para describir, explicar y predecir fenómenos naturales.
- Analizar problemas y adoptar decisiones en contextos personales y sociales.

Práctica de la ciencia

- Interesarse e indagar sobre cuestiones científicas y dilemas socioambientales.
- Identificar problemas, formular hipótesis y elaborar estrategias para contrastarlos.
- Explorar y elegir información.
- Recolectar e interpretar datos, leer gráficas, efectuar correlaciones y diferenciarlas según causalidad.
- Elaborar y valorar argumentaciones.
- Confeccionar conclusiones basadas en hechos, datos, observaciones o experiencias.

Naturaleza de la ciencia vinculada con la tecnología y la sociedad

- Caracterizar la ciencia y distinguirla de la pseudociencia.
- Evaluar la calidad de una información científica de acuerdo con la procedencia y los procedimientos usados en su producción.
- Comprender cómo se elaboran las teorías y modelos, su utilidad y sus modificaciones.
- Interpretar la influencia de los productos de la ciencia y la tecnología en la sociedad y debatir sobre aspectos científicos.
- Responsabilizarse por un desarrollo sostenible.

De forma similar, Quintanilla (2014, p. 19) se refiere a la competencia de pensamiento científico (CPC) y la define de la siguiente forma:

La capacidad de responder con éxito a las exigencias personales y sociales que nos plantea una actividad (científica en este caso) o una tarea cualquiera en el contexto del ejercicio de la ciudadanía, e implica dimensiones tanto de tipo cognitivo como no cognitivo. Cada competencia se basa en una combinación de aptitudes cognitivas y prácticas de orden

diverso (mental, material, discursivo, decisonal...), que se ponen en funcionamiento conjuntamente para la realización eficaz de una acción. En las competencias, conocimientos, motivaciones, valores, actitudes, emociones y otros elementos sociales y culturales se aúnan de forma significativa para producir resultados.

Así, una competencia puede caracterizarse como un tipo de conocimiento complejo que siempre se ejerce en el seno de un contexto que le da sentido.

Rebollo (2010), por su parte, analiza las diferentes formas de denominar a la competencia en ciencias. En tanto la Unión Europea utiliza el nombre de “competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología”, en España, la mayoría de las comunidades autónomas la denominan “competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico”. La OCDE, por otro lado, emplea la designación de “competencia científica” en su programa PISA.

Respecto al concepto de “competencia científica”, pueden encontrarse diferentes denominaciones analizadas *ut supra*, de las cuales podría seleccionarse como más representativa la utilizada por Pedrinaci (2012).

Joglar y Quintanilla (2015) explican que la competencia de pensamiento científico (CPC) está constituida por cuatro componentes:

1. El **conocimiento conceptual** (saber) que se co-construye y para el cual el docente debe desenvolverse con una buena comprensión del contenido científico, de la epistemología, la historia y la naturaleza de la ciencia para lograr confeccionar preguntas que posibiliten al estudiante la integración de ideas y la interconexión de los conceptos trabajados.

El **contexto** (saber estar) que exige que el profesor conozca cuándo, cómo, por qué y para qué deben ser usados los conocimientos. La pregunta debe estar relacionada al entorno, a circunstancias específicas, y debe contemplar tanto el resultado que se busca provocar como la vinculación con el tema que se está abordando. Además, debe brindar las condiciones para poder ser trasladada a nuevos contextos.

Los **valores, emociones y actitudes** (saber ser) ya que las relaciones sociales subyacen a todas las funciones superiores y el pensamiento se puede atribuir a grupos o individuos sobre los cuales los sentimientos tienen

un papel trascendente en las relaciones sociales y la toma de decisiones. Otero (2006) define las emociones que caracterizan la actividad científica como: la emoción de la curiosidad y de la explicación; y las emociones que conducen al entusiasmo por preguntar, crear y responder. Por ello, el tipo de cuestionamientos que plantean los profesores y su modo de expresarlos influye en los procesos cognitivos de los educandos, en la voluntad que aquellos destinarán a la construcción de conocimiento científico y en el tipo de actitudes que propendan a desarrollar.

La **habilidad** (saber hacer), referida a la pericia del docente para formular y secuenciar las interrogantes, posibilita que los estudiantes desarrollen su propio modelo mental a través de un discurso dialógico con ideas. Las autoras Tornero, Ramaciotti, Truffello y Valenzuela (2015) indican que las buenas preguntas no son espontáneas, sino que se deben enseñar, y que producen mejores inferencias al actuar como un “peldaño metacognitivo” que lleva al educando hacia el pensamiento profundo y permite generar un aprendizaje activo.

Joglar y Quintanilla (2015) manifiestan que la OCDE (2010) define el primer componente de la CPC. A saber: el conocimiento conceptual. Éste se plantea como la capacidad de identificar cuestiones científicas, y supone reconocer interrogantes que puedan ser investigadas científicamente en una situación dada e identificar términos clave para buscar información experta sobre un determinado tema. Incluye asimismo la capacidad de reconocer los rasgos característicos de una investigación de corte científico. Por ejemplo: qué elementos deben ser comparados, qué variables deberían modificarse o someterse a control, qué información complementaria se requiere y qué medidas han de adoptarse para recoger los datos sobre el caso.

Luego agregan que, para poder desarrollar esta competencia científica, el estudiante primero deberá tener desarrollada “la capacidad de identificar y elaborar preguntas”.

Como advierte Carlsen (1991), son muchos los ensayos que expresan la exigencia que tiene el profesor de efectuar preguntas que estimulen el pensamiento de orden superior.

Para el docente, las preguntas que piensan los estudiantes son un indicador de si aquellos han tomado las ideas discutidas o no, y de si están intentando

vincularlas con el conocimiento que poseen. Por lo tanto, la elaboración de interpelaciones es una habilidad metacomprendiva, al igual que la argumentación, y está compuesta por procesos cognitivos y lingüísticos complejos que es necesario conocer cuando se planifican actividades (Quintanilla y Joglar, 2015).

Graesser y Olde (1996) resaltan la importancia de enseñar a elaborar preguntas; situación que no ocurre en las aulas porque no se brinda tiempo para ello y porque tampoco se ofrecen buenos ejemplos de parte de los profesores.

Cuando los alumnos tienen la posibilidad de hacer preguntas, se impulsa el desarrollo de la CPC, y esto les permite avanzar de niveles superficiales de pensamiento a otros más profundos.

Chin y Osborne (2008) indican que las preguntas posibilitan la/el:

- Potenciación del aprendizaje y de la construcción del conocimiento. Las preguntas permiten estimular a los educandos en el desarrollo de hipótesis, en la experimentación y en la explicación, así como en la solución de situaciones problema.
- Fomento de la discusión y el debate. Se mejora la calidad del discurso y la participación en el aula. Las preguntas proporcionan la oportunidad de autoestimularse e incentivar a los pares. De esa manera, co-construyen conocimiento.
- Desarrollo de la autorregulación del aprendizaje. Las preguntas surgen por la necesidad de corregir inconsistencias en la información brindada en relación con las ideas previas de los alumnos. Entonces, son las preguntas las que guían en la autoevaluación de la comprensión. Estas se vuelven clave no solo en la autorregulación del aprendizaje y en la metacognición, sino también en la construcción social, ya que permiten generar una “zona de construcción” con los compañeros de estudio.
- Aumento de la motivación y estímulo de la curiosidad. En un estudio efectuado por Chin y Osborne (2008), se obtuvo como resultado que un 75 % de los educandos de sexto año eligieron investigar preguntas elaboradas por ellos mismos en lugar de optar por aquellas planteadas en los libros. Los jóvenes describieron el trabajo como “emocionante, divertido e interesante”, lo que indica la importancia de partir de la curiosidad de los estudiantes. Preguntar es un

aspecto fundamental de la tarea científica y la ciencia escolar: a través de la pregunta se desarrolla el pensamiento crítico, la justificación y la explicación. Por eso, una de las claves de la actual reforma de la enseñanza de las ciencias consiste en enseñar a los discentes a plantearse interrogantes y a desarrollar la habilidad de reconocer cuáles son factibles de ser investigadas.

Sanmartí y Márquez Bargalló (2012) explican que, de la misma manera que se asevera que una pregunta de investigación bien formulada es más de media investigación, una pregunta bien elaborada realizada por el que aprende es más de medio aprendizaje. Además, dan un ejemplo para trabajar la pregunta a partir de la lectura de un artículo. En el caso que los autores mencionan, el texto elegido trata de los nuevos récords olímpicos en natación y la posible relación con la indumentaria utilizada. Se les solicita a los alumnos que describan el problema, comprueben las hipótesis y diseñen un experimento a partir de un determinado cuestionamiento. Luego dan ejemplos de dos preguntas: una sobre la relación entre el bañador y la velocidad, y otra vinculada con la conexión entre el bañador y la flotación.

Presentan además diferentes actividades de indagación: preguntas investigables que pueden surgir a partir de la historia de la ciencia, tareas experimentales y trabajos “de papel y lápiz”.

Por otro lado, Chin y Chía (2004) describen las interrogantes de los educandos en el aula de ciencias y las clasifican en cuatro tipos:

- **Preguntas de recopilación de información (PRI)**, que sirven para buscar y extraer datos.
- **Preguntas puente (PP)**, que son útiles para buscar nexos entre diferentes conceptos.
- **Preguntas de extensión (PE)**, que intentan explorar más allá del problema planteado y surgen de la creatividad o de la aplicación de conceptos alcanzados.
- **Preguntas evaluativas y críticas (PEC)**, que permiten la toma de decisiones y el cambio cognitivo.

Furman y García González (2014) indican que la formulación de preguntas de investigación es una capacidad imprescindible para el pensamiento científico. Ellas analizan la facultad para elaborar preguntas investigables en niños de sexto grado escolar antes y después de trabajar una secuencia didáctica de tres meses con el modelo de indagación escolar.

Al realizar un relevamiento de las preguntas efectuadas por los niños luego de la lectura de un texto, las clasifican en preguntas investigables, preguntas que indagan por una causa y preguntas sobre un dato.

Los resultados obtenidos muestran un cambio en la cantidad de preguntas investigables que los niños pudieron formular al inicio y al final de la intervención. Al principio, se observa un mayor número de preguntas en relación con datos e información, mientras que al final, se encuentra una mayoría de preguntas investigables. Esto permite interpretar la importancia de elaborar propuestas de enseñanza que potencien la capacidad de formular preguntas de investigación.

Viennot (2011), por su parte, hace referencia a los desafíos de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación e indica que, si otros autores hablan del éxito actual del método, tal evidencia constituye una invitación para su difusión.

A nivel local y de acuerdo con la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP, 2003), la definición de “competencia científica” implica tres componentes: los conocimientos y conceptos científicos, los procesos científicos y las situaciones o contextos en las cuales los dos componentes anteriores se desarrollan.

A continuación, se explicitan los criterios considerados para cada uno de los componentes.

Conocimientos y conceptos científicos: Se utilizaron varios criterios para su elección. En primer lugar, el contenido debía ser significativo en situaciones de la vida real. Además, debía conservar esa relevancia práctica durante la década siguiente y, por último, debía referirse a algún proceso científico trascendente, o sea que no debía tratarse tan solo de recordar información.

Procesos científicos: Fueron clasificados dentro de tres grandes grupos.

Describir, explicar y predecir fenómenos científicos.

Comprender la investigación científica. Implica la aptitud para identificar preguntas y problemas que pueden ser resueltos mediante métodos científicos

y para reconocer qué prueba experimental se necesita para ello. Puede aplicarse también a la comprensión de las variables que es preciso medir y controlar en un experimento. Además, los estudiantes fueron evaluados en su competencia para comunicar estas ideas.

Interpretar evidencia científica y conclusiones. Este proceso está relacionado con la utilización de los descubrimientos científicos como evidencia para un amplio rango de demandas y conclusiones. A través de los medios de información, los estudiantes entran continuamente en contacto con demandas realizadas por personas u organizaciones que plantean cambios o comentaristas que utilizan evidencia científica como defensa.

Situaciones o contextos en las cuales se desarrollan los dos componentes anteriores. Se introdujeron problemas que afectan a las personas como individuos, tales como la alimentación y el uso de la energía; otros relacionados con la pertenencia a una comunidad local, o como la ubicación de una estación de energía; y también problemas que afectan a los sujetos como ciudadanos del mundo, por ejemplo, el calentamiento global.

En ANEP (2007), se comenta sobre la necesidad de que la enseñanza de las ciencias atienda los tres niveles siguientes, que abarcan distintas actividades y destrezas:

1. Comunicación a través de símbolos verbales y no verbales vinculados con el conocimiento en las ciencias biológicas. Incluye:
 - Interpretación de textos y consignas.
 - Expresión en forma coherente.
 - Empleo de las tecnologías actuales para adquirir información y comunicarla.
 - Búsqueda, selección y organización de la información presentada a través de fuentes disímiles.
2. Investigación y producción de saberes a partir de la aplicación de estrategias propias de la actividad científica ajustadas como corresponda al nivel del estudiante en una etapa de formación determinada. Abarca:

Planteamiento de preguntas y enunciación de explicaciones sobre la base de situaciones problemáticas que tienen incumbencia en la vida cotidiana.

Diseño de experimentos en el marco de investigaciones sencillas con la correspondiente selección de materiales, procesamiento de datos y análisis de resultados.

Perfeccionamiento de criterios para el empleo de instrumentos y materiales de modo apropiado e inequívoco.

Uso de la modelización como una manera de comprender los fenómenos naturales y diferenciarlos de los modelos que los interpretan.

Participación social a partir del desarrollo de actividades personales de cooperación, perseverancia y responsabilidad y del reconocimiento de la actividad científica como posible fuente de regocijo y realización personal. Incluye:

Desarrollo del sentido de pertenencia a la naturaleza y de la identificación con su devenir.

Reconocimiento de la dualidad beneficio-perjuicio del impacto del desarrollo científico-tecnológico sobre el colectivo social y el medio ambiente.

Estimulación de la curiosidad a través de la asociación constante de los conceptos a los problemas cotidianos.

Identificación de los hábitos de conducta saludables y capacidad para apropiarse de ellos.

Pedrinaci (2012) se plantea once preguntas sobre la competencia científica y once ideas clave para responderlas. Las interrogantes son: 1) ¿La enseñanza de las ciencias debe enfatizar el desarrollo de la competencia científica? 2) ¿La competencia científica implica una nueva forma de organizar el currículo o es un elemento curricular? 3) ¿Qué conceptos y teorías debe contener el currículo? 4) ¿Es recomendable enseñar ciencia contextualizada? 5) ¿Cómo se debe enseñar la naturaleza de la ciencia? 6) ¿Qué actividad permite un mejor aprendizaje de los procedimientos científicos? 7) ¿La competencia en comunicación lingüística debe ser favorecida por la enseñanza de las ciencias? 8) ¿Es preciso abordar en clase los alcances sociales de la ciencia y la tecnología? 9) ¿Cómo despertar el interés por la ciencia? 10) ¿Qué necesita “saber y saber hacer” el docente para favorecer el desarrollo de la competencia científica? 11) ¿Cómo se evalúa la competencia científica?

A continuación, se hace mención a cada una de ellas:

Interrogante clave 1: ¿La enseñanza de las ciencias debe enfatizar el desarrollo de la competencia científica?

El informe Rocard (2007) sostiene que los jóvenes no manifiestan interés por las ciencias y que el motivo de ese desinterés es complejo, pero algunas de las razones son: programas sobrecargados, contenidos del siglo XIX, enseñanza abstracta sin observación ni experimentación, falta de vinculación con situaciones actuales o con las repercusiones sociales, etc. Asimismo, el informe refiere a la existencia de una relación entre las actitudes hacia la ciencia y la forma en que se instruye, por lo cual es necesario que se produzcan cambios inmediatos en la enseñanza de las ciencias (Pedrinaci, 2012, p. 18).

Esta situación ha promovido que diversas instituciones y expertos en Didáctica de las Ciencias Experimentales defiendan un cambio de sistema para que se eduque a la población a través de la alfabetización científica. Esta última comprende dos aspectos principales: la comprensión de las características y leyes básicas del mundo, y el desarrollo de determinadas capacidades vinculadas al método científico (Luna, 2011).

Al pensar en una mejor enseñanza y aprendizaje de las ciencias, Pedrinaci (2012) explica que surgen en las últimas décadas distintas demandas para una reorientación de los objetivos que procure una formación científica aplicable a situaciones habituales de la vida. Agrega también que PISA ha indicado que el sistema educativo no debería preocuparse por constatar si los estudiantes saben reproducir la información; en cambio, la inquietud debe estar en conocer qué saben hacer con lo que han aprendido; hecho que conduce al concepto de competencia científica.

La introducción de este concepto no solo es apoyada por científicos, sino que además está avalada y es impulsada por instituciones internacionales como la Comisión Europea y la OCDE (Pedrinaci, 2012).

Si bien PISA define de manera adecuada la competencia científica, el concepto presenta ciertas limitaciones que surgen debido a que se trata de un programa de evaluación y no de formación. Por ese motivo, el autor ya mencionado propone caracterizarla a partir de una selección de las capacidades que se desean desarrollar para luego fijar prioridades sin llegar a un listado excesivo. Define así tres dimensiones con sus capacidades respectivas: conocimiento de

la ciencia, práctica de la ciencia y naturaleza de la ciencia, ya nombrados *ut supra*.

La sociedad requiere de científicos, médicos e ingenieros, entre otros, por lo cual se necesitan estudiantes interesados en las ciencias. De lo contrario, se pone en juego el futuro de los seres humanos. “La denominada sociedad del conocimiento requiere que la ciudadanía disponga de una formación científica no solo mayor sino mejor adaptada a las nuevas exigencias de un mundo globalizado y tecnológicamente avanzado” (Pedrinaci, 2012, p. 18).

Se considera que la perspectiva competencial podría impactar de manera positiva en la organización del currículo, ya sea en la selección de los contenidos, en la enfatización de aprendizajes funcionales y contextos reales, en la elaboración de metodologías más participativas o en la consecución de que los criterios de evaluación apunten al saber hacer. Sin embargo, esta metodología no fue introducida de ese modo en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) del año 2006. En cambio, se la incorporó como un nuevo elemento curricular desde una tendencia acumulativa similar a las anteriores donde se continuaba agregando contenidos al programa. En lugar de sustituir los objetivos por las competencias, éstas terminan agregándose a los mismos. Esta inclusión forzada evita la modificación de los objetivos, contenidos, metodologías y criterios de evaluación. De esta manera, se introduce una complejidad inútil que deteriora un concepto que abarca enormes potencialidades. La inserción de las competencias en el currículo adquiere significado solo si logra transformarse en un concepto estructurador que favorezca la toma de decisiones con respecto a qué contenidos enseñar, cómo aprender y cómo evaluar.

Es muy difícil decidir qué conceptos y teorías se deben incluir en el currículo cuando, en el siglo XXI, se están publicando más de dos millones de artículos científicos al año. Aunque se consideren los temas imprescindibles y se incrementen las horas lectivas, no se podrá lograr que los estudiantes alcancen un conocimiento actualizado en todos los campos de la ciencia (De Pro, 2012). En este escenario, se plantean tres criterios para seleccionar los contenidos: 1) Las prioridades de la investigación científica, donde se señalan macrotemáticas como la vida, la formación del universo, la materia y los recursos energéticos. 2) Las necesidades que poseen los ciudadanos, tema a partir del cual surge la pregunta sobre el modelo de ciudadano en relación con la utilidad personal y la

responsabilidad social, entre otros aspectos. 3) Asignaturas nuevas, como la denominada “Materia de ciencias para el mundo contemporáneo” de la última reforma curricular (Real Decreto 1427/2007, o la “Science for Public Understanding” del currículo de Gran Bretaña, citados por De Pro, 2012), que tienen por objetivo abordar temas relevantes de la vida de los estudiantes para favorecer la interpretación de artículos periodísticos o programas de televisión.

Interrogante clave 2: ¿Es la competencia científica un elemento curricular más o una nueva forma de organizar el currículo de ciencias?

Pedrinaci (2012, p. 39) refiere a Coll (2006) cuando expresa que “es totalmente imposible que el alumnado pueda aprender y el profesorado pueda enseñar todos los contenidos ya incluidos en los currículos actualmente vigentes” ; y reflexiona sobre la problemática que surge cuando las administraciones educativas pueden estar sujetas a críticas si la propuesta curricular no incluye algún contenido. Entretanto, el exceso de contenido no suele ser criticado, y por esa razón se elaboran programas sobrecargados.

Por otra parte, se entiende que la introducción de las competencias básicas puede ayudar a resolver esta problemática. Permitiría la selección de contenidos centrada en la adquisición de aprendizajes funcionales y útiles, tanto desde el punto de vista personal, como laboral y social. Además de la posibilidad de proponer contextos de aprendizajes vinculados a situaciones de uso del conocimiento, se habilitaría el empleo de metodologías más participativas y se lograría correr el foco de la evaluación desde la mera corroboración sobre si el estudiante puede reproducir lo que se le ha enseñado hacia la identificación de lo que sabe hacer con lo aprendido.

Pedrinaci (2012) se pregunta si ¿son compatibles las competencias básicas con los objetivos y demás elementos curriculares? O ¿sería mejor que las competencias básicas sustituyan a los objetivos y sean el faro para reelaborar los demás elementos? En definitiva, el autor considera que la duplicidad que existe genera confusión.

Asimismo, afirma que la introducción de las competencias básicas en el currículo cobra sentido si se transforma en un elemento estructurador que orienta la toma de decisiones en relación con “qué debe enseñarse, cómo debe hacerse y qué debe evaluarse” (Pedrinaci, 2012, p. 44).

Interrogante clave 3: ¿Qué conceptos y teorías científicas deben incluirse en el currículo?

De Pro (2012) afirma que todos estarán de acuerdo que deben incluirse los conceptos y teorías científicas imprescindibles y que las discrepancias comienzan cuando se quiere identificar esos conocimientos, ya que, a principios del siglo XXI se están publicando mundialmente más de 2 millones de artículos científicos al año, por lo cual el conocimiento en ciencias es casi improbable de vislumbrar.

No obstante, De Pro (2012) indica que algunos profesores consideran que, si no se imparten determinados conceptos, los estudiantes no podrán formarse adecuadamente o que, si no se profundiza en cada uno de ellos, no podrán comprenderlo cabalmente.

Sin embargo, no se debe olvidar que la prioridad no es formar futuros científicos sino formar ciudadanos informados, críticos, libres, solidarios, habilitados, reflexivos, y si es posible, felices. Con el agregado que los adolescentes además deben tener tiempo para aprender de la vida y no solo aprender en la escuela.

Es en esta línea que se han realizado diversas propuestas sobre cuáles deberían ser esos conceptos y teorías. A continuación, se expondrán tres propuestas: la efectuada por PISA, las que constan en el programa de primero de bachillerato en España, ambas citadas por De Pro (2012); y la realizada por Harlen (2010) dentro de la presentación de “las grandes ideas en ciencias”. Los conceptos que considera PISA para el área de los sistemas vivos corresponden a:

Células (estructura, función, ADN, plantas y animales), humanos (salud, nutrición, enfermedad y reproducción), poblaciones (especies, evolución, biodiversidad, variación genética), ecosistemas (cadenas tróficas, materia y flujo de energía) y biósfera (servicios al ecosistema, sostenibilidad) (De Pro, 2012, p. 67)

En la materia, Ciencias para el mundo contemporáneo (CpMC), correspondiente al primer curso de bachillerato en España, la selección de los contenidos se realizó teniendo en cuenta el tipo de decisiones que los estudiantes deberán tomar: hábitos de vida saludable, sanidad en los países del tercer mundo, contagio de enfermedades, desarrollo sostenible, explotación del agua, limitación de las fuentes de energía, basuras y reciclaje, control de los recursos.

En tanto Harlen (2010), en “las grandes ideas”, hace una síntesis de los conceptos que deberían estar presentes. Allí, se refiere a conceptos de diferentes asignaturas de ciencias, pero a continuación, se destacan aquellos que están vinculados específicamente a la Biología:

1. Los organismos están organizados en base a células. En los multicelulares se diferencian según su función. Todas las funciones son el resultado de lo que ocurre en las células.
2. Los organismos necesitan suministro de energía y materiales.
3. La información genética se transmite de una generación a la siguiente.
4. La diversidad de organismos es el resultado de la evolución, tanto en extintos como actuales (Harlen, 2010, p. 25).

La citada autora, al referirse a la forma de conectar las pequeñas ideas que tienen los estudiantes con las grandes ideas que se deberían trabajar en ciencias, expresa:

Es útil describir la relación entre las ideas que desarrollan los niños pequeños a partir de la exploración y observación de sus alrededores inmediatos y las generalizaciones más abstractas que permiten comprender una gran variedad de fenómenos en términos de ideas “pequeñas” y “grandes”. Por ejemplo, las ideas pequeñas son las que los niños forman mediante la exploración de las cosas vivas e inertes, sobre las características esenciales de los organismos. Estas ideas dan la base de una posterior comprensión de cómo las funciones de los organismos pueden explicarse en términos de su composición celular (Harlen, 2011, p. 5).

Las habilidades de indagación tienen un papel clave en el desarrollo de las ideas de los estudiantes, y el ayudar a los estudiantes a utilizar estas habilidades es una importante meta de la educación en ciencias. La pedagogía que sustenta el desarrollo de las grandes ideas debe, por lo tanto, también promover el entrenamiento de las habilidades de indagación (Harlen, 2010, p. 48).

A través de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI), los educandos avanzan en las ideas científicas clave, al aprender a investigar y desarrollar su conocimiento y comprensión de los fenómenos que ocurren en su ambiente próximo. De esta manera, emplean destrezas que esgrimen los científicos, como, por ejemplo, elaborar preguntas, recolectar datos, discutir resultados, razonar y confrontar las evidencias con la teoría y arribar a conclusiones. Este proceso de aprendizaje es apadrinado por completo por una pedagogía basada en la indagación (IAP¹, 2010).

Se debe enfatizar entonces en los siguientes aspectos:

Los educandos son los actores en su propio aprendizaje.

El desarrollo es gradual (de ideas pequeñas a ideas más grandes).

Lo medular es construir la comprensión (la indagación posibilita el aprendizaje conceptual).

Los docentes usan y desarrollan habilidades de investigación científica.

El proceso de aprendizaje involucra recoger evidencias (imprescindibles en la actividad científica).

El manejo de las fuentes de información y la discusión forman parte del proceso y estimulan la producción de otras ideas para que los estudiantes las comprueben; al igual que sus propias ideas (Harlen, 2011).

De Pro (2012, p. 77) finaliza su reflexión afirmando que ha usado tres referentes: las prioridades de la investigación científica, las necesidades formativas de los ciudadanos y las novedades curriculares. En relación con la segunda expresa: “Si tenemos en cuenta las necesidades formativas de los ciudadanos, se debe discutir que criterios de selección podemos utilizar en función del modelo de ciudadano que se desee”.

Interrogante clave 4: ¿Es recomendable enseñar ciencia contextualizada?

Caamaño (2005) indica que una forma de conectar “la ciencia escolar” y “la ciencia de la calle” es partir del contexto. Este método, denominado “enfoque

¹ Asociación Interacadémica. Siglas en inglés: InterAcademy Partnership (IAP).

basado en el contexto”, está siendo muy utilizado en proyectos británicos. El autor considera que, en lugar de preguntar: “¿qué conocimientos se deben enseñar?”, la pregunta tendría que ser: “¿qué problemas se van a abordar con los estudiantes como ciudadanos o como futuros científicos?”. La diferencia entre ambos planteos se encuentra en que el primero corresponde a una ciencia disciplinar, útil para la escuela, cerrada, conceptual y apropiada para un determinado tiempo. El segundo, en cambio, construye una ciencia de la calle, interdisciplinar, útil fuera de la escuela, sin soluciones preestablecidas, integradora, transferible y potenciadora de nuevos desafíos. Harlen (2010, p. 12) afirma que los estudiantes:

Aprenden más rápido cuando son capaces de vincular las nuevas experiencias con lo que ya saben, cuando tienen tiempo para conversar y preguntar y están siendo motivados por la curiosidad para responder a las preguntas planteadas. Esto sugiere actividades que permitan a los estudiantes involucrarse con objetos y problemas reales.

Un panel de expertos en un trabajo auspiciado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT, 2006, citado por De Pro, 2012) promueve que el currículo de las asignaturas científicas se desarrolle a partir de problemas específicos que motiven a los estudiantes y posibiliten a los docentes el estudio de conceptos, procedimientos de análisis y técnicas necesarios para su resolución. Estos problemas deben enmarcarse en un contexto social, histórico, cultural y tecnológico o científico que favorezca el análisis, desde el aula, de lo que sucede fuera de la escuela. Tal propuesta requiere una mayor libertad y autonomía para la organización de los centros y del aula, así como también un trabajo colaborativo del profesorado. Además, prevé la necesidad de tiempo y nuevos materiales de aprendizaje que no sean recetas. Construir un currículo basado en problemas no es algo nuevo. En Inglaterra y Gales existe una asignatura llamada “Ciencia para el siglo XXI”. El proyecto curricular incluye varios módulos con el objetivo de analizar las cuestiones planteadas y pensadas como problemas que puede tener el ciudadano. Por ejemplo, en el módulo “Calidad del aire” se proponen las siguientes interrogantes: “¿Cómo interpretar los datos de la contaminación? ¿Es peligrosa la contaminación para mí y el medio ambiente?

¿Cómo podemos mejorar la calidad del aire?” (De Pro, 2012, p. 91). Otro apartado denominado “Oportunidades para el aprendizaje” presenta dos secciones. En la primera, “Explicación científica”, los estudiantes interpretan los cambios químicos que ocurren en el motor de un coche y, a través del test de la Inspección Técnica de Vehículos y los valores de dióxido de carbono e hidrocarburos, identifican el poder contaminante de los gases. En la segunda sección, “Ideas sobre la ciencia”, los educandos recolectan datos y los analizan. Mediante una cuadrícula ubicada en distintos lugares, observan las partículas de polvo depositadas por unidad de superficie y su variación.

Otros proyectos ingleses son *Salter's Advanced Chemistry*, *Salter's Nuffield Advanced Biology* y *Salter's Horners Advanced Physics*, que han sido tomados y adaptados en Química, Biología y Física en varios centros de Cataluña (De Pro, 2012).

En el número 46 de la revista *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, se aprecia una propuesta para contextualizar la ciencia. Algunos de los títulos de las cuestiones planteadas son: “Aprendiendo genética con Spiderman”, “¿Qué diferencias hay entre el yogur y el yogur pasteurizado?”, “¿Qué diferencias hay entre fármacos y plantas medicinales?” y “¿De quién es este cadáver?” (De Pro, 2012, p. 97).

Los ejemplos anteriores adhieren a la idea de que se hace necesario contextualizar la ciencia al enseñarla porque también “la ciencia de los científicos” está contextualizada: a través de ella se intenta dar respuesta a ciertas preguntas que surgen del medio social e histórico.

Interrogante clave 5: ¿Cómo se debe enseñar la naturaleza de la ciencia?

Caamaño (2012) explica que la comprensión de la naturaleza de la ciencia (NdC) requiere abarcar otros aspectos que la competencia científica en PISA no tiene en cuenta, tales como la formulación de hipótesis y la construcción de modelos; ambas actividades fundamentales de la ciencia. La discusión acerca de cómo aprenden los estudiantes evolucionó desde el cambio conceptual hacia los modelos mentales que plantean que los alumnos no aprenden conceptos aislados, sino que lo hacen dentro de un conjunto con sentido. A esos grupos de conceptos se los denomina “modelos mentales” y pueden formarse en un proceso de modelización escolar.

En ciencia, se producen modelos que funcionan como mediadores entre la realidad y las teorías, y que ayudan a explicar los fenómenos que se intenta entender. Los modelos científicos que se aplican en los colegios son la interpretación escolar de aquellos presentes en el currículo (Caamaño, 2012, p. 117).

En países europeos como Reino Unido se observa un énfasis en enseñanza de la NdC. El actual currículo establece dos componentes sobre NdC: investigaciones científicas (trabajo experimental en ciencia a través de investigaciones con control de variables) e ideas y evidencias (evaluación a través de pruebas, elaboración y evolución de las teorías y modelos científicos). Dos proyectos han desarrollado los componentes mencionados: el “Science XXI Century” y el “Science in Society”. En ambos están presentes las ideas sobre la ciencia, donde se abarcan los datos y sus limitaciones, la correlación y la causalidad, la toma de decisiones sobre ciencia y tecnología, entre otras.

Millar y Osborne (1998, pp. 2019-2021), por su parte, presentan diez recomendaciones sobre el currículo en ciencias. La quinta recomendación consiste en “potenciar la alfabetización científica”, mientras que la sexta establece que “el currículum de ciencias debe proporcionar a los jóvenes una comprensión de algunas ideas clave sobre la ciencia, es decir, ideas sobre las formas en que el conocimiento contrastable del mundo natural ha sido y está siendo obtenido”.

Cabe mencionar que entre las actividades más apropiadas para comprender la NdC se encuentran los trabajos prácticos investigativos, el estudio de casos históricos y contemporáneos, las actividades de modelización, argumentación y comunicación, así como también las actividades de ciencia y sociedad (análisis de controversias científicas contemporáneas).

Desde la didáctica de las ciencias, se defiende un modelo de enseñanza investigativo que involucre la elaboración de modelos de ciencia escolares. Se debe hacer hincapié además en la naturaleza del lenguaje y diferenciar dos tipos de argumentación: para la educación científica y para la educación ciudadana.

En síntesis,

El aprendizaje de la NdC ha de permitir a los estudiantes comprender el funcionamiento de la ciencia y de la comunidad científica, conocer cómo se construye y valida el conocimiento científico, ser conscientes de los valores que hay implicados en las actividades científicas y entender las

relaciones que existen entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (Caamaño, 2012, p. 121).

Interrogante clave 6: ¿Qué actividad permite un mejor aprendizaje de los procedimientos científicos?

Caamaño (2012, p. 127) explica que:

La comprensión de la naturaleza de la ciencia implica conocer y saber usar estos procedimientos de indagación en el marco de actividades escolares diseñadas a tal efecto. Así estos procedimientos pasan a ser contenidos del currículo ... a partir de los cuales se llevan a cabo investigaciones escolares.

Cuando se refiere a la indagación, Caamaño diferencia las dos funciones que cumple: como objetivo de aprendizaje o contenido curricular (elemento de conocimiento sobre la NdC) y como método didáctico (adquisición de conocimiento en asignaturas de ciencias). Para una mejor comprensión, lo ejemplifica de la siguiente manera: se puede analizar un informe para reconocer algunos procesos como la emisión de hipótesis y el diseño metodológico, entre otros, elaborar conclusiones sobre alguna investigación o trabajar con hechos históricos sobre descubrimientos en ciencias. Todas estas opciones permiten comprender la naturaleza de la investigación científica, pero en ninguna se utiliza la indagación como método didáctico.

Viennot (2011) indica que la investigación como método didáctico ha recibido numerosos estímulos en los últimos años, pero no ha logrado el mismo consenso que tiene como objeto de aprendizaje. En tanto Couso (2013, p. 13) propone que la enseñanza de las ciencias implica la planificación de unidades didácticas (UD) que integren contextualización, modelización e indagación como una estrategia en el aprendizaje de la competencia científica. Explica además que “una UD competencial debe plantearse qué actuaciones quiere promover, en qué contextos de relevancia hacerlo y para construir y movilizar qué conocimientos”.

Caamaño (2012), a su vez, comenta que existen dos concepciones sobre el aprendizaje de los procedimientos en las actividades de investigación: una

atomística o analítica y otra holística o integrada. Esta última considera que los estudiantes deben efectuar investigaciones desde el principio para poder aprender durante ese proceso los procedimientos básicos de la actividad científica. Agrega después que las investigaciones escolares pueden diferenciarse de acuerdo al tipo de problema que se quiere resolver, según sea práctico o teórico. La dificultad de las indagaciones escolares se encuentra en: 1) El enunciado del problema. 2) Los contenidos conceptuales necesarios para interpretarlo. 3) La naturaleza, tipo y cantidad de variables. 4) La complejidad de los instrumentos de medida. 5) El contexto.

Por ello, Caamaño considera que la elección de una secuencia de interrogantes es imprescindible para la planificación de unidades pedagógicas dentro del método didáctico por investigación: “Enseñar ciencias a través de la indagación es una forma de combatir la desmotivación actual de los estudiantes hacia la ciencia” (2012, p. 142).

Interrogante clave 7: ¿La competencia en comunicación lingüística debe ser favorecida por la enseñanza de las ciencias?

Pedrinaci (2012, p. 147) expresa que “el aprendizaje de la ciencia implica leer, escribir y hablar ciencia (...) en consecuencia, cualquier propuesta de enseñanza científica debe preocuparse de incluir actividades que promuevan esta competencia comunicativa”. A partir de esta reflexión, afirma que, si el dominio de una asignatura requiere la comprensión de su lenguaje, entonces el lenguaje es esencial para aprender ciencias, por lo tanto, es posible fundamentar su importancia para que el sistema educativo atienda de mejor forma al trabajo con la competencia lingüística. Tal tarea, por lo general, es rechazada por los docentes de ciencia por entender que supone un incremento en los contenidos, pero en realidad, ellos son los únicos que pueden implementarla.

El autor recuerda que, para trabajar el lenguaje científico, es necesario explicitar algunas de sus características: claridad, precisión, objetividad, universalidad y economía o concisión. Estos rasgos corresponden al lenguaje que transmite ideas y conocimientos afianzados y aceptados por la comunidad científica, aun cuando no siempre constan al momento de defender una tesis o nuevas propuestas o teorías. Agrega que, como docentes, el área de trabajo es la ciencia escolar que se sitúa como puente entre el conocimiento científico y el

ordinario. Es en función del nivel educativo que se ubicará más próximo a uno o al otro.

Pedrinaci (2012) refiere además que, para expresar una idea o construir un texto, no es suficiente que un estudiante conozca la definición de determinados conceptos, sino que necesita también determinar las relaciones entre ellos, y añade que, para ello, es imprescindible atender a: la terminología, los verbos y tiempos verbales, y los conectores.

Respecto a la terminología, dado que cada término posee un único significado acordado y que la generación de nuevas ideas continúa junto con el desarrollo del conocimiento científico, los nuevos conceptos necesitan nuevas denominaciones. Es por esta razón que el diccionario de las ciencias sigue incrementándose. Para generar estas nuevas denominaciones o tecnicismos, se procede de tres formas: 1) Neología de forma (se agregan prefijos o sufijos, se unen dos términos o se utilizan dos palabras). 2) Neología semántica (se usa una palabra del lenguaje cotidiano con un nuevo significado; por ejemplo: respiración, energía). 3) Préstamo (palabra de otro idioma o de nombres propios).

En relación con los verbos, tiempos y modos verbales, se aprecia: 1) Uso preferente del presente de indicativo. Ejemplo: “La célula es la unidad estructural y funcional de los seres vivos”. 2) Predominio de la tercera persona. Ejemplo: “se ha propuesto”. 3) Uso del condicional y el subjuntivo para formular hipótesis. Ejemplo: “Si la existencia de agua en estado líquido fuese una condición necesaria para la vida, solo podría haber organismos en aquellos planetas que se encontrase”.

Se puede apreciar una dificultad extra en la redacción de las hipótesis, ya que, a los problemas vinculados a lo estrictamente científico, se suman también los obstáculos en lo lingüístico.

Otro inconveniente se encuentra en el verbo, el cual es más relevante que el tiempo o el modo verbal. Por ejemplo, cuando un estudiante dice “las focas se han adaptado a la vida acuática”, se aprecia una perspectiva lamarckista. Lo correcto sería expresar “las focas están adaptadas a la vida acuática”, frase que es compatible con una perspectiva darwinista.

Los conectores constituyen el tercer elemento clave en el discurso oral o escrito, dado que su correcto manejo influirá en la precisión, claridad, causalidad, ubicación temporal y coherencia interna del texto.

Aprender ciencias pasa por apropiarse del lenguaje de la ciencia, aprendizaje que está asociado a nuevas formas de ver, pensar y hablar sobre los hechos ... A través del lenguaje de la ciencia los escolares pueden acceder a una cultura diferente: la cultura científica (Sanmartí, 2007, p. 1).

Existen distintos tipos de textos en el ámbito científico. A saber: descripción (propiedades de los objetos), narración (cuándo o en qué orden se dan los sucesos), exposición (explicación para ayudar a comprender algo), argumentación (relaciones entre datos y evidencias con el objetivo de convencer) e instrucción (qué se debe hacer) (PISA, 2009, citado por ANEP, 2010). Además, los textos se clasifican de acuerdo con el formato en: textos continuos (información presentada en párrafos), discontinuos (comunicación organizada en gráficas, tablas, diagramas y mapas) y mixtos (fusión de los dos anteriores). Por último, el texto de PISA presenta dos formas de abordar la competencia lingüística en el aula: el trabajo con textos y la lectura y argumentación de los escritos (PISA, 2009, citado por ANEP, 2010).

En cuanto al trabajo con textos, Sanmartí (2010) delimita tres fases y expresa la importancia de guiar a los estudiantes mediante preguntas durante la lectura. En la primera fase, antes de la lectura, se debe comunicar el propósito del texto, su contexto e indagar los conocimientos previos. Luego, se pasa a la segunda fase donde se lleva a cabo una lectura en cuatro niveles: literal (ubicar la información), inferencial (comprender el significado), evaluativo (elaborar un juicio sobre el texto) y creativo (usar el conocimiento adquirido para aplicarlo a otra situación). Por último, se debe guiar al estudiante luego de la lectura a partir de preguntas que permitan continuar pensando en lo que transmite el texto. Por ejemplo: ¿qué solución plantearías?, ¿cómo continuarías esta investigación?, ¿cómo la probarías? Este enfoque propende a facilitar una lectura crítica que, además de llevar a la comprensión del texto, permita confrontar su contenido con el propio conocimiento y hacer referencia a una estrategia denominada "CRITIC" por Oliveras y Sanmartí (2009) y Sanmartí y Márquez Bargalló (2012). La denominación es un acrónimo de consigna, rol del autor, ideas, test, información y conclusiones. Por ejemplo, en la consigna, la pregunta puede ser: ¿qué pro-

blema se expone en el texto?; en el rol del autor: ¿quién ha escrito este documento?, ¿por qué lo ha escrito?; al referirse a las ideas: ¿qué ideas llevan al autor a escribir el texto?; sobre el test: ¿se podría realizar una prueba o experimento?; acerca de la información: ¿qué datos proporciona el autor sobre la idea principal?; y con respecto a las conclusiones: ¿son coherentes con el conocimiento científico actual?

En relación con la argumentación, Pedrinaci (2012) alude al papel fundamental que ésta juega cuando los científicos necesitan fundamentar la validez de un modelo y sus ventajas. Asimismo, se recurre a ella en la vida cotidiana para justificar decisiones como, por ejemplo, la dieta que conviene adoptar.

Jiménez Aleixandre (2010) define la argumentación como la evaluación del conocimiento y distingue tres componentes en un argumento: conclusión, prueba y justificación. Pedrinaci (2012) agrega la idea de partida a esta definición, y reordena los elementos en: idea de partida, datos, justificación y conclusión.

Interrogante clave 8: ¿Es preciso abordar en clase los alcances sociales de la ciencia y la tecnología?

Para De Pro (2012, p. 171), “la ciencia y la tecnología afectan a la sociedad y se ven afectadas por ella; entender algunas de sus principales interacciones resulta esencial en una propuesta de enseñanza que quiera promover la alfabetización científica”. Al contrario de lo que plantea esta línea de pensamiento, el autor explica que ciertos educadores consideran que las asignaturas científicas solo deben transmitir las leyes y teorías contrastadas. En cambio, muchos otros han comenzado desde hace tiempo a percibir la exigencia de enseñar ciencias de una manera diferente. Osborne (2006, p. 13) fundamenta que “el problema de las asignaturas de ciencias es que ofrecen respuestas poco interesantes a preguntas que nunca nos hemos planteados”.

Se debe asumir que la ciencia que existe fuera de las aulas, ya sea en las noticias, televisión, cine o publicidad, debe estar presente dentro de ellas también. Es imprescindible elegir contenidos que repercutan en las implicaciones personales y sociales de la ciencia. Algunos de los temas que se encuadran dentro de los problemas sociales son: el uso apropiado de los recursos naturales, el cuidado del ambiente, el consumo adecuado y responsable, la protección de

la salud y las medidas preventivas. Todos ellos influyen en la calidad de vida de las personas.

Desde las asignaturas científicas, también se debe aportar al desarrollo de otras competencias básicas, como la competencia digital y la social y ciudadana.

Respecto a la primera, el trabajo científico necesita de la búsqueda, recopilación, análisis y discusión de la información. Esto se debe extender a las clases de ciencias a través del soporte y el contenido. El soporte llega mediante las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), y el contenido se basa en una comunicación lingüística que implica distintos códigos, en los que se solapan el lenguaje verbal y visual, agregado a las interferencias que surgen entre lo que se hace, lo que se ve y lo que se transmite.

La competencia social y ciudadana, por otro lado, se entrelaza con la meta de formar ciudadanos cultos, capaces de tomar decisiones sobre problemas de la ciudadanía mediante ciertas actitudes como la solidaridad, cooperación, respeto a la discrepancia, participación, responsabilidad, libertad y toma de conciencia. Es imprescindible que los estudiantes hagan uso de la argumentación, en vez de solo opinar, y aprendan a respetar a los que piensan diferente al encarar ciertas temáticas, como la de los alimentos transgénicos, las células madres y las centrales nucleares, desaladoras y trasvases, entre otras (de Pro, 2012).

Asimismo, dentro de los diez principios y 14 grandes ideas de la educación en ciencias, surgidas del seminario realizado en Escocia en el año 2009, destaca el principio 2 donde se indica que el objetivo principal debiera ser capacitar a cada individuo para que, una vez informados, tomen parte en las decisiones y participen en acciones que afectan el bienestar personal, social y medioambiental (Harlen, 2010, p. 7).

La ciencia aparece en el contexto social a través de la publicidad, las noticias de prensa e internet. La publicidad está presente en la vida cotidiana y genera información mucho más atractiva que la que se aborda en el aula. Los datos que la publicidad provee no siempre van en contra de la ciencia, sino que hay aportes que posibilitan la generación de conocimientos. En algunos anuncios publicitarios, podemos encontrar contenidos referidos a ciencia y tecnología en los que se aprecian ciertos estereotipos. Tal es el caso de una marca de detergente que pregona “la ciencia al servicio de la limpieza”, o una crema humectante

que defiende un “resultado obtenido luego de diez años de investigación” con “eficacia científicamente comprobada”, o un teléfono móvil que incluye una “nueva dimensión tecnológica de baterías”. Esto permitiría traer ejemplos al aula para desarrollar ciudadanos críticos con respecto a los mensajes publicitarios. De igual manera, se podría trabajar con afirmaciones cotidianas que resultan inadecuadas, como la “energía regeneradora para el tratamiento de arrugas”. (De Pro, 2012, p. 79)

La presencia social de la ciencia también se puede notar a través de las noticias de prensa que nos brindan la oportunidad de buscar información, analizarla y discutirla. Es recomendable que el docente realice una adaptación de la noticia a las características de los estudiantes y al enfoque de la propuesta didáctica, y que plantee interrogantes que posibiliten la comprensión y el aprendizaje. Esto implica tres tareas para el profesor: analizar la noticia, reescribirla e inquirir sobre ella.

Por último, es importante plantear cómo se va a enseñar a buscar, elegir y comprender la información presente en internet. Para comenzar, es necesario que el docente guíe al estudiante brindando direcciones en las que pueda encontrar información de tipo científica (de Pro, 2012).

Interrogante clave 9: ¿Cómo interesar por la ciencia?

Cañal (2012) señala que, así como la existencia de actitudes positivas hacia la ciencia da lugar a un mayor desarrollo de la competencia científica, el desinterés también puede convertirse en un enorme obstáculo.

A los efectos de propiciar las actitudes positivas hacia las ciencias dentro del contexto escolar, resulta fundamental despertar la curiosidad por la naturaleza, trabajar en cercanía con la realidad, enseñar contenidos relevantes y de utilidad, y tener destreza en la implementación de la investigación escolar como estrategia de enseñanza.

La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT, 2007 y 2011, citado por Cañal, 2012) ha efectuado encuestas sobre la situación de la ciencia desde el 2002 hasta el 2011, y los resultados indican que el interés ciudadano por la ciencia y la tecnología ha logrado un leve avance positivo al pasar del 7 % al 13 %. Aunque la evidencia muestra que este valor se duplicó, debe tenerse en cuenta que aún es escaso. Respecto a la imagen de la ciencia y la

tecnología, un 56 % de los ciudadanos considera que ambas aportan a la sociedad más beneficios que perjuicios. De las personas que no están interesadas en los avances científicos y tecnológicos, un tercio expresa que “no entienden de estos temas” y un 17 % afirma que “no despierta su interés”, entre otras. Estas respuestas señalan la importancia de pensar en una orientación hacia la alfabetización científica.

La encuesta aplicada por la Comisión Europea (2010), por otro lado, arroja como resultado que un 29 % de los ciudadanos está muy interesado por los descubrimientos científicos y tecnológicos, en tanto en Chipre lo está un 55 % de la población. Esto revela que el interés social y político por la ciencia es insuficiente. Este desinterés repercute en el ámbito educativo, incluido el de la formación en ciencia de los maestros, donde se observa un escaso énfasis en la alfabetización científica (Pedrinaci, 2012).

La valoración positiva de una asignatura por parte de los estudiantes muchas veces depende del docente. Un alumno, al reflexionar sobre sus años en la escuela durante una entrevista, comenta que “una cosa es el gusto y otra el rendimiento”, y en cuanto a gustar, “dependía totalmente de quién y cómo diera la clase” (Cañal 2012, p. 200).

La investigación de Vázquez-Alonso y Manassero (2009) sobre la declinación de las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia indica que se advierte una disminución sostenida, curso a curso, hasta llegar a los quince años, cuando los estudiantes manifiestan rechazo por las ciencias. Esto se contradice con la valoración positiva que los estudiantes realizan sobre la imagen de la ciencia en el mismo tramo etáreo. Se interpreta que las valoraciones negativas refieren entonces a la ciencia escolar.

Desde hace muchos años, Gil (1994) y Pozo et al (1998) comentan que se conoce que, cuando la enseñanza es teórica, centrada en contenidos y no contextualizada conduce a una visión deformada y al desinterés.

Una de las causas principales de este rechazo parece ser una disposición del profesorado a aumentar la dificultad de las clases y volverlas más aburridas y alejadas de la vida real con la fundamentación de mantener el nivel y la exigencia (Cañal, 2012).

Varios autores indican que los estudiantes consideran la física, química, biología y geología aburridas, difíciles y muy inútiles (Solbes, Montserrat y Furió,

2007, Solbes, 2011, citados por Cañal, 2012). Asimismo, dichos autores afirman que los docentes no solo no asumen las percepciones de los estudiantes, sino que tampoco atienden las investigaciones de la didáctica de las ciencias. Dichas investigaciones convergen en la necesidad de más trabajos prácticos, el tratamiento de temas de estudio de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), la revisión de aspectos vinculados a cómo se construye el conocimiento científico y el análisis de cambios en las estrategias de enseñanza.

En el entendido que es imprescindible que exista interés por la ciencia y el conocimiento científico para el desarrollo de la competencia científica, Cañal (2012) se inclina por fomentarla en el aula. Así, apunta a favorecer la curiosidad, la formulación de preguntas y el deseo de saber que son características innatas del ser humano. La curiosidad y la capacidad indagatoria son los motores para la atención, la observación, las manipulaciones y búsquedas, así como también para el planteo de interrogantes. Es por esto que el autor propone otorgarles un lugar central en el aprendizaje de las ciencias. Sugiere tener en cuenta los siguientes aspectos para motivar a los estudiantes: la curiosidad e interés por la naturaleza, la aproximación a la realidad y la utilidad para la vida del saber científico escolar.

De igual forma, dentro de los principios que sustentan la educación en ciencias, en el primero se menciona que:

A través de los años de escolaridad obligatoria, las escuelas deberían aspirar sistemáticamente, por medio de sus programas de ciencias, a desarrollar y mantener viva la curiosidad acerca del mundo, el gusto por la actividad científica y la comprensión sobre cómo pueden explicarse los fenómenos naturales. La educación en ciencias debería estimular la curiosidad, el asombro y el cuestionamiento, contribuyendo a la inclinación natural de buscar el significado y entendimiento del mundo que nos rodea (Harlen, 2010, p. 6).

Cañal (2012, p. 208) explica que “En el ámbito científico la curiosidad se dispara principalmente en nuestra interacción con las cosas y los fenómenos del

entorno natural y tecnológico, y de ahí se deriva la importancia que tiene la aproximación directa del alumnado al entorno físico-natural". Por ello, resulta fundamental la realización de salidas de campo, la implementación de un huerto escolar y el desarrollo de experiencias de aula o laboratorio.

El interés y desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia también se vincula a la utilidad que podamos percibir en el conocimiento científico, y esto va unido a la significatividad y verificabilidad. El aprendizaje será significativo si se puede avanzar en la comprensión de un aspecto de la naturaleza y será verificable si puede ser comprobado. De allí la relevancia de las experiencias prácticas. Por otra parte, será de utilidad si le sirve al alumno para desenvolverse mejor en su vida cotidiana.

Se debe precisar aquí que, dado que los procedimientos y las actitudes que confrontan la ciencia con creencias irracionales propias de la vida cotidiana pueden resultar problemáticos para el desarrollo de una disposición positiva, es clave poder diferenciar los contextos en los cuales se emplean cada una de ellas.

En lo referente a la importancia de las estrategias de enseñanza basadas en la investigación escolar, Cañal (2012) señala que basta con recordar los aportes de autores como Dewey, Freinet, Giordan o Tonucci para valorar el inmenso potencial de la investigación en la escuela para motivar a los estudiantes e incluso a los docentes. Esta metodología se fundamenta en la curiosidad de los estudiantes, y promueve una aproximación al entorno y la implementación de actividades y experiencias prácticas. Además, demanda una intervención activa del estudiante en la elaboración de respuestas a las preguntas realizadas, exige una vinculación con la cotidianidad, y propicia la autonomía entre otras actitudes que se necesitan en la vida. Por último, debe enfatizarse que "la implicación reiterada de los chicos y chicas en estos procesos de indagación y construcción progresiva de modelos de comprensión y actuación les ayudará, sin duda, a desarrollar su competencia científica" (Cañal, 2012, p. 214).

Del mismo modo, Harlen (2011) enuncia que, si se desea que los estudiantes desarrollen actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias, es vital que sus indagaciones estén vinculadas con la realidad de sus experiencias, que ellos las reconozcan como pertinentes e interesantes, que complementen su experiencia y que desafíen sus ideas previas. Las instancias de aprendizaje deben plantear retos acordes al nivel de los estudiantes para que aprender sea

placentero. Asimismo, sería recomendable que se apelara a las emociones para forjar una visión apasionante sobre el aprendizaje de las ciencias.

La misma autora observa que un aprendizaje placentero producto de la indagación no debe confundirse con otro tipo de actividades diseñadas solo por el placer o el entusiasmo, que buscan el asombro y allí se quedan, ya que “dichas actividades no forman parte de la educación en ciencias, no son más que una demostración de fuegos artificiales” (Harlen, 2010, p. 13).

Otro aspecto primordial a tener en cuenta es que las indagaciones deben realizarse sobre cuestiones cuya respuesta los estudiantes desconocen. Por ello, el profesor no debe asignar las preguntas, sino que debe procurar que sean los educandos quienes las elaboren (Harlen, 2011, p. 9).

Interrogante clave 10: ¿Qué necesita “saber y saber hacer” el docente para favorecer el desarrollo de la competencia científica?

Se entiende que el desarrollo de la competencia científica es una condición integral y compleja de cada individuo, que va evolucionando y que se pone de manifiesto en la interacción de la persona con la realidad. En cada tramo de la escolaridad, el estudiante poseerá determinado grado de competencia científica de acuerdo con el grado de construcción de aprendizajes básicos, el nivel de desarrollo de cada una de las capacidades científicas, la integración de estas capacidades y su funcionalidad en ciertos contextos.

Cañal (2012) elabora una tabla con las capacidades científicas y las dimensiones de la competencia científica. Allí, alude a la dimensión conceptual, metodológica, actitudinal e integrada. Asimismo, reivindica la necesidad de múltiples cambios en la enseñanza de las ciencias y enumera los factores que inciden en ella. A saber: la formación del profesorado, los currículos escolares, los libros de texto y los métodos de instrucción y evaluación.

La enseñanza actual de las ciencias no se enmarca en enfoques socio-constructivistas, sino que se fundamenta principalmente en prácticas transmisoras, y repercute en prácticas memoristas al momento de aprender.

Para poder desarrollar la competencia científica, sin embargo, resulta indispensable alcanzar un alto nivel de significatividad, integración y funcionalidad (SIF).

Con el objetivo de incrementar la significatividad de los conocimientos, la enseñanza no solo se debe inclinar hacia la comprensión sino también debe involucrar los tres niveles de organización de la competencia científica. Para ello, es imprescindible: 1) Atender a los saberes y experiencias anteriores de los educandos. 2) Considerar las características cognitivas y de motivación de los estudiantes en relación con la vida cotidiana. 3) Construir un clima de aula que estimule tanto la curiosidad como la colaboración y el trabajo en equipo. 4) Plantear actividades donde el estudiante deje de considerar la memorización literal como estrategia de aprendizaje.

La organización de una enseñanza que promueva la integración exige que el docente reúna los contenidos a través de distintas propuestas. Deben plantearse situaciones problemáticas cuya resolución requiera de los diferentes aprendizajes del alumno por medio de unidades didácticas centradas en la investigación.

Asimismo, se requiere el diseño de ambientes escolares semejantes a los contextos de utilización del aprendizaje para incrementar la funcionalidad. Cuanto más similares sean, más fácil será para el estudiante realizar la transferencia de uno a otro.

En conclusión, para implementar una enseñanza con alto nivel SIF, se necesitan docentes con una competencia científica y didáctica suficiente.

Para Cañal (2012, pp. 232-233), las capacidades que forman parte de la competencia didáctica que debe poseer un docente son las siguientes:

- Capacidad de seleccionar y formular objetivos prioritarios en una enseñanza de la ciencia orientada al desarrollo de la competencia científica.
- Capacidad de seleccionar contextos de construcción del conocimiento escolar relativo a las ciencias que sean próximos a los contextos cotidianos de aplicación previsible.
- Capacidad de diseñar o adaptar al aula secuencias de enseñanza coherentes con los requerimientos de significatividad, integración y funcionalidad de los aprendizajes.

- Capacidad de implementar adecuadamente secuencias de enseñanza coherentes con los requisitos SIF de los aprendizajes dirigidos al desarrollo de la competencia científica escolar.
- Capacidad de detectar, comprender y tener en cuenta las concepciones y los obstáculos del alumnado en relación con los fenómenos de la realidad con el fin de facilitar la superación de las dificultades que surgen en la construcción de los aprendizajes básicos, las capacidades científicas y la competencia científica global.
- Capacidad de evaluar los procesos y resultados de la enseñanza en cuanto al desarrollo de la competencia científica del alumnado.
- Capacidad de concebir y enfocar las tareas de enseñanza de las ciencias y el propio desarrollo profesional desde una perspectiva investigadora (en confluencia con otras).

Interrogante clave 11: ¿Cómo se evalúa la competencia científica?

Cañal (2102) comenta que la evaluación habitual en la enseñanza de las ciencias, en la mayoría de las aulas, está relacionada con las formas de instrucción de tipo transmisivo y de aplicación de los conocimientos a través de ejercicios algorítmicos. Agrega que, debido a la complejidad y multidimensionalidad de la competencia científica, su evaluación no admite basarse en una sola estrategia. Por el contrario, es necesario recurrir a diversas tareas que posibiliten estimar los diferentes aspectos de la competencia, tales como: 1) Procesos de autoevaluación. 2) Actuaciones individuales en ciertas situaciones problema. 3) Diario de clase. 4) Carpeta individual o de equipo de los trabajos realizados. 5) Elaboración de dibujos y gráficos. 6) Actividades experimentales. 7) Construcción e interpretación de mapas conceptuales. 8) Debates. 9) Desarrollo de proyectos de investigación. 10) Informes de investigación. 11) Sesiones de tutorías. 12) Otras actividades en las que el estudiante demuestre sus ideas, actitudes y destrezas personales.

En tanto Sanmartí (2011) también se refiere a la importancia de fomentar la autoevaluación de los estudiantes. Resalta que, por lo general, los docentes necesitan disponer de mucho tiempo para corregir las tareas solicitadas. Aún así, dicho trabajo resulta poco efectivo ya que solo puede reparar los errores quien ha incurrido en ellos. Por ello, recomienda promover la autorregulación.

Ésta no es una tarea fácil y requiere del compromiso de todos los docentes del centro.

Se puede apreciar que los autores apuntan a dos aspectos básicos en la evaluación de las competencias. Por un lado, se alude a la complejidad que implica tener en cuenta tanto las distintas dimensiones y capacidades de las competencias científicas como las diferentes actividades planteadas para cada una de ellas; y por otro lado, se hace énfasis en el rol del estudiante en la evaluación.

Álvarez et al. (2008) indican que enseñar competencias supone evaluar de una manera alternativa. Es por esta razón que las pruebas se enmarcarán en situaciones reales o posibles, dado que se pretende medir el saber, el saber hacer y el saber ser en contexto. Cabe destacar aquí que uno de los instrumentos claves para abarcar todos los aspectos involucrados es la tabla de especificaciones.

Es preciso referir aquí a la OCDE y su proyecto PISA iniciado en 1997. El mismo corresponde a una evaluación externa internacional en la que se estiman la comprensión lectora, y la competencia matemática y científica.

Dentro de la competencia científica, PISA identifica cinco procesos: “reconocer cuestiones científicamente investigables, identificar las evidencias necesarias en una investigación científica, extraer o evaluar conclusiones, comunicar conclusiones válidas y demostrar la comprensión de conceptos científicos”. Las dimensiones de la competencia científica incluyen:

- “Capacidades y procesos cognitivos como identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente y extraer conclusiones basadas en evidencias”.
- “Conocimientos o conceptos científicos que involucran conocimientos disciplinares como conocimientos sobre la propia ciencia”.
- “Contextos” en los que los conceptos y procesos son aplicados” (Luna, 2011, p. 78).

Dentro de las capacidades, PISA 2006 prioriza: la identificación de cuestiones científicas, la descripción, la explicación o predicción fundamentada en el conocimiento científico, la interpretación de evidencias y la elaboración de conclusiones; y su utilización para tomar decisiones y comunicarlas.

Las capacidades incluyen los siguientes procesos cognitivos: razonamientos inductivos/deductivos, pensamiento crítico, conversión de representaciones (datos a tablas, o tablas a gráficos), la formulación y comunicación de argumentaciones y explicaciones, pensar a través de modelos y el empleo del conocimiento científico (ANEP, 2010, p. 162).

Dentro de las categorías de conocimientos acerca de la ciencia, se diferencian la investigación científica y las explicaciones científicas.

En el año 2009, la prueba PISA enfatizó la evaluación de la competencia científica. Para ello, incluyó dieciocho actividades con un máximo de cuatro preguntas y cincuenta y tres ítems en total. Allí, en cada una de las preguntas se requería la aplicación de una de las capacidades científicas y el uso del “conocimiento de la ciencia o acerca de la ciencia” (ANEP, 2010, p. 167).

Las áreas de conocimiento involucradas fueron salud, recursos naturales, medio ambiente y riesgos; y fronteras de la ciencia y la tecnología. En tanto los contextos de aplicación fueron el personal, social y global. Los formatos para evaluar fueron cuatro: preguntas cerradas de múltiple opción, preguntas cerradas con respuestas binarias, preguntas de respuesta elaborada que se responden con una palabra o un número, y preguntas de respuesta elaborada de tipo abierta, en las que se debe redactar uno o dos párrafos.

Cañal (2012), por su parte, destaca la importancia de tener en cuenta los siguientes aspectos al momento de evaluar la competencia científica: grado de significatividad, nivel de integración, funcionalidad y la evaluación de cada una de las capacidades científicas:

- Grado de significatividad: Se valorará de acuerdo con unos indicadores generales de grado alto, medio o bajo. Por ejemplo: 1) Saber expresar lo aprendido mediante términos propios. 2) Dar ejemplos personales relacionados con lo visto. 3) Utilizar el conocimiento personal vinculado a un nuevo contenido o experiencia.
- Nivel de integración: Se evaluará mediante las producciones de los alumnos, considerando las diferentes tareas mencionadas *ut su-*

pra. Por ejemplo, en relación con el desarrollo de proyectos de investigación, se tendrán en cuenta las tareas de diseño, desarrollo y comunicación de resultados, entre otras.

- Evaluación de la funcionalidad: Las evaluaciones se pensarán siempre en relación con el contexto próximo. Cañal (2012, p. 252) argumenta que “la funcionalidad del aprendizaje, entendida como la posibilidad de utilizarlo como instrumento para la construcción de nuevos significados, es probablemente uno de los indicadores más potentes para evaluar los aprendizajes escolares”, y agrega que el aprendizaje más poderoso es el que se corresponde con la aplicación a diversos contextos particulares. Por ejemplo, es muy diferente estudiar la flor en el esquema que se encuentra en la mayoría de los textos que estudiarla a partir de reiteradas observaciones y disecciones de flores del entorno.
- Evaluación de cada una de las capacidades científicas: Se realizará a partir de situaciones problema y con la alusión a indicadores sobre el nivel de avance.

Indicadores de la capacidad de utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar problemas:

- Entender qué interrogantes plantea el problema.
- Dilucidar si se trata de un problema al que se le puede dar solución o no.
- Vincular el problema planteado con otros del contexto.
- Enunciar hipótesis de acuerdo con los conocimientos previos.

Indicadores de la capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación:

- Identificar problemas en el relato del profesor.
- Mejorar la precisión de la pregunta planteada. Por ejemplo, si la pregunta es “¿Los animales ven como nosotros?”, se evaluará la capacidad para mejorarla al precisar la especie que se investigará y a qué aspecto de la visión se refiere.
- Formular hipótesis claras y contrastables. Por ejemplo, frente a la pregunta “¿El ratón albino de laboratorio tiene capacidad para

distinguir los colores del espectro visible humano?”, una hipótesis con escaso desarrollo de la capacidad sería “El ratón albino de laboratorio ve los colores como nosotros”. Dicha hipótesis es ambigua y no es fácil de investigar. En cambio, se demostraría un desarrollo importante de esta capacidad si se formula así: “Es probable que los ratones albinos de laboratorio perciban solo tonalidades de gris, dado que las poblaciones silvestres y no albinas de *Mus musculus* tienen sobre todo vida nocturna”.

Indicadores de la capacidad de obtener información relevante:

- Buscar y seleccionar información fiable e importante.
- Elegir información relevante desde una perspectiva tanto cuantitativa como cualitativa en cada fuente seleccionada.

Indicadores de la capacidad de elaborar conclusiones:

- Construir conclusiones basadas en los datos, hechos y observaciones, y en coherencia con los resultados y antecedentes.
- Limitar las conclusiones a los resultados.
- Redactar una buena argumentación apoyada en datos y conclusiones de estudios anteriores.

En relación con la competencia científica global, se entiende que solo puede ser evaluada en el transcurso de tareas de investigación escolar. Para ello, se considera útil realizar una evaluación diagnóstica inicial y luego otras durante el curso para identificar avances y dificultades en aprendizajes básicos, en capacidades tanto individuales como en el trabajo en equipo.

Para Meinardi et al (2010) se debe evaluar en coherencia con las intenciones educativas y comprender que el rol de la evaluación no es la selección, sino que es formativo. La evaluación regula la planificación de las clases y su desarrollo, y es por ello que forma parte del proceso de enseñanza.

Sanmartí y Marchán (2014) sugieren el uso de rúbricas para el logro de la evaluación de competencias. Presentan una rúbrica para estimar la lectura crítica de un artículo de prensa y la construcción de un texto en el que se fundamente la opinión del estudiante en relación con los conocimientos aprendidos. Allí, se trabaja con cuatro niveles: experto, avanzado, aprendiz y novel.

2.4. Modelo didáctico de aprendizaje por indagación o por investigación

Una primera aproximación al objeto de estudio y a los argumentos que justifican la presente investigación exige el análisis de los términos que configuran su título. En la denominación “Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje por investigación en Biología, sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de enseñanza secundaria”, se encuentran tres conceptos que necesitan ser desarrollados. Ya se hizo referencia a la competencia científica, por lo cual se procederá en las próximas páginas a explicar los conceptos de “modelo didáctico” y “aprendizaje por indagación o investigación”.

2.4.1. Modelo didáctico

A continuación, se mencionan paráfrasis de definiciones sobre lo que constituye un modelo didáctico según diferentes autores, las cuales se complementan entre sí:

Mario Bunge (1997) lo define como una construcción teórica que intenta brindar una explicación sobre un sector de la realidad y que comunica cómo transformarla y guiar la enseñanza en el trayecto apropiado.

Joyce y Weil (1985) le dan un enfoque más educativo al definir el modelo didáctico como un plan estructurado para establecer el currículo, elaborar materiales y dirigir la enseñanza.

Para García (2004), los modelos didácticos constituyen constructos teórico-prácticos que se apoyan en teorías, describen una realidad educativa y plantean las directrices para la intervención. Además, posibilitan abordar la compleja realidad educativa y favorecen su estudio con el objetivo de transformarla.

Romero y Moncada (2007) plantean que el modelo brinda los fundamentos teóricos y metodológicos para que las estrategias puedan desarrollarse. Estas a su vez, mediante su aplicación, sustentan, producen y perfecciona el modelo, el cual dirige a la estrategia de acción, lo que significa que existe un vínculo recurrente entre ambos.

Mayorga Fernández y Madrid Vivar (2010) indica que los modelos didácticos constituyen la anticipación de los paradigmas y la práctica de la representación mental que el docente tiene de la enseñanza, en la que participan sus

teorías implícitas. Estos modelos orientan la actividad escolar y organizan las bases pedagógicas de los educadores.

Algunos autores definen el aprendizaje por indagación como una estrategia de enseñanza y de aprendizaje. Sin embargo, en la presente investigación se considera que no se debe hablar de estrategia (en singular) al referirse al aprendizaje por indagación, ya que dicha propuesta abarca múltiples estrategias.

No obstante, ello, además de considerar el plural, se debe tener en cuenta como afirman Romero y Moncada (2007), que ese conjunto de estrategias, se sustentan en fundamentos teóricos que se posicionan dentro de determinados paradigmas, por lo cual las mismas estrategias pueden originar actividades muy distintas de acuerdo con el modelo didáctico, por lo cual el aprendizaje por indagación más que una estrategia, constituye múltiples estrategias enmarcadas en un modelo didáctico.

Para ilustrar la aseveración anterior, se sugiere pensar en una estrategia de enseñanza como la de “historia de las ciencias”. Un docente, desde un modelo transmisivo, les relatará a sus estudiantes la experiencia de Pasteur y realizará una práctica demostrativa de dicha experiencia. En cambio, un profesor posicionado en el modelo didáctico por descubrimiento les dará a sus alumnos un protocolo para que ellos mismos realicen la experiencia de Pasteur. Aquel docente que implemente el modelo de aprendizaje por indagación planteará interrogantes sobre la experiencia de Pasteur, identificará junto a los estudiantes las variables involucradas y hará que los educandos consideren otros aspectos y se planteen preguntas que posibilitarán diferentes avances en procesos de indagación.

El aprendizaje por indagación, por lo tanto, corresponde a un modelo didáctico de gran efectividad debido a que involucra un conjunto de diferentes estrategias que se sustentan en fundamentos teóricos y metodológicos correspondientes a un determinado paradigma.

2.4.2. Aprendizaje por investigación o por indagación

Con respecto al concepto de “aprendizaje por investigación”, se encuentran diferentes denominaciones para definir aproximaciones a este modelo didáctico. Algunos autores lo definen como enseñanza de las ciencias basadas en

la indagación (ECBI) o como aprendizaje basado en investigación (ABI), y existen otros enfoques que presentan muchas similitudes, como el aprendizaje basado en problemas (ABP) o aprendizaje basado en proyectos (ABPr).

El ABP surgió en 1960 debido a que los docentes de la carrera de Medicina en la Universidad de Ontario, en Canadá, apreciaron que el aprendizaje de los estudiantes en las pruebas teóricas no se correspondía con su capacidad para aplicar sus saberes en el diagnóstico de los pacientes. Este hallazgo fue motivante para la búsqueda de nuevas formas de enseñar y fue el desencadenante principal del aprendizaje basado en problemas (ABP). A partir de 1980, se creó un programa especial en la Facultad de Medicina de la Universidad de Harvard con un currículo centrado en el ABP y, luego de diez años, comenzó a expandirse a universidades de distintos países. En la actualidad es una de las líneas de investigación más valiosas en la enseñanza de las ciencias naturales y se aplica en la educación media.

Para transitar de los ejercicios algorítmicos a problemas verdaderos para los estudiantes es necesario el planteo de situaciones complejas que permitan ser resueltas desde distintos enfoques y que posean diferentes soluciones, aunque no sean todas correctas. Así se habilita la posibilidad de emitir hipótesis y poner a pruebas las respuestas, así como de analizar los resultados, de manera que se promueva el trabajo en grupos y el uso de distintas fuentes de información.

En el transcurso de un curso, sería ideal que los profesores pudieran planificar trabajos cada vez más complejos, cuya resolución dependa del conocimiento que se posea sobre la materia. Actividades que para el docente son solamente ejercicios para los estudiantes pueden ser problemas verdaderos, por ejemplo, calcular el tipo de descendencia de un cruzamiento o relacionar la mitosis y meiosis con la gametogénesis y el ciclo de vida (Meinardi, González Galli, Revel, Plaza, 2010).

Para que exista un problema, es necesario: 1) Un fenómeno para resolver. El docente debe plantear situaciones auténticas que pueden ser reales o no; lo importante es que tengan significado para los educandos. 2) Un estudiante que entienda el problema y lo pueda resolver mediante una estrategia que no sea rápida.

Las actividades que se proponen en la planificación de una clase pueden clasificarse de varias formas:

- **Según las posibles respuestas de los alumnos**, pueden ser cerradas o abiertas. Son cerradas cuando poseen una única respuesta y son abiertas cuando existen diversas soluciones que permiten distintas estrategias cognitivas y un mayor énfasis en el proceso, a saber, problemas multicausales.
- **De acuerdo con las estrategias que se usen para su resolución**, se pueden clasificar en ejercicios o problemas. Un ejemplo de ejercicio sería: ¿cuánto dinero se necesita para pagar la comida que se consume en mi casa durante un mes? A partir de este planteo, se realiza una serie de cálculos y se llega al resultado. En el caso de un problema se necesita el conocimiento de un concepto, procesos y la elaboración de estrategias de resolución. Los procedimientos cognitivos necesarios son más complicados. Ej ¿Qué contaminante hay en la pecera?
- **Teniendo en cuenta los instrumentos y materiales utilizados para resolverlas**, puede tratarse de actividades de lápiz y papel exclusivamente o de actividades experimentales (se necesitan instrumentos como microscopios, pipeta, medios de cultivo, entre otros, aunque también puede requerirse lápiz y papel).
- **Según la metodología de intervención experimental**, se diferencian en experimentos y procedimientos experimentales. En el primero, puede tratarse de confrontar una hipótesis, y en el segundo, el objetivo puede ser la obtención de un dato o una operación de medidas. La autora se preocupa por diferenciar observación de experimentación e indica que se denomina “experimento” cuando se modifican algunas condiciones de manera intencional para ver el efecto que esa alteración puede producir sobre cierto aspecto que se esté observando. Tanto en una salida de campo como en un laboratorio, los docentes pueden limitarse a realizar observaciones o pueden tomar la oportunidad para la experimentación. El acuario, el invernadero y el cultivo experimental, por ejemplo, pueden utili-

zarse como recursos para hacer visible lo que ocurre en la naturaleza. El experimento implica promover y variar condiciones para establecer el efecto que esa modificación produce sobre algunos fenómenos.

- **Según el nivel de indagación**, se plantean cuatro niveles que se representan en la tabla 1.

Tabla 1.
Niveles de indagación

Nivel	Planteo del problema	Propuesta de desarrollo	Emisión de respuesta
0	Docente/libro	Docente/libro	Docente/libro
1	Docente/libro	Docente/libro	Estudiante
2	Docente/libro	Estudiante	Estudiante
3	Estudiante	Estudiante	Estudiante

Nota: Adaptado de Meinardi et al, 2010, p 120.

En el nivel 0, el docente indica el problema, pauta el desarrollo y existe una única respuesta. En el nivel 1, el profesor define el problema y pauta el desarrollo, pero la respuesta es abierta y puede diferir de un estudiante a otro, lo que significa que no se espera una única respuesta. Un ejemplo de esta situación consistiría en preguntar a los estudiantes cómo explican que la sangre “no vuelva atrás por las venas”. En el nivel 2, el docente selecciona el problema, por ejemplo, las causas de la contaminación del aire en la ciudad, los estudiantes plantean la manera de abordarlo y la respuesta es abierta y surge de la investigación. En el nivel 3, el docente permite a los estudiantes elegir dentro de un tema, por ejemplo, las relaciones entre ética y ciencia, el aspecto que van a resolver. En este último caso, los alumnos también seleccionan los materiales y elaboran el diseño (Meinardi et al, 2010).

Estas múltiples denominaciones comparten aspectos en común que definen estos modelos de enseñanza y de aprendizaje y otros que las diferencian y caracterizan. En este trabajo, el concepto de “aprendizaje por indagación” implica:

- Se parte de una situación problema o de una pregunta investigable que surge de la conjunción del contenido del programa, el contexto, el disparador (estrategia o recurso) utilizado por el docente y el interés de los estudiantes. El recurso que selecciona el docente puede ser una noticia, una publicidad, un video, un relato, una imagen, un ser vivo, un texto, entre otros.
- Requiere la formulación de hipótesis.
- Permite el desarrollo de la lectura y escritura en ciencias cuando se elabora un marco teórico y en el transcurso del proyecto.
- Posibilita el aprendizaje sobre los diferentes capítulos de una investigación cuando se revisan los antecedentes.
- Tiende a un diseño metodológico por parte de los estudiantes, a un análisis de variables y, en ocasiones, al control de algunas de ellas, lo que impulsa la autonomía y la creatividad.
- Exige un trabajo de campo o de laboratorio a partir del cual se recogen datos que buscan responder la pregunta investigable.
- Demanda un análisis de los resultados que se organizan a través de cuadros de datos, gráficos y descripciones.
- Habilita la redacción de la discusión, conclusiones o reflexiones finales y a referir la bibliografía utilizada al escribir el informe final.
- Requiere la comunicación oral de los resultados en instancias como congresos o muestras de afiches.
- Necesita del trabajo colaborativo del grupo que investiga.
- Permite un abordaje interdisciplinario.
- Exige un cambio de rol del docente y el estudiante, ya que se necesita un docente orientador y un estudiante activo en la construcción del aprendizaje.
- Posibilita el desarrollo de la competencia científica.
- Se enmarca dentro de un enfoque pedagógico socio-crítico investigativo.

La definición de enfoque socio-crítico investigativo al que se hace referencia se toma de Mora (2009) e implica, además de esta variable, la reflexión colectiva sobre la relevancia social de la ciencia desde el punto de vista individual

y comunitario, así como su vinculación con los valores y normas de la sociedad en la que se identifican las prácticas científicas beneficiosas y se enfatiza el beneficio de la mayoría de los ciudadanos. La participación de los integrantes de la comunidad en esa reflexión colectiva que surge del proceso de investigación es fundamental porque constituye un hecho político. Esta postura epistemológica implica conocer, intervenir y transformar.

Puede apreciarse que, desde distintos planteamientos, se solicita a los docentes que, además de realizar actividades prácticas para promover en los estudiantes los procesos y destrezas científicas, tales actividades sean más que tareas para comprobar la teoría y se transformen en investigaciones realizadas por los educandos. Caamaño (2002) y Caamaño y Corominas (2004) diseñan este posible guion para modificar las actividades experimentales tradicionales en investigaciones: 1) Identificación y delineamiento del problema. 2) Elaboración de las hipótesis. 3) Planeamiento de la investigación: identificación de variables (dependientes, independientes y las que se controlarán), cómo se procederá para medir las variables dependientes, cuántas veces se medirán, cómo se tomarán los datos. 4) Implementación del plan. 5) Análisis de datos y obtención de conclusiones a partir de la confrontación con las hipótesis. 6) Comunicación de los resultados: informe con recomendaciones y autocrítica.

Furman y Podestá (2009, p. 1) explica que “la enseñanza de las ciencias implica tener en cuenta las dos caras de una moneda”. Es imprescindible que se aprendan las ciencias naturales como producto y como proceso. Enseñar a indagar exige que el profesor planee actividades para perfeccionar las competencias científicas, ya que no se desarrollan solo con la oportunidad de observar, argumentar o interpretar un texto científico. Hodson (1992), asimismo, plantea que la investigación en didáctica de las ciencias ha demostrado que existe un mejor desarrollo conceptual y del aprendizaje sobre la naturaleza de las ciencias cuando los estudiantes realizan investigaciones científicas y se les brinda la posibilidad de reflexionar.

Del mismo modo, Harlen (2010) expresa que en la actualidad se intenta solucionar la falta de interés de los estudiantes poniendo el foco en la forma de enseñar. Muchos países están impulsando el aprendizaje basado en la indagación ya que, cuando este modelo es bien implementado, logra la comprensión y posibilita la reflexión. Al requerir que los estudiantes efectúen investigaciones de

manera similar a los científicos, les permite confrontar las formas de explicar los fenómenos estudiados.

Furman y Podestá (2009, p. 15) explica que estas formas de conocer son contenidos escolares y “necesitan ser enseñadas de modo intencional, planificando actividades apropiadas y destinando el tiempo requerido”. Minner, Levy, Century. (2009), por otro lado, encontraron evidencias de que era más probable que existiera una mejor comprensión conceptual cuando se utilizan enfoques basados en indagación, mientras que, para Reiser, Tabak, Sandoval, Smith, Steinmuller y Leone (2001), implicar a los educandos en la indagación científica corresponde a involucrarlos en la participación de actividades prácticas extensas y de razonamiento científico.

Este tipo de práctica incrementa las habilidades de los estudiantes para elaborar preguntas, crear procedimientos y producir conclusiones según lo manifestado por Cuevas, Oklee, Hart y Deaktor (2005).

De acuerdo con lo mencionado por los autores anteriores, Harlen (2010, p. 9) expresa:

La apreciación sobre cómo se desarrolla el conocimiento en ciencias se debe adquirir ... desde la experiencia de realizar indagación científica de diversos tipos. A través de esta actividad, los estudiantes deberían desarrollar habilidades respecto a la elaboración de preguntas y la obtención de datos a partir de la observación y la medición que ayuden a contestar estas preguntas, el análisis y la interpretación de datos, incluyendo la participación en discusiones sobre los resultados y la forma en que se desarrolló el proceso.

Chin y Malhotra, (2002) exponen que, para lograr los objetivos propuestos, es necesario que las actividades de laboratorio estén diseñadas como problemas auténticos, y Jiménez Aleixandre (2010) describe las actividades auténticas como aquellas que cumplen los siguientes requisitos:

- Constituyen problemas que no tienen una solución obvia.
- Son apreciadas como relevantes para los estudiantes por estar ubicadas en un contexto próximo a su experiencia.

- Tienen cierto grado de apertura que permite la posibilidad de varias respuestas o procedimientos.
- Exigen que los educandos se involucren en las prácticas científicas formulando hipótesis, confrontándolas con pruebas, argumentando o modelizando.

En tanto Lee y Songer (2003) indican que las actividades auténticas son fundamentales para impulsar la indagación debido a que brindan contextos reales de resolución de problemas.

Hodson (1990) recomienda que los docentes se involucren en el diseño de la investigación en lugar de realizar actividades a partir de “recetas”, teniendo en cuenta el rol fundamental que el diseño experimental posee en la investigación científica. Desde la misma perspectiva, Etkina, Karelina, Ruibal-Villasenor, Rosengrant, Jordan y Hmelo-Silver (2010) demostraron la importancia de la fase de diseño, al igual que Chin y Malhotra (2002), que evaluaron las actividades de indagación en libros de texto y obtuvieron como resultado que la mayoría no poseen las características fundamentales de este modelo indagatorio.

Asimismo, Harlen (2011) hace referencia a las ideas previas y a cómo deben trabajarse, con lo cual brinda la posibilidad de que los educandos puedan contrastarlas con las pruebas a través de un trabajo similar al de los científicos al hacer predicciones basadas en hipótesis. Agrega, además, que los educandos pueden desarrollar habilidades para elaborar preguntas, recolectar datos, analizarlos e interpretarlos, y realizar la discusión sobre los hallazgos.

Para Fullan y Langworthy (2014, p. 11), el aprendizaje en profundidad corresponde a aquel en el que los educandos adquieren las competencias para ser creativos, estar conectados y lograr la resolución de problemas de manera colaborativa, lo que se promueve a través de problemas contextualizados a la vida, e indican lo fascinante que este tipo de enseñanza puede ser. “En los mejores ejemplos, los docentes y los estudiantes se han unido para hacer que el aprendizaje sea irresistiblemente atractivo y esté impregnado de la resolución de problemas de la vida real”. En tanto Harlen (2010) se refiere a la importancia de disfrutar aprendiendo e indica que, desde el inicio escolar, se deberían trabajar el análisis y la investigación de los fenómenos que se encuentran en el contexto

de los alumnos para que disfruten el contacto y descubrimiento del mundo natural. La enseñanza de las ciencias en la escuela debería beneficiar tanto el presente como el futuro.

Furman y Podestá (2009) comenta que la enseñanza por indagación no corresponde a un modelo nuevo, sino que en la esfera educativa existe consenso sobre las ventajas de esta metodología. Muchos países lo han enmarcado dentro de sus metas; el problema está en que no se implementa en la práctica.

Otros aspectos a destacar de este modelo didáctico son:

El énfasis que imprime al trabajo en equipo. Perkins (2010, p. 35) expresa que “las tareas humanas son profunda e intrínsecamente colectivas, salvo en la escuela”. Solo en los centros de estudio se les dice a las personas que trabajen solos, cuando en realidad se debería fomentar el trabajo colaborativo. Al respecto, Vilches y Gil Pérez (2012) puntualizan la inopia del trabajo colaborativo que se produce en los liceos e indican que es necesario reflexionar que la actividad en grupo en las aulas no se ha generalizado y que los obstáculos a los que se enfrenta son numerosos.

Los vínculos que se generan. Fullan y Langworthy (2014) expresan que las relaciones humanas ocupan un lugar nuevo y más central en la experiencia del aprendizaje.

La atención a la diversidad y las características de inclusividad. De acuerdo con lo indicado por Barrio (2008), ello implica planear un currículo y metodologías que se adapten a la diversidad escolar.

Harlen (2010) enumera diez principios en la enseñanza de la ciencia: 1) Se debe buscar de manera sistemática el desarrollo de la curiosidad, el placer por la actividad científica y la comprensión de los fenómenos naturales. 2) Es necesario capacitar a todas las personas para que tomen decisiones informadas y participen en actividades que influyan en su bienestar personal, social y ambiental. 3) Se debe impulsar el desarrollo de la comprensión de grandes ideas de la ciencia y acerca de la ciencia, capacidades científicas y actitudes científicas. 4) Es requisito indispensable establecer las ideas que deben lograrse en cada etapa de acuerdo con las últimas investigaciones. 5) Las grandes ideas seleccionadas deben surgir del estudio de tópicos de interés de los estudiantes. 6) Las experiencias de aprendizaje deben revelar el conocimiento científico y la indagación científica. 7) Todas las actividades del currículo deben ampliar la

comprensión de ideas científicas y promover actitudes y habilidades. 8) La formación de los docentes debe ser coherente con las metodologías de enseñanza y aprendizaje requeridas para alcanzar las metas del principio 3. 9) Todas las metas deben ser atravesadas por la evaluación formativa. 10) Es necesario promover la colaboración entre los docentes, la interacción con la comunidad y la participación de los científicos en las escuelas.

Para Harlen (2010) la pedagogía que proponen estos principios abarca tres características que son extensamente reconocidas como efectivas: la indagación, el constructivismo individual y social y la evaluación formativa. Para la autora, el modelo didáctico que puede posibilitar el cumplimiento de estos principios es el aprendizaje por investigación, y agrega:

El involucrarse en la indagación científica ofrece a los alumnos el placer de descubrir por sí mismos e iniciar la apreciación de la actividad científica y del poder y limitaciones de las ciencias. Aprender acerca de las personas y la historia de las ciencias apoya el concepto de que la ciencia es un importante esfuerzo humano mediante el cual se construye conocimiento confiable a través de una acumulación sistemática de datos y evidencia (Harlen, 2010, p. 7).

Respecto al principio 10, explica que muchas escuelas brindan oportunidades para que los padres puedan involucrarse en experiencias de indagación científica y logren desarrollar la comprensión de temas como la conservación de la energía, el reciclaje de materiales, la protección de la naturaleza, entre otros (Harlen, 2010, p. 16).

Harlen (2010, p. 50) relaciona los diez principios con actividades, por ejemplo, una de las actividades que menciona corresponde a “permitir a los niños experimentar la actividad científica tal como es entendida en la actualidad”.

Este tipo de metodología requiere de habilidades de los docentes y demanda tiempo para enseñar y aprender. Si bien permite una inmersión más profunda en los temas, al necesitar más tiempo, la cantidad de tópicos se reduce, y por esta razón se hace imprescindible poder identificar grandes ideas en ciencias. La autora propone la manera en que los docentes deben avanzar desde las

ideas de los estudiantes hacia las grandes ideas seleccionadas. En cursos de primaria o primeros niveles de secundaria, las grandes ideas pueden apreciarse como distanciadas de la posible comprensión de los niños; sin embargo, los docentes con el suficiente apoyo pueden realizar la progresión a partir de las pequeñas ideas hacia otras más grandes (Harlen, 2010, p. 13). La misma autora en otro trabajo agrega:

Aunque el estudiante quizás no vea la relación entre comprender las ideas pequeñas que desarrollan al investigar un evento o fenómeno en particular, el profesor debe estar al tanto de cómo estas contribuyen con las ideas más grandes que son la meta de la enseñanza de las ciencias (Harlen, 2011, p. 9).

Las grandes ideas a las que se refiere Harlen involucran diferentes asignaturas de ciencias. Las vinculadas a la Biología son las siguientes:

1. Los organismos están organizados en base a células. En los multicelulares se diferencian según su función. Todas las funciones son el resultado de lo que ocurre en las células.
2. Los organismos necesitan suministro de energía y materiales.
3. La información genética se transmite de una generación a la siguiente.
4. La diversidad de organismos es el resultado de la evolución, tanto en extintos como actuales (Harlen, 2010, p. 25).

La autora citada, al referirse a la forma de conectar las pequeñas ideas que tienen los estudiantes con las grandes ideas que se deberían trabajar en ciencias, expresa:

Es útil describir la relación entre las ideas que desarrollan los niños pequeños a partir de la exploración y observación de sus alrededores inmediatos y las generalizaciones más abstractas que permiten comprender una gran variedad de fenómenos en términos de ideas “pequeñas” y “grandes”. Por ejemplo, las ideas pequeñas son las que los niños forman

mediante la exploración de las cosas vivas e inertes, sobre las características esenciales de los organismos. Estas ideas dan la base de una posterior comprensión de cómo las funciones de los organismos pueden explicarse en términos de su composición celular (Harlen, 2011, p. 5).

Las habilidades de indagación tienen un papel clave en el desarrollo de las ideas de los estudiantes, y el ayudar a los estudiantes a utilizar estas habilidades es una importante meta de la educación en ciencias. La pedagogía que sustenta el desarrollo de las grandes ideas debe, por lo tanto, también promover el entrenamiento de las habilidades de indagación (Harlen, 2010, p. 48).

En otro trabajo, esta autora realiza un interesante esquema que conecta las ideas pequeñas y las grandes ideas con el proceso del aprendizaje por investigación, representado en la figura 1.

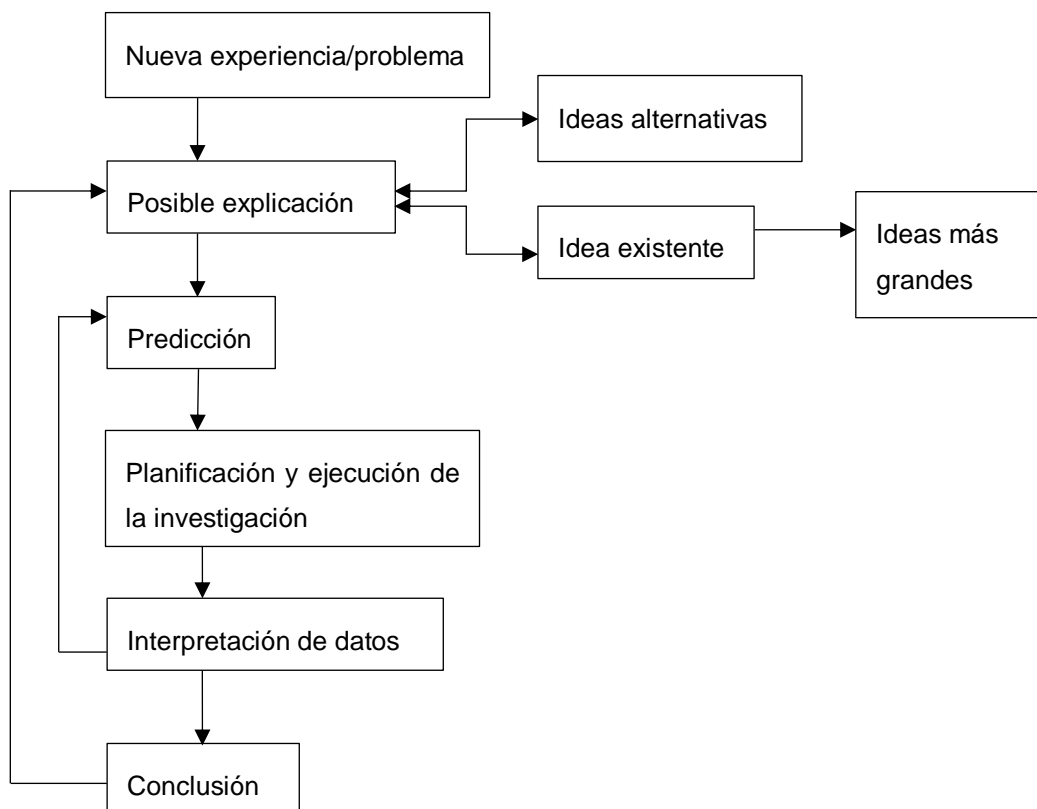


Figura 1. Relación entre grandes y pequeñas ideas. Adaptado de. Harlen, 2011, p. 3.

A través de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI), los educandos avanzan en las ideas científicas clave al aprender a investigar y

desarrollar su conocimiento y comprensión de los fenómenos que ocurren en su ambiente próximo. De esta manera, emplean destrezas que esgrimen los científicos, como por ejemplo elaborar preguntas, recolectar datos, discutir resultados, razonar y confrontar las evidencias con la teoría y arribar a conclusiones. Este proceso de aprendizaje es apadrinado por completo por una pedagogía basada en la indagación (IAP², 2010).

Los aspectos fundamentales en los cuales se debe enfatizar son los siguientes:

Los educandos son los actores en su propio aprendizaje.

El desarrollo es gradual (de ideas pequeñas a ideas más grandes).

Lo medular es construir la comprensión (la indagación posibilita el aprendizaje conceptual).

Los docentes usan y desarrollan habilidades de investigación científica.

El proceso de aprendizaje involucra recoger evidencias (imprescindibles en la actividad científica).

El manejo de las fuentes de información y la discusión forman parte del proceso y estimulan la producción de otras ideas para que los estudiantes las comprueben, al igual que sus propias ideas (Harlen, 2011).

2.4.3. Dimensiones de la competencia científica

Pregunta investigable

Sanmartí y Márquez Bargalló (2012) indican que formular buenas preguntas de investigación es la característica más importante de un científico, pero el aprendizaje de esa formulación resulta una tarea difícil según los resultados de la investigación en educación. Furman y García González (2014), frente a esta evidencia, refieren que aflora la inquietud por descubrir el tipo de intervención educativa que facilite a los estudiantes la elaboración de preguntas investigables. Por otro lado, para Chin y Osborne (2008) la elaboración de preguntas posibilita modular la comprensión de un tema, conectar con otras ideas y lograr la metacognición sobre lo que los estudiantes saben y no saben. El planteo de preguntas por parte de los educandos indica compromiso con una propuesta que les resultó motivadora y que estimuló la curiosidad.

² Asociación Interacadémica. Siglas en inglés: InterAcademy Partnership (IAP).

Para Furman, Barreto y Sanmartí (2013) el aprendizaje que se logre durante la indagación depende sobre todo de la calidad de las preguntas. Sanmartí y Márquez Bargalló (2012) expresan que, cuando se formula una pregunta, están presentes la información que forma parte del conocimiento ya construido, que se presupone, y la que se desea averiguar, que se supone que es nueva y podrá modificar el conocimiento inicial. Lo anterior se puede ejemplificar así: al preguntar si el papel reciclado “envejece” antes que el papel blanco, se presupone que todos los papeles envejecen, lo cual no se discute, mientras que el objeto del nuevo saber es la diferencia en la velocidad del fenómeno. Para responder la pregunta, se necesitaría acordar a qué se refiere con “envejecer” y con “papel reciclado”, así como tener en cuenta las variables que se vinculan al fenómeno, como temperatura, humedad, luz, entre otras. Resulta indispensable además encontrar una explicación o modelo teórico que permita comprender los resultados obtenidos.

La formulación de las preguntas investigables se puede promover a partir de diversas estrategias:

Una situación problema. En una consigna se trabajó sobre bañadores, se planteó a los estudiantes de 4º de ESO leer un artículo en el que se aseveraba que los nuevos récords olímpicos logrados en natación se debían al diseño de los bañadores utilizados. Algunos estudiantes plantearon ¿la velocidad es la misma con un bañador normal que con uno nuevo? Otros educandos elaboraron esta pregunta ¿Cuál de los dos bañadores flota más?

Anuncios publicitarios que se basan en pruebas científicas para convencer a los usuarios de su uso, los cuales resultan ser un disparador interesante para indagaciones.

Textos sobre historia de las ciencias. Se suele pedir identificar la variación que han tenido determinadas preguntas para explicar un fenómeno.

Trabajos prácticos. En un caso, por ejemplo, se planteó la pregunta problema “¿Cómo comprobarías si la acidez del agua afecta a la germinación de las semillas?”. Trabajando en grupo de tres educandos, debían elaborar una pregunta investigable y luego tenían que evaluar si las preguntas habían sido bien formuladas en relación con el problema planteado y analizar si posibilitaban el diseño de experimentos. En la puesta en común, se comentó con los estudiantes la importancia de que la pregunta fuera concreta y refiriera a la relación entre

diferentes variables. A continuación, se les propuso la reformulación de la pregunta y que fundamentaran el cambio. En la tabla 2 se pueden apreciar las diferencias entre las preguntas iniciales y las reformuladas.

Tabla 2.
Preguntas iniciales y reformuladas

Ejemplos de preguntas iniciales de los grupos	Preguntas reformuladas
¿Qué ácidos debemos utilizar para realizar el experimento?	¿Cómo afecta el tipo de ácido (limón y vinagre) al crecimiento de la judía? «Es mejor la segunda porque relaciona dos factores (el tipo de ácido y el crecimiento de la judía) y concreta qué ácidos se utilizarán (vinagre y limón)».
¿Por qué los ácidos afectan al crecimiento de la judía?	¿Cómo afecta la concentración de ácido al crecimiento de la judía? «La primera no se podía contestar con el experimento que pensábamos hacer».
¿Qué varía cuando la planta está en medios ácidos?	¿La diferencia de concentración del vinagre hace variar el crecimiento de la judía? «Esta es mejor porque concreta las variables a relacionar».
¿Qué semilla es más resistente al ácido?	¿Cómo afecta un mismo tipo de ácido (vinagre) al crecimiento de semillas distintas (judías, soja y lentejas)? «Concreta más».

Nota: Adaptado de "Enseñar a plantear preguntas investigables", por N. Sanmartí y C. Márquez Bargalló, 2012. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, p. 33.

Arango, Chaves y Feinsinger (2009) plantean que, en una salida al patio de la escuela, algunas preguntas que pueden surgir son:

¿Puede haber más tipos de plantas en un lugar que otro? ¿Cuáles crecen en la parte alta y cuáles en la parte baja de mi parcela? ¿Qué alimentos está buscando la hormiga colorada? ¿Cómo llegó esta semilla a la parcela? ¿Dónde viven más bichos dentro de la parcela, al sol o a la sombra? (Arango, et al., 2009, p. 22).

Si bien todas las preguntas sirven, es importante reconocer que algunas brindan la posibilidad de ser respondidas a través de la investigación y para ello se deben adaptar determinadas pautas.

La **primera pauta** consiste en que la pregunta debe permitir una respuesta por medio de la indagación y dentro de un tiempo apropiado.

Como la respuesta no se conoce, se debe buscar información nueva. Por esta razón es esencial que el planteo de la interrogante se pueda contestar. “Las preguntas que involucran las palabras ‘¿cómo?’, ‘¿cuáles?’, ‘¿cuántos?’, ‘¿dónde?’, ‘¿qué tan grande es la diferencia entre...?’, ‘¿cuándo?’ o ‘¿cómo varía?’ son contestables por medio de la indagación” (Arango et al., 2009, p. 23).

Una pregunta que comience con ‘¿por qué?’, aunque sea atractiva, puede ser difícil de responder por medio de la investigación. Por lo general se refieren al pasado y hoy se conoce su resultado. Por ejemplo, si se desea contestar la pregunta “¿Por qué no hay insectos en mi parcela?”, tendría que existir la posibilidad de contar con una cámara que haya grabado los acontecimientos pasados para saber si fumigaron o si había pájaros que se comieron los insectos o si las hormigas consumieron todos los recursos alimenticios y los demás insectos se fueron, entre otras razones posibles. El hecho de que estas preguntas no sirvan para investigar no significa que no sean útiles. En realidad, tales cuestionamientos conducen al planteo de una pregunta de trabajo. Por ejemplo, la pregunta “¿Por qué había más tipos y menos ejemplares por cada tipo en los lugares sombreados que en los soleados?” tiene que guiar hacia otra pregunta que pueda ser contestada, como “¿Qué tan húmeda está la hojarasca en los lugares sombreados y en los lugares soleados del patio de la escuela?”.

Debe tenerse presente que existen otras formas de preguntar por qué más sutiles. A saber: ¿cómo podría haber pasado que...?; ¿a qué se debe...?; ¿cómo puede explicarse que...?; ¿qué factores inciden (o incidieron) en...? La interrogante “¿Cómo llegó esa semilla?”, por ejemplo, equivale a inquirir “¿Por qué esa semilla está aquí?”. Para responderla, hay que observar en el pasado.

También se deben evitar preguntas como “¿Cómo podemos mejorar la salud ambiental y la conservación del entorno de la escuela?” o “Siendo educadores, ¿cómo podemos enseñar a los alumnos para que sean conscientes, respeten y conserven el entorno?”. Estas cuestiones, si bien son muy importantes, no son contestables, sino que son inquietudes que pueden conducir a numerosas preguntas de trabajo.

Para verificar si la pregunta cumple con esta primera pauta, se debe poder determinar qué se va a medir y registrar en el cuaderno. Si es difícil precisar qué

se medirá, es probable que la interrogante no cumpla con la pauta y deba reformularse. En la pregunta “¿Cuáles y cuántos animales pequeños (bichos) se encuentran en la hojarasca de los lugares sombreados y los lugares soleados (expuestos al sol durante el día) del patio de la escuela?” lo que se observará (medirá) y registrará en cada lugar, sea soleado o sombreados, corresponde a los tipos de bichos que se encuentran y el número de ejemplares de cada tipo.

Algunas preguntas que no cumplen con la pauta son: 1) “¿Cuáles son las diferencias entre este árbol y aquel arbusto?” no indica las características que se tiene que registrar para el árbol y el arbusto, por lo tanto, la respuesta puede ser una lista descriptiva muy larga de las diferencias o puede ser tan corta y poco descriptiva como mencionar el nombre de cada especie únicamente. 2) “¿Es el suelo debajo de los árboles diferente al que está debajo del pasto?” tampoco es de utilidad, ya que una contestación afirmativa responde bien la pregunta desde el punto de vista técnico, pero no aporta información interesante ni posibilita nuevas interrogantes.

La **segunda pauta** estipula que la pregunta debe ser comparativa.

En temas de ecología, es esencial que se cumpla con esta característica, ya que favorece la inclusión de conceptos y relaciones ecológicas de aplicación más extensa que el registro de sucesos en el lugar donde se realiza la indagación. Por ejemplo, la pregunta “¿Cuáles y cuántos animales pequeños (bichos) se encuentran en la hojarasca de este lugar sombreados, siempre protegido del sol, en el patio de la escuela?” cumple con la primera pauta, dado que puede contestarse, pero no es comparativa. La respuesta puede ser “Se encontraron 47 bichos y 9 tipos diferentes”. Incluso se los puede dibujar y asignarles nombres, pero no permite continuar reflexionando.

En cambio, la pregunta “¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de los lugares sombreados y los lugares soleados (expuestos al sol durante el día) del patio de la escuela?” es una pregunta comparativa y atractiva. El eje de la comparación se fundamenta en un marco conceptual en el cual el sol incide en el ambiente físico de la hojarasca y por lo tanto podría estar influyendo en las especies que se encuentran allí por las condiciones físicas existentes.

La comparación podría aludir a otros aspectos además de distintos lugares, como en las siguientes interrogantes: “¿Cómo varía el número de mariposas

que llegan a las flores de la margarita del cantero indicado entre mañanas despejadas y mañanas nubladas de esta primavera?”, “¿Cuáles y cuántos pájaros llegan al árbol de samán en el patio de la escuela en los días de la época seca y en los de la época lluviosa?”.

La **tercera pauta** corresponde a si la pregunta es seductora o atractiva. Tanto si la respuesta es conocida como si el proceso para responderla es agotador son determinantes para que la pregunta no sea atractiva. Por ejemplo, en la pregunta “¿Hay mayor número de clases de bichos en la hojarasca gruesa y húmeda en este lugar sombreado del patio o en el medio de la calle asfaltada?”, ya conocemos la respuesta previamente, mientras que, en la pregunta “¿Cómo varía el número preciso de hojas de trébol en una superficie de 10.000 metros cuadrados, en cada uno de tres potreros con ganado vacuno y tres potreros con ganado ovino?” el proceso para recoger los datos resultaría agobiante. También debemos tener presente que una pregunta que le parece abrumadora a un estudiante puede no serlo para otro, lo mismo con una que puede ser obvia para un educando y quizá no para otro; todo depende de la edad e intereses de los estudiantes que desarrollarán la indagación. La pregunta es más seductora cuando desconocemos la respuesta y no implica una tarea ardua descubrirla.

La **cuarta pauta** refiere a que la pregunta debe ser sencilla y directa y se debe evitar el uso de terminología científica y tecnologías complejas. Se deben poder utilizar elementos sencillos presentes en la casa o en la escuela o que puedan elaborarse con facilidad. “El vocabulario debe crecer como consecuencia y no como precursor del Ciclo de Indagación” (Arango et al., 2009, p. 26).

Harlen (2007) menciona otra característica importante que debe tener la pregunta investigable al explicar que las preguntas abiertas brindan más opciones de respuesta que las cerradas. Por ejemplo, una pregunta abierta cuestionaría qué pasa cuando se pone tierra en un recipiente con agua, mientras que, formulada de forma cerrada, la interrogante sería “¿Ves las burbujas que salen de la tierra metida en el agua?”. La pregunta abierta permite un conjunto de respuestas, en tanto la cerrada no. Por esa razón, la versión abierta resulta muy útil cuando necesitamos que los estudiantes realicen diversas observaciones.

Arango et al. (2009) hacen énfasis en la importancia de tener en cuenta el espacio y el tiempo en la redacción de las preguntas. Por ejemplo, en la pregunta “¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la superficie del suelo de la

cancha de fútbol del colegio y en el césped que la rodea?”, resulta muy difícil realizar un registro de los miles de bichos de toda la superficie, por lo que será necesario comparar zonas o transectos de ambos lugares, y la pregunta debería redactarse así: “¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en zonas de la superficie del suelo de la cancha de fútbol y en zonas del césped que la rodea?”. Las zonas delimitadas corresponderán a los casos que se estudiarán.

Respecto a la pregunta “¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de los lugares soleados y los lugares sombreados del patio de la escuela?”, se debe tener en cuenta otra variable que puede afectar los resultados: el tipo de árbol. No es lo mismo que la hojarasca corresponda a un pino o a un sauce. Si se constata la presencia de bichos distintos, esa diferencia quizá no se deba a la influencia del sol y la sombra, sino a la diferencia entre las especies arbóreas (Arango et al., 2009). Teniendo en cuenta esa variable, la pregunta debería reformularse como “¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de un mismo tipo de árbol en los lugares soleados y los lugares sombreados del patio de la escuela?”. No obstante, en tal caso no se estaría tomando en cuenta otra variable que puede incidir: el tiempo, ya que no es lo mismo tomar las muestras en la mañana o al mediodía, o que se realice en primavera o en invierno. La pregunta podría reformularse de la siguiente forma: “¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de una especie de árbol en los lugares soleados y los lugares sombreados del patio de la escuela entre las 8:00 y las 10:00 horas en primavera?”

A su vez, habrá que registrar las condiciones climáticas del día, dado que no es lo mismo un día nublado, despejado, ventoso o con determinada humedad.

Otra característica de la pregunta investigable es que no se responda a partir de los libros o de internet, sino que su resolución debe surgir del trabajo de campo o de laboratorio. Sobre este tema, Arango et al. (2009, pp. 47-48) indican:

La consulta a las fuentes de información no substituye ningún paso del Ciclo de Indagación: ni la construcción de la Pregunta, ni la reflexión espontánea y menos aún la experiencia de primera mano. Es fundamental

que se considere el consultar las fuentes de información como una actividad de apoyo al Ciclo de Indagación de primera mano y no como un fin en sí mismo.

Harlen (2007), en relación con las preguntas investigables, comenta que la interrogante “¿La sal se disuelve mejor en agua fría o en agua caliente?” debe definirse en mayor profundidad para que sea investigable, por ejemplo, de esta manera: “¿Se disuelve más sal?” o “¿Se disuelve más deprisa la sal?”. Luego brinda otro ejemplo a partir de la interrogante “¿Qué madera es mejor para hacer un arco con el que lanzar flechas?”, la cual puede redactarse como “¿Qué madera es más ligera para hacer un arco con el que lanzar flechas?” o “¿Qué madera es más flexible para hacer un arco con el que lanzar flechas?”, entre otras posibilidades.

Hipótesis

En referencia a la hipótesis, Harlen (2007, p. 75) comenta que “Es una lástima que muchos profesores (...) eviten esta palabra, probablemente porque suena demasiado científica” y agrega que la investigación a partir de hipótesis es la forma más recomendable de enseñar ciencias de manera que los estudiantes comprendan que el conocimiento científico es provisorio y supeditado a pruebas de acuerdo con resultados posteriores.

La autora diferencia las hipótesis de las predicciones e indica que las últimas están muy vinculadas con la formulación de hipótesis, pero pueden fundamentarse en una hipótesis o pueden surgir de las observaciones.

Cuando se basa en hipótesis, una predicción puede expresarse como si precediera a la hipótesis, aunque, desde el punto de vista lógico, se derive de ella. Por ejemplo, “Esta taza será mejor que esa para conservar caliente el café porque es más gruesa” incluye la hipótesis de que las tazas gruesas conservan mejor el calor que las finas y, por tanto, la predicción de que será mejor se deriva de ella, aunque se formule antes (Harlen, 2007, p. 77).

Para Borg y Gall (1989) (citado por Castillo, 2009) existen cuatro criterios que deben ser considerados al formular una hipótesis: 1) Relacionar las variables. 2) Estar fundamentada en la teoría y en la práctica. 3) Que se pueda contrastar empíricamente, por lo cual debe ser operacional. 4) Que tenga una definición sencilla.

De acuerdo con Pájaro, la formulación de una hipótesis debe tener en cuenta pautas instauradas por la epistemología: “La formulación de una hipótesis es la manera o los requisitos que deberán cumplirse para proceder a redactarla y entonces tener el enunciado conocido como hipótesis” (Pájaro, 2002, p. 374). Coincide con Castillo en varias características que debe cumplir una hipótesis y agrega algunas más que se detallan en la tabla 3.

Tabla 3.
Características para la formulación de hipótesis.

Categorías	Características
Términos que la constituyen	<ul style="list-style-type: none"> ○ No debe contener palabras ambiguas o no definidas. ○ Los términos generales o abstractos deben ser operacionalizables. Esto es, tendrán referentes o correspondencias empíricas (hechos, objetos, fenómenos reales). ○ Los términos abstractos, que no tienen referente empírico, no son considerados. ○ Los términos valorativos no se consideran por no comprobarse objetivamente ○ Cuando sea posible, debe formularse en términos cuantitativos.
Sintaxis	<ul style="list-style-type: none"> ○ La forma sintáctica debe ser la de una proposición simple. En ningún caso puede tener la forma de interrogante, prescripción o deseo. ○ Deberá excluir tautologías. Esto es, repetición de una palabra o su equivalente en una frase. ○ Deberá evitar el uso de disyunciones; las que aparecen en proposiciones compuestas del tipo p o q, donde p y q son proposiciones simples cualesquiera
Aspectos científicos	<ul style="list-style-type: none"> ○ La hipótesis causal o estadística debe considerar solo dos variables. ○ Deberá estar basada en el conocimiento científico ya comprobado y tomarlo como punto de partida. Esto es, considera al marco teórico. ○ Deberá ser doblemente pertinente: a) en su referencia al fenómeno real de investigación y b) en el apoyo teórico que la sostiene. ○ Deberá referirse a aspectos de la realidad que no han sido investigados aún, y a que un objetivo de la actividad científica es la producción de nuevos conocimientos. ○ Finalmente, una característica de la hipótesis científica es su falibilidad. Esto implica que una vez comprobada puede perfeccionarse a través del tiempo.

Nota: Adaptado de “La formulación de hipótesis”, por D. Pájaro, 2002. *Cinta de Moebio*, 15, p. 377.

Por último, la forma sintáctica de una hipótesis corresponde a una proposición simple, es decir, una oración declarativa, la que constará de sujeto, verbo y predicado. Nunca debe ser expresada como una interrogación (Pájaro, 2002).

Lectura y escritura: marco teórico

En las fases iniciales de la formulación de las teorías, los científicos Boyle y Harvey esgrimían un lenguaje personal y subjetivo, muy diferente a la objetividad y precisión de los documentos científicos. De acuerdo con ello, desde la didáctica de las ciencias, para enseñar y aprender ciencias, el lenguaje debe ser subjetivo, personalizado e interpretativo. “Un uso más frecuente del lenguaje humano ordinario, incluyendo relatos o narraciones, permitiría, a un mayor número de estudiantes, el acceso a la ciencia y a un conocimiento más exacto de cómo trabajan los científicos” (Sutton y Caamaño, 1997, p. 10).

Cassany (1999) reconoce dos aplicaciones principales en el uso del lenguaje por parte de los científicos: 1) Utilizan el lenguaje como sistema interpretativo y elaboran enunciados con un yo explícito cuando formulan hipótesis, teorías u objetivos de la investigación. 2) Manejan el lenguaje como “sistema de etiquetaje” y presentan el conocimiento de forma precisa y objetiva cuando se socializa la investigación y discuten, refutan o aceptan el conocimiento junto a otros investigadores.

En relación con estos dos usos del lenguaje en ciencias, Bruner (1991) indica que las primeras experiencias se organizan como narraciones y afirma que, sin ellas, no se podrían enfrentar los conflictos y contradicciones que produce la vida en sociedad. Añade luego que “nuestra capacidad para contar nuestras experiencias en forma de narración no es solo un juego de niños, sino también un instrumento para proporcionar significado que domina gran parte de la vida en una cultura.” (Bruner, 1991, p. 99).

Al comparar una narración con un texto científico, se observa que existen diferencias muy trascendentes a la hora de comprender el significado que estos formatos expresan. Por lo general, una narración presenta verbos conjugados en primera persona, ya sea que refieran al personaje involucrado o al narrador. Además, el texto trata de interesar al lector y crea expectativa, características muy diferentes a las de un texto científico. Es propio de este último tipo de texto que no se use la primera persona y que se busque una aproximación a lo impersonal. Lo que importa es la investigación en sí, por lo que presenta grupos sintácticos muy largos y con mucha información. Tampoco busca promover el interés, sino que se acerca el que tiene afinidad con determinado tópico, y por

ello un informe científico comienza haciendo referencia a la importancia del tema (Imbert, 2010).

Son estas características las que le presentan mayores dificultades al estudiante, en especial al momento de comprender lo que está leyendo o cuando tiene como desafío la redacción de un informe científico.

Leer y escribir en ciencias es actualmente una de las dificultades mayores a la que se enfrentan estudiantes y educadores. En la última década, en la educación se ha puesto escaso énfasis en el desarrollo de la escritura. Esto se visualiza cuando se revisan las pruebas escritas que realizan los estudiantes, en las cuales se constata que deben completar esquemas colocando nombres, componer frases agregando palabras, rellenar cuadros con ciertos conceptos, utilizar conectores para unir oraciones, entre otros (Imbert, 2017). En algunos casos se solicita la producción de texto en las propuestas escritas, lo que no se conjuga con lo que sucede en el aula, ya que exiguas veces se les indica elaborar redacciones, sino que por lo general se les pide que copien del pizarrón y en algunas ocasiones se les dicta. Esto lleva a que, cuando los docentes solicitan que los estudiantes busquen información, los alumnos copien y peguen recortes de páginas de internet sin siquiera haberlos leído.

La preparación del futuro ciudadano para una cultura científica implica que el docente utilice estrategias que permitan al estudiante leer, comprender y escribir en ciencias. Para ello es necesario brindar a los educandos las herramientas necesarias para su desempeño futuro, dotarlos de autonomía en su aprendizaje y permitirles la autorregulación y, por lo tanto, la metacognición; en resumen, enseñarles a actuar de un modo científico (Monereo, 1998).

Según Cassany (1999), algunas propuestas prácticas para escribir y aprender a través del currículo son los diarios de clase y de materia, actividades de escritura libre y los proyectos de investigación. Las actividades que deberán realizar los estudiantes incluyen la escritura de su problema y pregunta de investigación, las hipótesis, la producción de un marco teórico y la descripción de materiales, metodología, datos obtenidos, resultados, discusión y conclusión. En el trabajo con proyectos de investigación, el acto de escribir es la acción predominante e imprescindible para su desarrollo.

En cada uno de los capítulos de un proyecto de introducción a la investigación, además del componente lingüístico, debe tenerse en cuenta el técnico.

Por ejemplo, una pregunta de investigación puede estar bien redactada pero no cumplir con los requisitos técnicos para ser etiquetada como “pregunta investigable”. El estudiante debe desarrollar las habilidades en ambos tipos de componentes. Escribir los resultados de una investigación implica manejar textos continuos y discontinuos, ya que los resultados se deben redactar y además expresar a través de tablas de datos y gráficos.

Un marco teórico requiere que el docente inicie el abordaje con textos que posibiliten diferenciar paráfrasis y citas, además de conocer la forma de referenciar los autores en cada caso. Exige asimismo destinar tiempo en el aula para enseñar a parafrasear, y a ello se suma la dificultad del aspecto técnico en el vocabulario científico y en la nomenclatura, ya que los estudiantes deben aprender a escribir los nombres científicos (Imbert, 2017).

El acto de escribir probablemente es la habilidad lingüística más dificultosa, porque requiere el uso instrumental del resto de las aptitudes durante el proceso de producción. La escritura tiene diversas funciones; puede ser manipulativa, registrativa, epistémica o comunicativa, entre otras (Cassany, 1999). En los proyectos de investigación, cuando el estudiante analiza resultados, elabora interpretaciones y redacta conclusiones, la función de la escritura es epistémica, en tanto es comunicativa cuando se transmite la experiencia realizada (Imbert, 2010). Como detallan Cabrera, Imbert y Rebollo (2017, p. 65), “Proponer una escritura epistémica no una mera escritura reproductiva, es un gran desafío para el proceso de escritura de los PIID (Proyectos de Introducción a la Investigación en Didáctica), que guarda coherencia con la postura epistemológica y metodológica asumida”.

El mayor obstáculo en la escritura del trabajo con proyectos se encuentra en la redacción del marco teórico, ya que requiere, de parte del docente, la planificación de actividades que comiencen desde propuestas sencillas y accesibles y aproximen al estudiante a la lectura de un marco teórico para que luego pueda producir uno propio.

La sucesión de actividades puede ser la siguiente:

Entregar marcos teóricos en los que el docente subraya de diferente color las citas y paráfrasis, y analizar a partir de allí las características de cada una de ellas, además de trabajar los contenidos conceptuales.

Proporcionar marcos teóricos para que los estudiantes subrayen las citas y paráfrasis.

Proveer marcos teóricos para que los estudiantes agreguen una cita y una paráfrasis.

Elaborar un marco teórico con dos autores.

Agregar autores al marco teórico que se inició con dos autores (Imbert, 2017).

Diseño

Para Harlen (2007) la planificación de la investigación debe realizarse en dos niveles: general y específico. En el nivel general, se debe identificar las variables que se modificarán, controlarán o medirán. En la pregunta sobre si la sal se disuelve en otros líquidos, por ejemplo, la planificación debería considerar: 1) La variable independiente: ¿qué cambia? El tipo de líquido. 2) Las variables que se controlan: ¿qué aspectos se mantienen iguales? La temperatura y la masa. 3) La variable dependiente: ¿qué se va a medir? La cantidad de sal que se disuelve en cada uno. 4) El resultado: ¿cómo se halla? Comparando la cantidad de sal que hay en cada líquido.

Respecto al nivel específico, las decisiones que deben tomarse se refieren a los líquidos que se utilizarán, la cantidad que se empleará y la forma como se medirá la cantidad de sal en cada uno. Es muy importante que los detalles se decidan luego de haber pasado por la planificación general. Otros aspectos que deben decidirse tienen relación con: 1) La posibilidad de conseguir todos los líquidos. 2) La manipulación segura. 3) La disponibilidad de sal en cantidad suficiente. 4) El acceso a una balanza o un elemento que pueda sustituirla, por ejemplo, una cuchara.

Es fundamental tener siempre presente el problema inicial para no terminar respondiendo algo distinto. También debe fomentarse todo el tiempo el pensamiento, dado que la resolución de la actividad sin reflexión reduce su valor. Tampoco debe perderse de vista el orden del proceso y el registro de las condiciones iniciales. Si bien es bueno el aprendizaje a partir de los errores que se cometen, es importante el cálculo y la planificación para evitarlos, de manera que la evolución no sea tan lenta. Por ejemplo, si se desea investigar si los bulbos que se plantan antes también florecen antes, es fundamental el registro de la

fecha de plantación, ya que, si se omite ese dato, quedará trunca la investigación.

Arango et al (2009) también se refieren al número de casos o tamaño de la muestra que se estudiará y advierten que los investigadores coinciden en que es mejor realizar muchas réplicas, lo que demanda tiempo y esfuerzo. Por lo tanto, será necesario un equilibrio entre el número de réplicas y el tiempo disponible para procesar los datos, para lograr una muestra razonable. En el ejemplo sobre la hojarasca, habrá que pensar cómo seleccionar los doce lugares sombreados y los catorce lugares soleados. Si la decisión es tomar cuatro casos de cada zona, por el tiempo disponible, tendrán que seleccionarse al azar para que el muestreo no sea “dirigido” y la elección no sea subjetiva u orientada por preconcepciones. El azar puro, sin embargo, tampoco es recomendado, ya que pueden salir sorteadas cuatro zonas próximas. En tal caso, se debe buscar que estén distribuidas por todo el patio. Los autores denominan a este método “muestreo al azar con ojos medio abiertos”.

Otro aspecto a pensar durante el diseño es qué se medirá en cada caso. Los autores lo esquematizan en la tabla 4.

Tabla 4.
Mediciones y registros para cada caso.

¿Qué es lo que se está comparando?	Caso natural
(Longitud del salto de) Grillos hembras y grillos machos.	Un grillo
(Circunferencia de) Troncos de eucaliptos y troncos de pinos.	Un tronco
(Superficie cubierta de musgos y líquenes en) Las caras norte de troncos y las caras sur.	Una cara de un tronco
(Tiempo pasado por flor, por una abeja melífera visitando) Flores de trébol y flores de diente de león.	Una flor que una abeja melífera está visitando
(Velocidad de) Hormigas coloradas y negras.	Una hormiga
(Rapidez de crecimiento de) Matas de maíz en sombra y matas de maíz en sol.	Una mata de maíz
(Quintales de frijoles producidos en) Parcelas con semillas sembradas a 3 cm o a 1 cm.	Una parcela

Nota: Adaptado de “El ciclo de indagación, una herramienta para conocer nuestro entorno”, por N. Arango et al., 2009. *Enseñanza de Ecología en el patio de la escuela*, p. 30.

Puede observarse que en algunos casos se realizan mediciones cuantitativas de: 1) Distancia (longitud y circunferencia). 2) Superficie (musgos y líquenes

en el tronco) 3) Tiempo (visita de abeja en flor). 4) Distancia por unidad de tiempo (velocidad, rapidez de crecimiento). 5) Peso (frijoles).

Luego de las decisiones tomadas, para completar el diseño, resta definir cómo y con qué se efectuará la medición y si es necesario utilizar una unidad estándar. Es aconsejable utilizar una unidad uniforme para que no se necesite tanto tiempo para cada caso, pero que resulte confiable porque se puede aplicar de igual forma en todas las muestras. Por ejemplo, para la pregunta sobre los bichos en la hojarasca, la unidad estándar que se puede emplear es un cuadrado obtenido de una percha de ropa abierta. Así, la unidad estándar quedaría definida como el volumen de hojarasca demarcado por el cuadrado.

Cuando la indagación compara períodos de tiempo, como en el ejemplo de la pregunta “¿Cómo varía el número de mariposas que llegan a las flores de la margarita en el cantero del patio entre mañanas despejadas y mañanas nubladas de la primavera?”, dado que se comparan las mañanas despejadas y las nubladas, pero no es posible la observación durante toda la mañana, se debe definir una unidad estándar, que podría ser un período de diez minutos. Así, por ejemplo, puede tomarse la decisión de salir tres veces cada mañana, a las 8.30, a las 10.00 y a las 11.30, y observar durante diez minutos cada vez. Luego se debe promediar los tres períodos para obtener un solo valor que caracterice el caso de la mañana como un todo. Es importante tener en cuenta que no se está comparando quince casos de mañanas despejadas y quince de mañanas nubladas, sino siguen siendo diez casos en total: cinco de mañanas despejadas y cinco nubladas. Por esa razón se debe promediar y obtener diez valores.

Resultados

Otro aspecto que se requiere pensar es cómo se registrarán los datos obtenidos. La presentación de los resultados se puede realizar mediante dibujos, esquemas u otros organizadores gráficos que favorezcan la comprensión y la reflexión.

En la tabla 5 se presenta un posible cuadro de datos para la pregunta de los bichos en la hojarasca.

Tabla 5.
Resultados de los bichos en la hojarasca.

Tipo de bicho	Lugares soleados				Lugares sombreados			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Hormiguita loca	14	19	22	7	2	3		5
Hormiguita dorada	4			11	12	17	3	12
Arañita patas largas	3				1		2	1
Araña "la profesora"	1					3	1	1
Ciempiés plano					1	2	1	1
Milpiés escudo					1	1	3	

Nota: Adaptado de "El ciclo de indagación, una herramienta para conocer nuestro entorno", por N. Arango et al., 2009. *Enseñanza de Ecología en el patio de la escuela*, p. 43.

Existen otros modos de presentar la misma información, por ejemplo, un diagrama, que puede ser más ilustrativo (véase la figura 2).

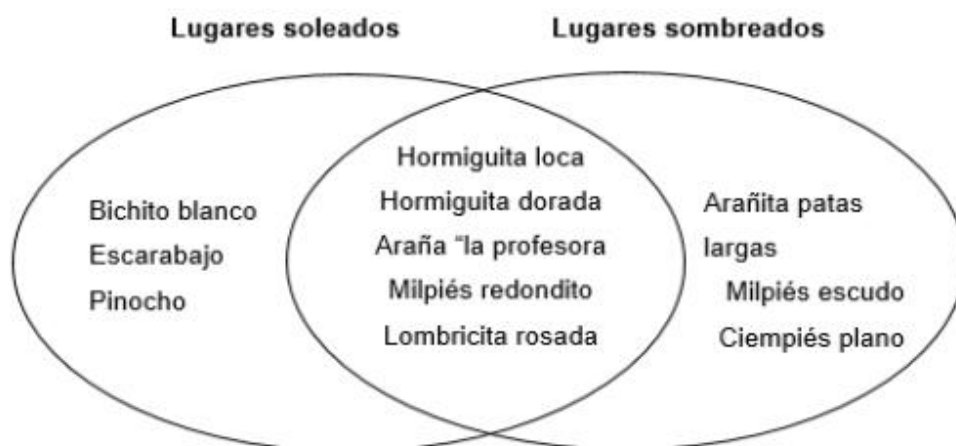


Figura 2. Diagrama sobre los bichos encontrados en la hojarasca. Adaptado de "El ciclo de indagación, una herramienta para conocer nuestro entorno", por N. Arango et al., 2009. *Enseñanza de Ecología en el patio de la escuela*, p. 44.

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 y requerirán el uso de gráficos y tablas que constituyan un apoyo para comunicarla. Los diagramas en barra son una forma muy común de registrar los datos obtenidos cuando se trata de información sencilla. Cuando los datos son más complejos, es necesario tabularlos antes de elegir la representación gráfica. Otras formas de comunicar los resultados pueden ser: dibujar una sección transversal, hacer un mapa, elaborar un diagrama de flujos para mostrar una secuencia de cambios, etc.

Discusión

Para que los estudiantes puedan tomar posición y aprendan a decidir sobre ciertos aspectos, es necesario practicar la argumentación sobre problemas sociocientíficos. A la capacidad de desarrollar una opinión, reflexionar sobre la realidad e involucrarse en ella se le denomina pensamiento crítico. Aprender a argumentar se vincula además con aprender a comunicar ideas de ciencias. Para que los nuevos conocimientos produzcan preguntas, se requiere que sean públicos y así formen parte de discusión en la comunidad científica.

La argumentación y el uso de pruebas involucran el desarrollo de la comunicación escrita y oral. El estudiante deberá fundamentar sus conclusiones o decisiones basándose en los datos que tenga a su disposición, así como discutir los informes en plenario. El argumento escrito y el oral presentan algunas semejanzas y también diferencias. Cuando el trabajo es en equipo, existe una co-construcción de argumentos, mientras que en otras ocasiones predomina la oposición, por lo que el esfuerzo estará en fundamentar la posición propia además de abatir la contraria en el proceso de convencer a una audiencia, la cual puede estar presente cuando se trata de una instancia oral o puede corresponder a aquellos a quienes se dirige el texto.

Una argumentación resulta efectiva cuando, además de fundamentar a partir de las pruebas existentes, toma como referencia los argumentos opuestos al considerar las hipótesis alternativas. En una argumentación de mejor calidad se va más allá de lo mencionado con anterioridad, ya que, además de considerar la conclusión alternativa, se toma en cuenta las pruebas que la respaldan, lo cual

responde al objetivo de refutar planteos alternativos. También es importante considerar las situaciones de cooperación, en las que existe apoyo mutuo dentro de un grupo.

La argumentación y el uso de pruebas requieren ser practicadas para que el alumno pueda progresar en ellas, lo cual implica la autoadjudicación de un rol activo en la discusión, por ejemplo, al decidir la muestra de arena que favorece un hábitat para moluscos bivalvos.

Algunos de los requisitos para un debate efectivo son:

Consenso en el vínculo entre argumentación e indagación. Un currículo que se fundamente en la resolución de problemas auténticos o en proyectos de investigación favorecerá la argumentación. En este caso, se entiende por “problemas auténticos” aquellos que no tienen una solución obvia, son relevantes para los estudiantes por corresponder a un contexto real, para resolverlos se necesitan procesos de investigación, elección de datos e interpretación, requieren una explicación o desarrollo de un experimento, son abiertos, generan diversidad de respuestas, aunque solo una es correcta y necesitan tiempo para su resolución.

Rol activo de los educandos. Para que los educandos asuman un rol activo para progresar en competencias de argumentación, es necesario vincular la conclusión con pruebas, elaborar productos y compararlos, diseñar experimentos, seleccionar entre dos posibilidades y tomar decisiones.

Apoyo y orientación del docente en la investigación. El educador debe propiciar que los estudiantes empleen pruebas y solicitar justificaciones, además de compartir los criterios de evaluación de dichas pruebas (Jiménez Aleixandre y Gallástegui, 2011).

Conclusión

Harlen (2007) aborda el tema de las dificultades que presentan los estudiantes cuando elaboran conclusiones. Como ejemplo, menciona la experiencia de colocar tallos en una solución teñida de rojo y extraer la conclusión de que el agua que falta en el recipiente pasó a los tallos e indica que no es lo mismo que la conclusión sea que el agua se introduce y asciende por el tallo. Enfatiza la diferencia entre saltar a las conclusiones y extraer conclusiones y recomienda evitar las generalizaciones anticipadas. Otro ejemplo surge cuando un estudiante dice que todas las maderas flotan porque observó algunas que flotaban, pero no

experimentó con ébano ni con palo santo. Es necesario que el docente los haga reflexionar sobre deducciones que van más allá de las pruebas y que los guíe para que encuentren pautas en los resultados y vinculen la asociación de ciertos cambios con otros fenómenos.

Es importante mostrar a los estudiantes que muchas pautas no tienen por qué ser exactas debido a distintas causas y que no deben desechar los datos que no se adecúan a una pauta. Asimismo, hay que enseñarles que, aunque todos los datos sean acordes a una pauta, la relación continúa siendo provisional, ya que no se puede asegurar que nueva información se ajuste a las conclusiones obtenidas. El tener presente todos los datos corresponde a una habilidad de interpretación que se va desarrollando mientras se trabaja con información más compleja.

La inferencia implica la interpretación de relaciones que describen la existencia de la pauta, lo que supone ir más allá de encontrar pautas regulares. Las inferencias se asemejan a una hipótesis, pero se elaboran como parte de la conclusión y no como una idea que debe ser comprobada.

La elaboración de las conclusiones implica comparar las ideas iniciales con las pruebas que brindan información nueva y tomar decisiones con relación a si las ideas se adecúan a los resultados o si es necesario realizar nuevas pruebas. Las conclusiones corresponden a la parte fundamental del proceso y no solo a la finalización de la actividad práctica, ya que son el núcleo central del aprendizaje activo, en el que se enlazan la práctica y la actividad mental. Según Harlen (2007), involucran además la reflexión crítica, lo que implica sondear lo efectuado con la meta de revisar si se podrían haber realizado mejores procedimientos o si se podrían haber aprovechado de mejor manera las ideas. Es una forma de pensar alternativas a lo realizado y se expresa a través de comentarios de autocrítica que pueden consolidarse a través de otra investigación o pueden quedar planteados para alguien que desee indagar sobre el tema. En caso de que no haya ningún comentario de autocrítica, reconocer que la línea de acción fue útil corresponde también a una prueba de haber examinado lo realizado.

Para alcanzar esta postura, es necesario que el docente estimule a los estudiantes a revisar la investigación en grupos y a analizar los cambios que habrían mejorado su trabajo. Si logran realizar comentarios de autocrítica, lo más

seguro es que desarrollen interés por reconsiderar sus métodos y adquieran mejor disposición para hacerlo con mayor asiduidad. También es importante que los educandos aprecien los beneficios que emanan de la autocrítica. Que los estudiantes se comprometan en el desarrollo de estas actitudes indica el grado de madurez que van adquiriendo y favorece el desempeño en futuras investigaciones.

Comunicación

La comunicación es muy importante para el proceso de reacomodación del pensamiento ya que, al posibilitar la vinculación de las ideas y brindar un acceso a ideas alternativas, corresponde a una extensión del pensamiento. En otras ocasiones, el acto de comunicación representa una oportunidad para superar alguna dificultad de comprensión.

Además de ser valiosa para el desarrollo de la actividad mental, la comunicación, tanto verbal (lenguaje hablado o escrito) como no verbal (símbolos, dibujos, diagramas, tablas y gráficos), es fundamental para la educación científica. Los informes constituyen un desafío para los estudiantes y tienen valor en el proceso y como productos, pero la comunicación implica otros desafíos, como puede ser la exposición en clase o ante una audiencia más amplia (Harlen, 2007).

La comunicación de la investigación realizada, desde la didáctica de las ciencias, constituye una de las dimensiones fundamentales de la competencia científica que el docente debe promover. El conocimiento científico como construcción social dentro de un determinado contexto ha sido posible porque cada científico ha comunicado sus investigaciones y, al basarse en experiencias pasadas, se han corroborado o se ha logrado refutar las diversas teorías y de esa forma se ha avanzado en la construcción del conocimiento.

La comunicación implica el desarrollo de la competencia lingüística y en la actualidad se entrelaza con otra competencia básica: la competencia digital. El abordaje de ambos tipos de competencias es una responsabilidad de todos los educadores, incluidos los docentes de ciencias.

Desarrollar la capacidad de comunicar, en conclusión, requiere que los estudiantes aprendan a redactar y elaborar un informe científico, un póster u otro recurso digital, además de aprender a desarrollar una defensa oral del trabajo realizado (Imbert, 2017).

Comunicación escrita

Cuando se trabaja con la historia de las ciencias desde el modelo didáctico transmisivo, la estrategia consiste en volver a contar la resolución de los problemas. Para ello se utiliza la narración, debido a que resulta más fácil de entender para el estudiante. Sin embargo, el relato no debe sustituir la educación en ciencias, en la que se deberían tener en cuenta los procesos de creación de la ciencia y utilizar la estrategia de historia de las ciencias dentro del modelo de aprendizaje por investigación. Este abordaje implica proponer problemas abiertos a los estudiantes para poner en acción procesos que involucren las habilidades y capacidades necesarias para su resolución. Este tipo de problemas heurísticos son los que se plantean en los proyectos de introducción a la Investigación.

Lograr, de parte de los estudiantes, la producción de un marco teórico es un gran desafío que conlleva un largo proceso. No obstante, no es una meta imposible, y la reelaboración de ese conocimiento científico es fundamental para la divulgación. Debe aclararse que la divulgación de la ciencia no es popularización, ni vulgarización, ni traducción; es reelaborar el conocimiento científico para cada audiencia y contexto (Cassany, 2006).

Comunicación oral

La comunicación oral genera tantas o más dificultades que la escrita e implica un proceso que el docente debe promover durante todo el año. El problema principal recae en que, cuando a un estudiante se le solicita que exponga oralmente su trabajo y no está preparado para hacerlo, resuelve la situación leyendo o repitiendo de memoria lo estudiado.

Los proyectos favorecen la expresión oral cuando el docente, durante la implementación de cada uno de los capítulos de la investigación, propone que se realice una puesta en común en las diferentes instancias, ya sea para que los estudiantes relaten a sus compañeros la pregunta investigable, los objetivos, los resultados, entre otros. La recurrencia y espiralización que se realice en la comunicación oral del proyecto en el transcurso del año favorecerá una comunicación oral exitosa en la presentación final del proyecto.

Cuando se aborda esta competencia lingüística, es necesario que el docente promueva la elaboración de apoyos, como pueden ser un póster, una presentación virtual u otro recurso tecnológico, y que oriente a los alumnos en el uso de estos soportes.

La presentación de los proyectos en diferentes instancias, como presentar primero a los compañeros de grupo, a otros grupos, a escuelas, a la comunidad educativa en una muestra liceal, en una muestra departamental y luego nacional, constituyen diversas oportunidades para el estudiante de enfrentar el desafío de exponer y, en el proceso, mejorar su expresión oral.

La evaluación

Propender a una evaluación “para el aprendizaje” favorece la mejora en la comunicación escrita y oral.

El uso de instrumentos como la rúbrica o las escalas o rangos, en los que se explicitan las categorías a evaluar y, en el caso de las rúbricas, también se dan a conocer las expectativas dentro de cada nivel de desempeño a través de la redacción de los descriptores, posibilita la autoevaluación, coevaluación y evaluación mutua.

La importancia de este tipo de evaluaciones se encuentra en que se propicia la metacognición y la autorregulación de los estudiantes en el aprendizaje, lo cual conlleva a mejorar la comunicación tanto escrita como oral y a la adquisición de autonomía en el proceso.

2.5. Secuencias didácticas dentro del modelo de aprendizaje por indagación o investigación

Couso (2011) afirma que últimamente existe un marcado interés por las secuencias didácticas, también denominadas unidades didácticas o secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA).

Una SEA es una planificación de un tema curricular en la cual se introducen los recursos, las fichas de trabajo, los contenidos, el contexto, los objetivos, el orden de las actividades y su evaluación. Las secuencias, además de ser muy importantes para el docente, son de interés para la investigación en didáctica. En la actualidad, el enfoque en el desarrollo de competencias ha llevado al abordaje de la discusión sobre su diseño con relación al contexto. Tradicionalmente,

el diseño ha contemplado dos enfoques: el epistemológico y el didáctico. El primero se centra en la ciencia y su relación con el mundo, en tanto el segundo pone el énfasis en el aprendiz y su vinculación con la realidad. Muchos autores han criticado esa dicotomía, por ello hoy en día se está esgrimiendo un enfoque dual entre ambos extremos.

Couso (2011) describe que, en el modelo de las SEA propuesto por Leach y Scott (2002), los autores identifican tres aspectos fundamentales en la planificación: 1) El vínculo entre la ciencia y el plano social mediante historias sobre hechos del mundo manejadas de acuerdo con la cultura científica escolar. 2) El apoyo a los estudiantes, que les permite sostener el recorrido de las secuencias desde lo que saben hasta lo que pueden llegar a saber, incluyendo el *feedback* necesario vinculado a una evaluación reguladora. 3) El favorecimiento de las oportunidades de aplicar lo aprendido.

Caamaño (2012) propone una secuencia dentro del modelo didáctico de aprendizaje por investigación, en este caso, para resolver un problema práctico mediante un enfoque dual que parte de la contextualización.

Algunos de los factores que inciden en las dificultades de una investigación corresponden al tipo de variable independiente, si son continuas o categóricas, el número de variables que se debe controlar, la naturaleza de la variable dependiente, las mediciones, el grado de apertura, entre otros.

De acuerdo con ello, el autor realiza algunos comentarios sobre la secuencia e indica que la variable dependiente en esta investigación es la capacidad aislante térmica que corresponde a una variable continua. La independiente, por otro lado, es la muestra de tejido, que se trata de una variable categórica o discreta.

Las variables que se deben controlar son: la masa de agua, la temperatura inicial, la temperatura externa, la superficie de la tela y el grosor de los tejidos. Respecto a las medidas, se puede optar entre medir la disminución de la temperatura en un intervalo de tiempo, medir el tiempo que demora la temperatura en disminuir cierto valor o medir la temperatura del agua en un intervalo amplio de tiempo. También debe tenerse en cuenta el grado de apertura, que determinará mayor o menor complejidad y que puede regularse a través del guion.

En la tabla 6 se parafrasea la propuesta, correspondiente a un nivel de ESO (Educación Secundaria Obligatoria).

Tabla 6.
Secuencia didáctica para modelo de aprendizaje por investigación.

FASES DE LA INVESTIGACIÓN	GUION
Planteamiento del problema	
El profesor presenta y contextualiza el problema que deberán resolver.	Existen tres muestras de tejidos (algodón, lana y acrílico) que poseen diferente grosor. Deseamos saber cuál es la más apropiada para un abrigo. Se debe proceder con un método experimental para averiguarlo.
Planificación: fundamento del método	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Pensar el fundamento de la metodología para resolver el problema. ○ Modelización que requiere la identificación de variables que medirán. ○ Según dificultad, podrá recibir ayuda. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Piensa y discute cómo puedes modelizar el caso y qué tipo de evidencias y medidas deberás tener en cuenta para decidir el mejor tejido para abrigarte.
Planificación: diseño del método de contrastación de la hipótesis	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Diseñar el procedimiento para contrastar las hipótesis. ○ Identificar la variable dependiente e independiente ○ Explicitar cómo se medirá la variable dependiente y cuántas medidas se hacen en el caso de una variable continua. ○ Explicar cómo se medirá la independiente. ○ Identificar las variables que se controlarán. ○ Determinar la precisión de las medidas. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mediante dibujos explica la metodología experimental. ○ Para que la metodología seleccionada te posibilite diferenciar adecuadamente la capacidad de aislamiento térmico de cada muestra es necesario que contestes estas preguntas: <ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Se debe usar el mismo volumen de agua? ○ ¿La temperatura inicial debe ser la misma? ○ ¿Influye la temperatura exterior si esta varía?
Proceso de contrastación de hipótesis	
Corresponde a la experimentación, registro de medidas, tratamiento de datos, elaboración de gráficos y uso informático de datos.	Efectúa las medidas para cada muestra. Atiende exactitud y precisión en medidas.
Evaluación del resultado	
Corresponde a la valoración de los resultados y su comparación entre los diferentes grupos y con la bibliografía.	¿A qué conclusión llegaste? Compara tu resultado con otros grupos.
Comunicación de la investigación	
Supone la elaboración de un informe y la comunicación oral de la investigación.	Redacta un informe.

Nota: Adaptado de "La investigación escolar es la actividad que mejor integra el aprendizaje de los diferentes procedimientos científicos", por A. Caamaño, 2012. *Once ideas claves. El desarrollo de la competencia científica*, pp. 135-136.

Dentro del guion, en el fundamento del método en la planificación, también agregan: 1. Materiales que puedes utilizar: una lata vacía abierta, agua, un termómetro, los tejidos, tijeras y gomas elásticas. 2. Para modelizar se puede llenar la lata con agua y utilizar las muestras de tejido para cubrirlas.

Otros aspectos que pueden indicarse para orientar el diseño, según Caamaño (2012) son: ¿es necesario que sea la misma la superficie de tejido? redacta la metodología experimental que realizarás y complementa con dibujos.

Cuando se solicita que se redacte el informe es necesario guiarlos con los apartados que tendrá el mismo, por ello se debe indicar por ejemplo que conste: objetivo de la investigación, fundamento del método, procedimiento experimental, resultados y conclusión (Caamaño, 2012).

En tanto, Tobón et al (2010) expresan que un aspecto imprescindible en las secuencias didácticas que promueven el desarrollo de competencias desde un enfoque socioformativo es reconocer un problema significativo y pertinente relativo al contexto. La importancia de este paso se debe a que la educación no solo debe formar, sino que además debe constituir un lugar para actuar y colaborar en la resolución de problemas del contexto, lo cual va más allá del concepto de pedagogía que proponía el trabajo con una situación problema, ya que no solo corresponde a una inquietud coherente, sino también real.

La tarea principal en la secuencia didáctica consiste en determinar el problema general abierto que luego se puede concretar junto con los estudiantes de acuerdo con su interés. El nivel de participación del estudiante puede variar según el grado de orientación que necesite. Tobón et al (2010) clasifican en cuatro los niveles de participación: 1) Nivel inicial receptivo, en el cual es el docente quien plantea el problema de la secuencia didáctica y la participación de los estudiantes está limitada a comprender la cuestión. 2) Nivel básico, en el cual los estudiantes realizan alguna mejora o adaptación en el planteamiento. 3) Nivel autónomo, en cuyo caso el profesor plantea el problema de manera general y los estudiantes lo concretan. 4) Nivel estratégico, en el que el docente plantea un área problemática global y los estudiantes identifican el o los problemas concretos.

No hay un nivel mejor que el otro, sino que la elección estará determinada, entre otros factores, por el nivel educativo y las capacidades de los estudiantes.

Con respecto a las actividades, se establecen cuatro categorías: los momentos, el trabajo con el docente, el trabajo autónomo del estudiante y el tiempo.

El momento puede plantearse de dos maneras: según el proceso (en ese caso tendría un inicio, un desarrollo y un cierre) o como proyecto (entonces constaría de diagnóstico, planificación, implementación y comunicación).

El tipo de evaluación que se propone es una evaluación formativa con el uso de matrices o rúbricas, ya que no debe realizarse al final, sino durante el transcurso de la secuencia.

Franco Mariscal y Blanco López (2014), de acuerdo con el enfoque que realizan de la competencia Pedrinaci (2012) y Cañal (2012), planifican la secuencia didáctica representada en la tabla 7.

Los objetivos fueron elaborados como las siguientes competencias (Franco Mariscal y Blanco López, 2014, p. 653):

- Interesarse y reflexionar sobre algunas cuestiones relacionadas con la salud e higiene bucodental.
- Identificar cuestiones científicas para explicarlas y argumentarlas.
- Explicar y utilizar conocimientos científicos en el estudio de la caries.
- Analizar y valorar la credibilidad y fiabilidad de las fuentes de información disponibles en internet en general y sobre este tema en particular.
- Sintetizar ideas e informaciones importantes sobre el tema y presentarlas en diversos formatos y para diferentes audiencias.

Tabla 7.
Secuencia para trabajar la salud bucal.

Fases del proceso de aprendizaje	Interrogantes organizadores	Bloque de la secuencia
Orientación y explicación de ideas previas	¿Por qué es importante cuidarse la boca? ¿Cuáles son mis ideas y hábitos sobre este problema? ¿Cuáles de estas ideas pueden ser científicamente contrastadas y cuáles no?	A. Identificación del problema
Desarrollo y construcción de conocimientos	¿Cuáles son los factores que intervienen en la aparición de la caries? ¿Cómo se produce la caries? ¿Cómo entienden los químicos la caries? ¿Cómo puedo prevenir la aparición de la caries? ¿Qué hizo el dentista en tu última revisión? ¿Por qué debo cepillar mis dientes? ¿Qué es mejor: una pasta de dientes o un enjuague bucal? ¿Qué ocurre si abuso de alimentos azucarados? ¿Qué debo hacer si la prevención falla?	B. Calidad y fiabilidad de las fuentes en internet C. Prevención del problema D. ¿Qué debo hacer si la prevención falla?
Aplicación de conocimientos	¿Cómo influyen el tabaco, alcohol y otras drogas en la aparición de la caries?	E. Dar a conocer el problema
Síntesis y recapitulación	¿Para qué me sirven estos conocimientos?	
Evaluación	¿Qué he aprendido sobre este problema?	

¿Cómo puedo saber si el contenido de una página web sobre salud e higiene bucodental es de calidad y fiable?

Nota: Adaptado de “El desarrollo de la competencia científica en una unidad didáctica sobre la salud bucodental. Diseño y análisis de tareas”, por Franco Mariscal, Blanco López y España Ramos, 2014. *Enseñanza de las ciencias*, 32, p. 654.

El desarrollo de la secuencia implica la realización de nueve tareas, cada una de las cuales favorece el perfeccionamiento de determinadas capacidades. El autor

realiza un análisis a partir del enfoque de Pedrinaci (2012) y Cañal (2012, pp. 222-223) que puede apreciarse en la tabla 8.

Tabla 8.
Dimensiones y capacidades de la competencia científica.

Dimensión	Capacidades
Conceptual	Capacidad de utilizar el conocimiento científico personal para describir, explicar y predecir fenómenos naturales.
	Capacidad de utilizar los conceptos y modos científicos para analizar problemas.
	Capacidad de diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad.
Metodológica	Capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación.
	Capacidad de obtener información relevante para la investigación.
	Capacidad de procesar la información obtenida.
	Capacidad de formular conclusiones fundamentadas.
Actitudinal	Capacidad de valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla.
	Capacidad de interesarse por el conocimiento, la indagación y resolución de problemas científicos y problemas socioambientales.
	Capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales.
Integral	Capacidad de utilizar de forma integrada las anteriores capacidades para dar respuestas o pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos científicos, tecnológicos o socioambientales, en contextos vivenciales del alumnado.

Nota: Adaptado de "Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria", por A.J. Franco Mariscal, 2015. Enseñanza de las Ciencias, 33, p. 240.

La secuencia de tareas para la unidad de salud bucal aparece organizada de la siguiente forma:

La **primera tarea** parte de la interrogante "¿Por qué es importante cuidarse la boca?", que intenta centrar la atención del educando y explicitar las ideas previas. La consigna consiste en justificar con qué persona se relacionarían los estudiantes a partir de la observación de dos fotografías: una de un individuo con una boca sonriente y dientes sanos, sin caries, y otra de una persona con dientes torcidos y con caries. Se busca que el discente avance en la "capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales".

En la **segunda tarea**, se plantea la pregunta “¿Cuáles son los factores que intervienen en la aparición de la caries?”. Se espera que el estudiante constatare dos factores: la ingesta de alimentos con azúcar y las bacterias en la boca. La acción de las bacterias en la boca se trabaja mediante un video que muestra el efecto del ácido sulfúrico sobre algunos terrones de azúcar. Luego, el estudiante debe describir y explicar el proceso y vincularlo con la acción de las bacterias en el azúcar. Se desarrolla de esta forma la “capacidad de identificar problemas científicos” y la de “utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar problemas”

La **tercera tarea** parte de la cuestión “¿Cómo se producen las caries?”. Se propone a los estudiantes que formulen hipótesis sobre los factores que causan las caries y que luego las corroboren a través de experiencias diseñadas por ellos.

Una de las hipótesis que surgió en esta etapa fue que un diente podría carearse solo por estar en contacto con azúcar y, para contrastarla, los alumnos diseñaron una experiencia que consistió en sumergir un diente en una disolución muy concentrada y observarlo en el transcurso del tiempo. Otros estudiantes plantearon que las caries inciden en la pérdida de masa en el diente y, para comprobarlo, midieron la masa del diente antes y después del experimento. Los resultados que obtuvieron fueron que no se observaban modificaciones externas en el diente y que no había variación de la masa, con lo cual arribaron a la conclusión de que la presencia de azúcar como único factor no produce caries. Estos resultados fueron utilizados para discutir la validez de la conclusión y si se habían controlado todas las variables que pueden incidir, ya sea el tipo de diente, la concentración de azúcar o el tiempo, entre otras.

La tarea posibilitó la elaboración de hipótesis, el diseño de experimentos, el análisis de los resultados y avance en la “capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación”.

La **cuarta tarea** parte de la pregunta “¿Qué hizo el dentista en tu última revisión?”, que promueve la reflexión sobre efectuar visitas periódicas al dentista para evitar la formación de caries. Se propone la interpretación de una radiografía dental mediante una teatralización en la que un estudiante asume el papel de dentista y otro de paciente, lo cual posibilita que el alumno en el papel de odontólogo explique al paciente y al resto de la clase lo que observa en la radiografía

y realice una distinción entre dientes, caries y empaste. La tarea favorece el desarrollo de la “capacidad de utilizar el conocimiento científico personal para describir, explicar y predecir fenómenos naturales”.

En la **quinta tarea**, se plantea “¿Por qué debo cepillar mis dientes?”. En un paso previo, el estudiante debe averiguar los componentes principales de un dentífrico y sus funciones. Para ello, debe reconocer los ingredientes a partir de la etiqueta de varias marcas comerciales y luego comparar su composición con el objetivo de identificar las sustancias comunes en todas las pastas. Debe analizar si el flúor es un componente mayoritario y averiguar sobre la peligrosidad de su exceso. Luego debe buscar la función de los ingredientes usando internet. En esta tarea se promueve la habilidad para organizar e interpretar datos, lo que implica localizar, comparar y clasificar, vinculada con la “capacidad de procesar la información obtenida”.

En la tabla 9 se puede apreciar el trabajo realizado por los estudiantes, donde organizaron los componentes de tres tipos de dentífricos.

Tabla 9.
Trabajo de un estudiante sobre componentes de dentífricos

Pasta de dientes 1	Sorbitol, agua, hidratated silica, polyethylene glycol, sodium Lauryl Sulfate, Carboxymethylcellulose sodium, sodium pyrophosphate, cocamidopropyl betaine, Saccharin sodium, titanium dioxide, FD & C Blue no. 1, FD & C Yellow No. 5
Pasta de dientes 2	Fluoruro sodico, agua, sorbitol, hidratated silica, sodium bicarbonate, sodium lauryl sulfate, glycerin, aroma, cellulose gum, cocamidopropyl betaine, titanium dioxide, sodium fluoride, xanthan gum, sodium saccharin, papain, cetylpyridinium chloride, sodium benzoate, sodium chloride, limonene.
Pasta de dientes 3	Agua, hidratated silica, sorbitol, glycerin, sodium tripolyphosphate, polyethylene glycol 400, titanium dioxide, cocamidopropyl betaine, sodium methyl cocoyl taurate, xanthan gum, sodium hydroxide, saccharin sodium, sucralose.

Nota: Adaptado de “Diseño de actividades para el desarrollo de competencias científicas”, por A. J. Franco-Mariscal, A. Blanco-López y E. España-Ramos, 2017. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14, p. 47.

En la **sexta tarea**, la cuestión presentada es “¿Qué ocurre si abuso de alimentos azucarados?”. Para abordar el trabajo, el estudiante debe conocer la cantidad diaria de azúcar que consume. Con la ayuda de la web, debe buscar el contenido de azúcar de diferentes alimentos y, de acuerdo con ello, estimar la cantidad ingerida. Esta actividad favorece también la reflexión sobre la cantidad consumida en relación con la recomendada y la vinculación con problemas de

salud como la obesidad, diabetes y problemas cardiovasculares, entre otros. Esta tarea le permite al estudiante el desarrollo de la “capacidad para interesarse por el conocimiento, la indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socio-ambientales”.

La **séptima tarea** plantea “¿Cómo puedo saber si el contenido de una página web es de calidad y fiable?”. Con la finalidad de lograr desarrollar la “capacidad de valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla”, se proporcionan algunos criterios que el alumno debe tener en cuenta: 1) Tienen más valor los contenidos realizados por centros de investigación o universidades que por un individuo, y dentro de estos últimos, los de mayor cualificación profesional (doctores, licenciados). 2) Se valoran positivamente las redacciones apropiadas a nivel ortográfico como también gramatical y la diferencia entre información y opinión. 3) Es importante la separación de la información de mensajes publicitarios presentes en la web.

La pregunta en la **octava tarea** es “¿Cómo influyen el tabaco, alcohol y otras drogas en la aparición de la caries?”. Se incita al estudiante a buscar información sobre la influencia de ciertas drogas en la formación de caries para que luego argumente a favor o no a partir de los conocimientos científicos estudiados e identificando la fiabilidad de la información encontrada en internet.

En un paso previo, el alumno debe elegir tres fuentes sobre el tema, analizar su fiabilidad, hacer un resumen de cada una y contrastarlas indicando los aspectos comunes y diferentes. Con esta tarea, se promueve el desarrollo de las capacidades de “valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla”, “diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad”, “obtener información relevante para la investigación”, “procesar la información” y “formular conclusiones fundamentadas”.

En la **novena tarea**, la interrogante corresponde a “¿Qué he aprendido sobre el problema de la caries?”. El autor considera que la fase de evaluación también se implementa desde el enfoque de competencias, y el trabajo consiste en la elaboración de un tríptico sobre el problema de las caries y la salud bucodental en el que el estudiante debe sintetizar lo aprendido. En el tríptico, el alumno debe describir y explicar el problema de la caries (capacidad 1), emplear

conceptos y modelos (capacidad 2), utilizar en sus explicaciones un lenguaje científico adecuado y no su interpretación del problema (capacidad 3), ofrecer algún diseño experimental para la identificación o prevención de la problemática (capacidad 4), utilizar y procesar información relevante obtenida de distintas fuentes y valorar su calidad y fiabilidad (capacidades 5, 6 y 8), interesarse por el conocimiento (capacidad 9), adoptar decisiones autónomas y críticas (capacidad 10) y finalmente formular conclusiones (capacidad 7). De esta manera, se integran todas las capacidades que componen la competencia científica (Franco Mariscal, Blanco López y España Ramos, 2014, p. 662).

Una forma de trabajo similar a la descrita corresponde, según el MCE “Movimiento de Cooperazione Educativa de Italia” citado por Zabala y Arnau (2014), al método de investigación del medio, que tiene como meta fundamental la investigación como proceso natural de aprendizaje, en el cual de la relación con el ambiente y del interés del niño surgirá la motivación para estudiar diversos problemas, construir correlaciones, efectuar experimentos y arribar a conclusiones. Zabala y Arnau (2014) plantean una secuencia didáctica planificada dentro de este método, la que se desarrolla en la tabla 10.

Respecto a la **fase de desarrollo** Zabala y Arnau (2014) indican que en:

Elaboración de hipótesis o supuestos

El docente propondrá a los estudiantes que ajuste la investigación en relación a la cantidad de papel que emplea y determine la equivalencia en el impacto que posee este consumo en el medio ambiente. Posteriormente se le propondrá que responda las preguntas: ¿Cuántos árboles se necesitan para elaborar un libro con papel normal o uno con papel reciclado? ¿Qué árboles se usan para fabricar papel? ¿Cómo se fabrica el papel? ¿En qué consiste el proceso de reciclaje del papel? Los estudiantes formularán diferentes hipótesis: ¿Se puede hacer papel con cualquier árbol? ¿Los árboles se cortan y se pasan por alguna máquina especial que los tritura? ¿Cómo se obtiene la textura del papel? ¿Cuántas veces es posible reciclar el papel? Respecto a lo anteriormente expuesto se puede apreciar, cómo se integra en la secuencia, en la tabla 10.

Tabla 10.
Secuencia didáctica dentro del método de investigación en el medio

¿CUÁNTO PAPEL GASTAMOS?

NIVEL EDUCATIVO: Segundo ciclo de educación primaria.

ÁREAS: Ciencias de la naturaleza, ciencias sociales, lengua y educación artística.

Objetivo competencial: Identificar las ventajas para el medio ambiente del reciclaje del papel en la escuela, a través de la búsqueda de su proceso de producción, para concienciar a toda la escuela de la importancia de un consumo responsable.

Método: Investigación sobre el proceso de reciclaje del papel.

FASE INICIAL

Establecimiento de objetivos

El punto de partida es el siguiente: nuestro ayuntamiento ha hecho una campaña en la que se conmina a que se recoja el papel y se deposite en contenedores diferenciados. A partir de aquí, el profesor compartirá con los alumnos y alumnas todos los aprendizajes que tendrán oportunidad de realizar en distintas materias y los criterios de evaluación.

Presentación motivadora de la situación en su complejidad

El profesor propondrá a los alumnos y alumnas que colaboren desde la escuela y ayuden así, entre todos, a cuidar el medio ambiente. Su tarea será importante para convencer al resto de la escuela a fin de que participe.

Revisión de los conocimientos previos

A partir de aquí, surgirán una serie de preguntas: ¿Por qué hay que aprovechar el papel? ¿De qué está hecho? ¿Cómo se fabrica? ¿Cuáles son los productos necesarios para fabricarlo? ¿Qué cantidad de estos productos es necesaria para fabricar un kilo de papel? ¿Qué tipos de papel hay? ¿Cuántos árboles se necesitan para hacer un libro?

Identificación y explicitación de los diferentes problemas o cuestiones que plantea la situación

Entre todas las preguntas surgidas, nos centraremos en la cantidad de papel que consumimos nosotros (como grupo-aula) y cómo afecta al medio ambiente su producción.

Delimitación del objeto de estudio (y concreción del producto final, cuando proceda)

El profesor planteará una investigación sobre la cantidad de papel que utilizamos en casa y en clase durante un mes.

FASE DE DESARROLLO

Elaboración de hipótesis o supuestos.

Definición de las estrategias de búsqueda, contraste o aplicación para comprobar las hipótesis anteriores.

Realización de la búsqueda, contraste o aplicación.

Selección de datos relevantes en relación con la situación-problema de partida y comprobación de las hipótesis iniciales.

Comunicación del proceso seguido y de la información obtenida.

FASE DE SÍNTESIS

Integración y visión global ampliada.

Metacognición sobre el proceso y el resultado: autoevaluación.

Estrategias de memorización.

Nota: Adaptado de *Métodos para la enseñanza de las competencias*, por A. Zabala y L. Arnau, 2014, pp. 104-109.

También en relación a la fase de desarrollo agrega:

Definición de las estrategias de búsqueda, contraste o aplicación para comprobar las hipótesis anteriores

Para realizar la búsqueda, se analizarán diversas fuentes de información. Se visitará el museo del papel.

Realización de la búsqueda, contraste o aplicación

En la visita al museo, los estudiantes observarán que el papel se hace a partir de pasta de celulosa diluida en agua y otras sustancias químicas, como el polietileno. También verán el proceso de producción, etc.

Selección de datos relevantes en relación con la situación-problema de partida y comprobación de las hipótesis iniciales

Después de la visita y la recogida de información, el alumnado se centrará en el proceso de producción del papel reciclado. Serán más conscientes de que con cada ciclo se pierde entre el 15 % y el 20 % de las fibras, de manera que el reciclaje es limitado. El papel y el cartón de desecho se mezclan con agua, productos químicos y maderas (nuevos árboles), y también se utiliza energía para su producción.

Por último, se elaborarán unas conclusiones y medidas a tomar para reciclar en casa y en la escuela, ya que han corroborado que su consumo de papel tiene un impacto importante en el medio ambiente.

Comunicación del proceso seguido y de la información obtenida

Tras la investigación, los estudiantes reflexionarán sobre cómo deben comunicar lo que han descubierto para que en el centro se haga un uso más responsable del papel.

En el área de educación artística, los educandos realizarán un mural. En él se recogerán las razones para reciclar el papel en la escuela. Se entregará un folleto informativo a las familias con las medidas para el ahorro del papel y su reaprovechamiento.

Dentro de la **fase de síntesis** se recomienda:

Integración y visión global ampliada

El conocimiento adquirido en la visita habrá ayudado a los estudiantes a ser más conscientes de la importancia del reciclaje y la gestión de los residuos. Además, analizarán qué otros productos pueden reciclar (plástico, latas, vidrio,

ropa, etc.). La exposición del mural y las explicaciones los ayudará a comunicar las ideas principales de la investigación.

Metacognición sobre el proceso y el resultado: autoevaluación

Los estudiantes revisarán el proceso seguido y cómo se han comprobado las hipótesis a través de fuentes directas. Además, reflexionarán sobre las ideas principales, forjadas en el mural, cómo han aprendido y han puesto en evidencia sus ideas previas.

Estrategias de memorización

El profesorado determinará los vínculos entre el trabajo realizado y la valoración del medio ambiente cuando aborde temas referidos a los distintos sectores productivos, consumo responsable, ahorro de recursos y fuentes de energía, etc.

Se puede apreciar que en este método se instaura la labor educativa como medio para el desarrollo de una ciudadanía democrática y con espíritu científico. De los diferentes ámbitos de desarrollo competencial, el social es el que se prioriza en la fundamentación del procedimiento, si bien apunta también al ámbito personal, interpersonal y profesional. El aspecto procedimental de las competencias está incluido en todas las fases, ya sea en las relativas a la búsqueda de información como en aquellas de carácter estratégico-cognitivo.

En lo que respecta al **ámbito personal**, se puede observar en la secuencia que las actividades que se implementan tienen como hilo conductor el desarrollo de las competencias para aprender a aprender y la de autonomía e iniciativa personal, como también la formación para una ciudadanía reflexiva y responsable. Entender el medio y desarrollar una capacidad crítica de examen implica saber observarlo, diferenciar y clasificar los componentes y las correspondencias presentes, así como extraer conclusiones sobre las actuaciones y los posibles efectos sobre el entorno.

En lo que concierne al **ámbito interpersonal**, el método de investigación del medio involucra una perspectiva colaborativa en la cual la organización del aula exige el trabajo en equipos fijos o flexibles, homogéneos o heterogéneos, en los que se fomenta el desarrollo de las competencias basadas en la colaboración, la solidaridad y la tolerancia. Incluso en los casos en que se solicita tareas

individuales, se parte de una confrontación y un debate grupal. Además, se promueve la colaboración para superar las posibles discrepancias a través del diálogo entre pares.

La secuencia concierne al **ámbito social** en especial, ya que los contenidos conceptuales están vinculados a problemas de la vida real y permiten la comprensión de esta realidad social. A ello se suma que los contenidos actitudinales son las líneas directrices en la secuencia. El rol de la ciudadanía responsable a partir del dominio de la argumentación es medular en la justificación del método. Se interpreta la educación como una formación para la acción en el medio y se pretende desarrollar una visión crítica y una actitud participativa que impulse al estudiante a mejorar su entorno.

Por último, el método propende al desarrollo del **ámbito profesional** ya que propicia “la curiosidad, la creatividad, la confianza en uno mismo, el pensamiento crítico, la actividad investigadora, la apertura a los otros, y la toma de conciencia y responsabilidad en la intervención en el medio social y natural” (Zabala y Arnau, 2014, p. 101).

En la siguiente secuencia sobre ahorro energético algunos aspectos a destacar son que en la fase de desarrollo Zabala y Arnau (2014) proponen:

Elaboración de hipótesis o supuestos

El profesor planteará al alumnado, organizado en grupos de 3 o 4 alumnos, dónde pueden buscar la información que necesitan. Los estudiantes harán una búsqueda en internet para averiguar cuál es el proceso que hace posible que tengan electricidad en el centro y, a través de las fuentes directas, estudiarán cómo la usan.

La hipótesis es que los hábitos de consumo se pueden mejorar para ahorrar energía.

En la tabla 11 se desarrolla esta secuencia didáctica planificada dentro del método de investigación en el medio.

Tabla 11.
Secuencia didáctica sobre ahorro energético

AHORRO ENERGÉTICO

NIVEL EDUCATIVO: Tercer ciclo de educación primaria.

ÁREAS: Ciencias de la naturaleza, lengua, matemáticas y tecnología.

Objetivo competencial: Analizar el uso que hacemos de la electricidad en la escuela, a partir del estudio del gasto en electricidad del centro, para elaborar un decálogo con recomendaciones para ahorrar energía.

Método: Se plantea una investigación sobre el uso que hacemos de la electricidad en el centro a partir de diferentes fuentes y métodos de recogida de información.

FASE INICIAL

Establecimiento de los objetivos

El profesor planteará a los estudiantes si sabrían confeccionar recomendaciones para sus familias para ahorrar energía. Asimismo, compartirá con ellos los criterios de evaluación.

Presentación motivadora de la situación en su complejidad

El profesor realizará un ejercicio con un limón, una placa de zinc, una placa de cobre y una batería. Con esta práctica, mostrará cómo se enciende una bombilla pequeña y en qué consiste la electricidad.

Revisión de los conocimientos previos

El profesor preguntará a los estudiantes si saben qué es la electricidad, cómo se genera, si es importante en nuestras vidas y qué fuentes de energía primaria usamos para crearla.

Identificación y explicitación de los diferentes problemas o cuestiones que plantea la situación

El alumnado analizará qué fuentes de energía utilizamos para generar energía. Así, podrá ver que hay fuentes de energía limpia (renovables) y fuentes contaminantes y que afectan al calentamiento global (combustión fósil). ¿Cómo llega la energía a la escuela y cómo la utilizamos?

Delimitación del objeto de estudio (y concreción del producto final, cuando proceda)

El profesor planteará una investigación sobre cómo llega la energía a la escuela y qué uso se hace de ella. Con los datos recogidos, se elaborará un decálogo a fin de publicarlo en la intranet de la escuela para ahorrar energía.

FASE DE DESARROLLO

Elaboración de hipótesis o supuestos.

Definición de las estrategias de búsqueda, contraste o aplicación para comprobar las hipótesis anteriores.

Realización de la búsqueda, contraste o aplicación.

Selección de datos relevantes en relación con la situación-problema de partida y comprobación de las hipótesis iniciales.

Comunicación del proceso seguido y de la información obtenida.

Descontextualización y teorización sobre los aprendizajes realizados.

FASE DE SÍNTESIS

Integración y visión global ampliada.

Metacognición sobre el proceso y el resultado: autoevaluación.

Estrategias de memorización.

Nota: Adaptado de *Métodos para la enseñanza de las competencias*, por A. Zabala y L. Arnau, 2014, pp. 107-109.

Dentro de la fase de desarrollo agrega:

Definición de las estrategias de búsqueda, contraste o aplicación para comprobar las hipótesis anteriores

A través de internet, el alumnado buscará cómo trabaja su operador (cómo son las centrales de producción eléctrica y cuál es el sistema de distribución eléctrica). Además, revisará las facturas del curso anterior, analizará la evolución en el gasto eléctrico y detectará los aparatos eléctricos y puntos con mayor consumo a partir de la observación y de la realización de un cuestionario que pasará a todo el personal del centro.

Realización de la búsqueda, contraste o aplicación

Los estudiantes llevarán a cabo la investigación y recogerán la información a través de internet, la observación, las facturas y los cuestionarios.

Selección de datos relevantes en relación con la situación-problema de partida y comprobación de las hipótesis iniciales

Los estudiantes revisarán la información recogida y, con lo que han encontrado, identificarán qué fuentes de energía se emplean para generar la electricidad que llega al centro (a partir del estudio en internet). Asimismo, establecerán qué hábitos de consumo se pueden mejorar en el centro.

Comunicación del proceso seguido y de la información obtenida

Después de la investigación realizada, elaborarán un decálogo con los hábitos que pueden ayudar a ahorrar energía. Este decálogo se publicará en la intranet del centro para que sea accesible a toda la comunidad.

Descontextualización y teorización sobre los aprendizajes realizados

Tras la elaboración del decálogo, los estudiantes rendirán una prueba escrita sobre las investigaciones efectuadas, las formas de generación de electricidad y los tipos de fuentes de energía.

En la fase de síntesis recomiendan:

Integración y visión global ampliada

El profesor resumirá los conceptos y revisará las fortalezas y debilidades de las distintas fuentes de energía (eólica, hidráulica, nuclear, mecánica, etc.).

Debatirán sobre la importancia de la electricidad en nuestras vidas.

Metacognición y autoevaluación

Los estudiantes revisarán el proceso seguido, cómo han accedido a la información, las dificultades en la búsqueda de información, en comprender el

proceso de generación de electricidad, y en lograr acuerdos para construir el decálogo.

Estrategias de memorización

El profesorado retomará los conceptos trabajados en los temas vinculados con la energía, la contaminación y el consumo.

En ambas secuencias es posible apreciar una actitud favorable hacia el aprendizaje al facilitar el interés intelectual y la afectividad de los estudiantes por ser el medio el objetivo de estudio. Sumado a ello, el hecho de que el acercamiento al conocimiento del medio se efectúe según el método de investigación determina que se plasme la mayor cantidad de requerimientos para la construcción del conocimiento. El proceso de identificación de problemas reales, la formulación de hipótesis y la tarea de comprobación o refutación a través del trabajo de campo, se basan en la idea de que los conocimientos científicos no se pueden comprender separados de los métodos que han posibilitado fraguarlos y del contexto en el que se han originado.

La elaboración de hipótesis es uno de los aspectos que favorecen la construcción de ideas, porque promueve la coherencia entre los conceptos previos que los educandos poseen y las distintas evidencias contrastadas, lo que posibilita una mejor adaptación a su nivel intelectual.

En el método, las actividades surgen de la interacción de los estudiantes con el medio. De allí extraen los posibles problemas para ser investigados, lo que activa formas propias de pensamiento que permiten a los alumnos apropiarse de la realidad a la que se refiere el objeto de conocimiento y construir un marco para su estudio. Este proceso requiere el desarrollo de estructuras intelectuales, gran empeño y un aprendizaje gradual, para lo que es imprescindible la colaboración del docente y de los otros estudiantes.

Hasta ahora se han analizado secuencias para el nivel de primaria. En el ejemplo presentado en la tabla 12 se explicita una secuencia basada en este método para el nivel de secundaria, en la cual se elige como tema el estudio del ADN.

En la fase inicial se plantea:

Definición de los objetivos: Es fácil encontrar textos en los que se valora y caracteriza a las personas en función de su etnia. El profesor mostrará una revista y

propondrá si saben explicar qué diferencia a las personas de todo el mundo. Asimismo, el docente compartirá todos los aprendizajes que tendrán oportunidad de realizar y los criterios de evaluación.

Presentación motivadora de la situación en su complejidad: A través de una situación relacionada al barrio o a la propia escuela, referida a expresiones y opiniones en las que se califica a un colectivo social o étnico con atribuciones comunes, el docente interrogará: ¿Estas afirmaciones son acertadas? ¿Las costumbres y diferencias aparentes son el resultado de la herencia o de las experiencias vividas?

Tabla 12

Secuencia para secundaria basada en el método de investigación en el medio

¿SOMOS TAN DIFERENTES?

NIVEL EDUCATIVO: Educación secundaria obligatoria.

ÁREAS: Química, biología, ética y lengua.

Objetivo competencial: Observar y analizar nuestro código genético, a partir de la comparación con el ADN de nuestros compañeros, para descubrir qué nos diferencia a unos de otros.

Método: Se plantea una investigación en la que los estudiantes realicen un experimento en el laboratorio para observar su ADN y lo puedan comparar con el de otros estudiantes.

FASE INICIAL

Objetivos.

Presentación motivadora de la situación en su complejidad.

Revisión de los conocimientos previos.

Identificación y explicitación de los diferentes problemas o cuestiones que plantea la situación

Delimitación del objeto de estudio (y concreción del producto final, cuando proceda)

FASE DE DESARROLLO

Elaboración de hipótesis.

Definición de las estrategias de búsqueda, contraste o aplicación para comprobar las hipótesis anteriores.

Realización de la búsqueda, contraste o aplicación.

Selección de datos relevantes en relación con la situación problema de partida y comprobación de las hipótesis iniciales.

Comunicación del proceso seguido y de la información obtenida.

Descontextualización y teorización sobre los aprendizajes realizados.

FASE DE SÍNTESIS

Integración y visión global ampliada.

Metacognición sobre el proceso y el resultado: autoevaluación.

Estrategias de memorización.

Nota: Adaptado de *Métodos para la enseñanza de las competencias*, por A. Zabala y L. Arnau, 2014, pp. 110-112.

También en la fase inicial sugiere la revisión de los conocimientos previos: ¿Qué pensamos de las características y conductas típicas de los catalanes, madrileños, sudamericanos, marroquíes, judíos, etc.? ¿Qué tienen en común? ¿En qué se diferencian? ¿Es algo heredado, cultural o ambiental? ¿De qué forma podemos averiguarlo?

Identificación y explicitación de los diferentes problemas o cuestiones que plantea la situación:

El profesor planteará diferentes preguntas: ¿De qué estamos hechas las personas? ¿Hay algún elemento visual que nos diferencie genéticamente? ¿Qué es el ADN?

Delimitación del objeto de estudio (y concreción del producto final, cuando proceda): A partir del debate anterior, los alumnos verán que las personas estamos hechas de células y que, en el ADN, es el código genético que nos diferencia a unos de otros. A continuación, se tratará cómo se puede conocer el ADN de cada uno.

En la fase de desarrollo:

Elaboración de hipótesis o supuestos: Los estudiantes se plantearán dónde se puede ver el ADN. ¿En las huellas? ¿El cabello? ¿En las uñas? ¿En la saliva?

Concretarán analizar el propio ADN, a partir de la saliva, para poder identificar lo que nos diferencia. ¿Qué elementos químicos necesitan para analizar el ADN?

Definición de las estrategias de búsqueda, contraste o aplicación para comprobar las hipótesis anteriores: El docente planteará un experimento con una mezcla de agua, jabón y sal a la que podrán añadir saliva y un poco de alcohol. El jabón, al ser un desengrasante, romperá las membranas grasas de la célula para liberarlas. Si la mezcla lleva sal y luego se le añade alcohol, los estudiantes se encontrarán con que la solubilidad de la sal en el agua y la insolubilidad de la sal en el alcohol harán que el ADN aparezca en la interfase de los dos líquidos y se pueda ver. Los estudiantes, con las orientaciones del docente, llevarán al centro un recipiente con agua, sal y lavavajillas, y añadirán un poco de saliva y alcohol.

Realización de la búsqueda, contraste o aplicación: Una vez explicada la hipótesis, los estudiantes efectuarán el experimento y tomarán fotos de los distintos pasos y resultados.

Selección de datos relevantes en relación con la situación problema de partida y comprobación de las hipótesis iniciales: Los estudiantes podrán comprobar cómo su cadena de ADN se puede visualizar a partir de la saliva.

Comunicación del proceso seguido y de la información obtenida: Los estudiantes producirán un informe sobre el experimento, el proceso químico realizado y las conclusiones a las que han llegado. Además, redactarán un artículo que enviarán a una revista recomendada por el docente; en él reflexionarán sobre las diferencias genéticas que existen entre las personas.

Descontextualización y teorización sobre los aprendizajes realizados: Corresponde analizar el experimento, se retomará qué información provee el ADN, por qué cada cadena es única y por qué se parecen tanto unas a otras.

En la fase de síntesis:

Integración y visión global ampliada: El docente guiará a los estudiantes en las conclusiones y vinculará el ADN con las células madre, así como los usos médicos y tecnológicos de estos avances científicos. Los educandos revisarán la parte química del experimento y diseñarán cómo analizar otras muestras.

Metacognición sobre el proceso, resultado y autoevaluación: Los estudiantes revisarán el proceso implementado, el acceso a la información; el planteo de hipótesis con la colaboración del docente y cómo las han contrastado. Posteriormente, comprobarán que la investigación tiene un impacto ético y social.

Estrategias de memorización: El profesorado seguirá haciendo referencia a las principales conclusiones en el desarrollo de temas posteriores como la salud, la identidad u otras investigaciones en el laboratorio.

Otra autora que plantea secuencias de aprendizaje en relación con lo que denomina “enigmas para la simulación de metodologías de investigación” es Meinardi (2010). En la tabla 13 se describe una de tales secuencias.

Tabla 13.
Secuencia sobre seres vivos en una gota de agua

Richard Blakemore era alumno del segundo ciclo en el departamento de microbiología de la Universidad de Massachusetts cuando, en 1975, descubrió, con un microscopio de 80 aumentos, que unos microorganismos extraídos de un pantano salobre nadaban en la gota de líquido en la que se hallaban hasta acumularse en uno de sus bordes (basado en el artículo de Blakemore y Frankel, 1982).

- Elaborar, en forma individual, una hipótesis que pueda explicar el comportamiento de esos organismos en la gota de líquido.
 - Discutir las distintas hipótesis con los integrantes del grupo a fin de elegir alguna. Tal hipótesis no debe ser comunicada al resto de los grupos ni al docente en esta etapa.
 - Describir algún experimento que se podría realizar para poner a prueba la hipótesis.
 - Por grupo y por turno, podrá formularse una pregunta al docente acerca de los resultados que hubieran obtenido de haber realizado el experimento. La respuesta del docente solo podrá ser “sí” o “no”; por lo tanto, deberán lograr que la comunicación de la información que produzcan conduzca a esas únicas alternativas. Si la pregunta no se formula adecuadamente, no habrá respuesta del docente y el grupo pierde este turno de consulta.
 - Reformular en grupo las hipótesis y/o conclusiones teniendo en cuenta los nuevos datos aportados por el docente a todos los grupos.
 - Cuando el grupo considere que, de los resultados obtenidos por su grupo y el de los demás grupos, se puede arribar a una respuesta correcta a la hipótesis formulada, se podrá expresar en voz alta la respuesta. Si el grupo no obtiene la respuesta correcta en relación con los resultados obtenidos, pierde la posibilidad de seguir jugando. Si un grupo no se entera (no escucha) de los resultados de los otros grupos, no puede consultar fuera de su turno de participación.
 - Al terminar se deberá hacer, en grupo, una lista con las actividades desarrolladas para resolver el caso: el comportamiento del grupo, la forma en que se logró consensuar o no la hipótesis, la comunicación y toda otra actividad que pueda ser útil para la metacognición (reflexión sobre los procesos de aprendizaje durante la simulación). El comportamiento y las actitudes también deben ser señalados (el vocero de grupo respetó las decisiones tomadas en conjunto o priorizó su opinión en el momento de comunicar a los demás grupos, por ejemplo).
-

Algunas de las actividades desarrolladas:

- Formulación de hipótesis.
 - Diseño adecuado de los experimentos.
 - Comunicación de la experiencia con un formato determinado.
 - Comprensión de los experimentos y datos aportados por los otros grupos.
 - Reelaboración de hipótesis.
 - Confrontación de datos esperados con resultados obtenidos.
 - Anticipación de resultados.
 - Elaboración de conclusiones.
 - Trabajo colaborativo (cómo se organizaron, cuál fue la participación de cada uno, qué pasó cuando recibieron un resultado negativo, etc.).
-

Nota: Adaptado de *Educación en ciencias*, por E. Meinardi et al., 2010, pp. 122-123.

Meinardi (2010) además plantea otra actividad con diferentes grados de indagación, descrita en la tabla 14.

Tabla 14.
Actividades con la enzima peroxidasa

ACTIVIDAD DE NIVEL 1
<p>Parte 1. Para determinar la presencia de actividad de la enzima en un tejido, procedemos de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none">○ En un tubo de ensayo, colocar varios trocitos de hígado fresco.○ Agregar una pequeña cantidad de agua oxigenada.○ Anotar los resultados. <p>Repetir esta experiencia con muestras de distintos tejidos animales y vegetales para determinar la mayor o menor actividad según el tejido con el que se trabaje.</p> <p>Parte 2. Inactivación de la actividad enzimática por desnaturalización.</p> <p>El calor desnaturaliza la catalasa. Para determinar la inactivación de la enzima, procedemos según el siguiente protocolo:</p> <ul style="list-style-type: none">○ En dos tubos de ensayo, colocar varios trocitos de hígado fresco y hervido con una pequeña cantidad de agua.○ Agregar agua oxigenada.○ Observar y anotar los resultados.
ACTIVIDAD DE NIVEL 2
<ul style="list-style-type: none">○ La catalasa es una enzima presente en todos los tejidos. La existencia de catalasa en los tejidos animales se aprovecha para utilizar el agua oxigenada como desinfectante cuando se echa sobre una herida. Como muchas de las bacterias patógenas son anaerobias (no pueden vivir con oxígeno), mueren con el desprendimiento de oxígeno que se produce cuando la catalasa de los tejidos actúa sobre el agua oxigenada.○ Averigüen cuál es el sustrato o sustancia sobre la que actúa la catalasa y describan la reacción que se produce.○ Diseñen un experimento para determinar la presencia de catalasa en un tejido animal.○ Diseñen un protocolo para determinar la presencia de la enzima en tejidos vegetales.○ Teniendo en cuenta las propiedades de desnaturalización de las proteínas con el calor, diseñen una experiencia que ponga a prueba esta propiedad en la catalasa.○ ¿Será igual la actividad de la catalasa en todos los tejidos? ¿Cómo se puede poner a prueba la hipótesis?○ ¿Qué función cumple la catalasa-peroxidasa dentro de las células y dónde se localiza?○ ¿Qué relación existe entre las catalasas y los antioxidantes?○ ¿Por qué se los llama antienviejecimiento –<i>anti aging</i>–?
ACTIVIDAD DE NIVEL 3
<p>Se quiere determinar la existencia de una enzima en algún tejido animal o fluido corporal y su función dentro de las células. Diseñen un experimento factible en el aula para poner en evidencia la presencia de dicha actividad enzimática y otro en que muestren que la actividad enzimática se ha perdido por la desnaturalización de la enzima.</p>

Nota: Adaptado de *Educación en ciencias*, por E. Meinardi et al., 2010, pp. 123-125.

Un buen ejemplo del nivel 3 es el trabajo con proyectos. En la tabla 15 se plantea una forma de acompañar la evolución de los estudiantes en el transcurso

de las clases. Corresponde a un ejemplo real en el que se estudió la gran reproducción de mosquitos en verano en una zona rural.

Tabla 15
Seguimiento de los proyectos

Sabemos	Nos hace falta saber	Ideas (pueden ser erróneas)
Hay que hallar las causas. Los mosquitos vuelan unos 50 km. La lluvia fue normal este año.	¿Cómo es la geografía de la zona? ¿Los mosquitos son autóctonos? ¿Por qué proliferan? ¿Se cambiaron las formas de drenaje? ¿Qué hacen las personas de la zona? ¿Todos los años aumentan en esta época?	¿Habrá agua estancada? ¿Los mosquitos se hicieron resistentes?

Nota: Adaptado de *Educación en ciencias*, por E. Meinardi et al., 2010, p. 125.

El planteamiento se basa en lo que saben, en lo que hace falta saber y en las ideas que pueden tener los educandos. Organiza la secuencia a través de las diferentes preguntas que surgen y que sirven de guía a los estudiantes.

2.6. Diferentes tipos de actividades para aprender ciencia, hacer ciencia o aprender sobre la ciencia

Para Fernández y Aranzazu (2011), se debe distinguir entre lo que es aprender ciencia y aprender sobre la ciencia de aprender a hacer ciencia. Tenemos que ser conscientes de que los estudiantes aprenderán a hacer ciencia solo si la practican de forma similar a los científicos, a saber, continuando sus líneas de investigación, lo que les posibilitará conocer que hacer ciencia no solo es dependiente de la teoría, sino también de la práctica.

En la tabla 16 se aprecia una actividad enmarcada dentro de un proceso de indagación.

Tabla 16
Ejemplo de actividades de investigación

Investiga la acción de las enzimas digestivas		
Planteamiento del problema	del	Una hipótesis, formulada por compañeros de otra clase, pero que no ha sido contrastada. Propone que, si la temperatura es elevada, la amilasa salival se desnaturaliza y pierde totalmente sus propiedades.
Diseño experimental		Diseña un experimento que permita contrastar dicha hipótesis. Señala e indica la variable independiente. Señala la variable dependiente. ¿Qué variables se mantienen controladas?
Realización del experimento	del	Pide al profesor o a la profesora el material que necesites y realiza las pruebas con la máxima exactitud y precisión.
Resultados y conclusiones	y	Una vez realizado el experimento, analiza los resultados en pequeño grupo y extrae las conclusiones pertinentes.
Comunicación.		Elabora un informe de la investigación que has realizado.

Nota: Adaptado de "El currículo de Biología en el bachillerato", por R. Fernández y M. Aranzazu, 2011. *Biología y Geología*. Complementos de formación disciplinar, p. 180.

Otro tipo de actividades que se pueden plantear surgen de experiencias realizadas por científicos, en las que la estrategia de historia de las ciencias sirve como disparador para el planteo de una actividad. En la tabla 17 se expone un ejemplo.

Tabla 17

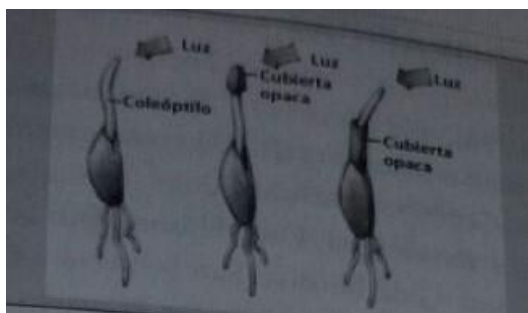
Experiencia de Darwin y su hijo sobre fototropismo

Realiza una lectura comprensiva de la actividad.

Presentación En 1880 Charles Darwin y su hijo Francis. realizaron algunos de los primeros trabajos sobre fototropismo con plántulas de gramíneas.

Metodología Iluminaron lateralmente el ápice de la plántula y observaron que se inclinaba hacia la luz.
 Si tapaban el ápice de la plántula, el movimiento hacia la luz no se producía y el crecimiento proseguía hacia arriba.
 Si tapaban la plántula por debajo del ápice, dejando este al descubierto, el ápice se curvaba hacia la luz. (véase imagen 1)

Imagen 1.
Experimento



Preguntas interpretativas ¿Qué pretendían demostrar con este trabajo? Explica los resultados obtenidos. ¿A qué conclusiones se puede llegar? Si pusiéramos en el ápice una caperuza transparente, ¿cuál sería la respuesta de la plántula?

Nota: Adaptado de “El currículo de Biología en el bachillerato”, por R. Fernández y M. Aranzazu, 2011. *Biología y Geología*. Complementos de formación disciplinar, pp. 182-183.

Además, se pueden realizar actividades de simulaciones de herencia de algunos caracteres mediante el uso de placas de resina que contengan cruza-
 mientos de *Drosophila melanogaster* (color del cuerpo, alas, ojos, entre otros). Existen para la venta desde la generación P hasta la F2, con la posibilidad de realizar conteos y cálculos estadísticos. En la tabla 18 se muestra un ejemplo.

Tabla 18
Herencia en *Drosophila melanogaster*

Analiza la herencia de algunos caracteres de <i>Drosophila melanogaster</i>	
Planteamiento del problema	En la <i>Drosophila melanogaster</i> el color del cuerpo puede ser claro u oscuro, y las alas, de tamaño normal o reducidas (vestigiales). Una hipótesis formulada por otros compañeros, pero que no ha sido contrastada, sugiere que ambos caracteres se heredan siempre juntos.
Tarea	En las placas, selecciona el cruce correspondiente que permita contrastar dicha hipótesis.
Preguntas interpretativas	¿Son adecuadas? ¿Cómo las desarrollarías? Completa el cuadro 5 con el resultado de los análisis.

Nota: Adaptado de "El currículo de Biología en el bachillerato", por R. Fernández y M. Aranzazu, 2011. *Biología y Geología*. Complementos de formación disciplinar, p.183.

Entre las tareas que también propician que la enseñanza de las ciencias pueda ser más atractiva y funcional, se encuentran las vinculadas con CTS (ciencia, tecnología y sociedad). Algunos ejemplos de temas de CTS que pueden tratarse en los cursos, son: la fecundación asistida, trasplante de embriones, implicaciones sociales de la genética, uso de hormonas en la ganadería y la agricultura, biocombustibles, explotación industrial de las fermentaciones, agentes mutagénicos, aplicaciones de la ingeniería genética en la agricultura, la ganadería y la medicina, controversias que surgen del Proyecto Genoma Humano, el empleo de microorganismos en biotecnología, clonación, trasplante de órganos, entre otros. En la tabla 19 se delinea una actividad de este tipo.

Aunque los estudiantes no realicen una investigación desde el área científica, pueden desarrollar los diferentes procesos en una indagación desde el área social siempre que la actividad no se presente solo como la aplicación de una encuesta.

Tabla 19
Ejemplo de actividad sobre clonación

Un caso de clonación no consentida	
Situación problema	<p>Estamos en el año 2015 y Anselmo, un jugador de fútbol de 24 años y de fama internacional, decide hacerse la revisión médica habitual en un hospital al que no ha acudido nunca. Acaba de ser contratado temporalmente en un país europeo y considera que la eficacia de este país le permitirá conocer los resultados en breve. Efectivamente, los análisis están listos en unas horas y muestran su buen estado de salud. Lo que no sabe Anselmo es que una parte de la muestra de su sangre es recogida en un tubo de ensayo e, inmediatamente, trasladada por un técnico del laboratorio a la clínica donde trabaja un médico amigo, experto en clonación de seres humanos.</p> <p>Ese médico extrae los glóbulos blancos de la muestra original. Una vez colocados en una pequeña cápsula, son bañados en una mezcla de nutrientes y de factores de crecimiento que permiten que los glóbulos blancos crezcan y se multipliquen en millones de células idénticas, todas ellas preparadas y listas para la clonación.</p> <p>El técnico del laboratorio y el médico, su amigo, deciden hacer la siguiente oferta: podemos crear a Anselmo, ¿quiere usted tenerlo como su propio hijo?</p> <p>Una pareja preocupada por no tener descendencia considera la oferta y opta por la clonación de Anselmo. Además espera que este hijo, al que llamará Mikel, sea también un futbolista de fama internacional.</p>
Tarea 1	<p>Basándote en el procedimiento de obtención de Dolly (existe una simulación en línea de la clonación, "... and clone", en la página web de "Learn Generics"), explica el proceso de clonación de Anselmo.</p> <p>Desde el punto de vista genético, ¿quiénes son los padres de Mikel?</p>
Tarea 2	<p>Anselmo y Mikel son genéticamente idénticos, pero se llevan casi 25 años. Haz una encuesta a personas que sean 25 años mayores que tú y anota los cambios (en nutrición, en medicina, en educación, etc.) que se han producido en los últimos 25 años en nuestra sociedad. ¿Podemos asegurar que Mikel, cuando tenga 24 años, será exactamente igual que Anselmo y un buen jugador de fútbol?</p>

Nota: Adaptado de "El currículo de Biología en el bachillerato", por R. Fernández y M. Aranzazu, 2011. *Biología y Geología*. Complementos de formación disciplinar, pp. 181-182.

Los autores plantean trabajos de gran diversidad que pueden ser muy motivantes para los estudiantes y que favorecen el desarrollo de la competencia científica, aunque el nivel de autonomía y de desarrollo de las diferentes capacidades puede ser distinto.

2.7. Investigaciones precedentes

Este modelo didáctico ha demostrado en otras comunidades que es muy válido. Franco Mariscal (2015, p. 231) describe la enseñanza y el aprendizaje por investigación, partiendo de la contextualización de una situación, como un enfoque alternativo para desarrollar la competencia científica. La investigación realizada correspondió a un estudio de caso sobre corrosión de metales. Franco Mariscal relata que la metodología usada por el docente correspondió a una perspectiva constructivista del aprendizaje. Indica que se utilizaron estrategias de la investigación como forma de aprendizaje citadas por Gil Pérez et al. (1994) a quienes hace referencia.

Trabajó con siete dimensiones: “planteo 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”. En la tabla 8, se identifican las diferentes capacidades de cada dimensión de la competencia científica. (Franco-Mariscal, 2015, p. 240)

La investigación se realizó con un grupo de 10 estudiantes de 3º año de ESO en Málaga, en el marco del Programa Andalucía Profundiza. Son estudiantes que demostraban interés por la ciencia y presentaban un rendimiento académico medio alto. La participación en el programa era voluntaria y en horario extraescolar. La duración de la misma fue de cuatro meses, con sesiones de tres horas.

La investigación realizada se denominó “Estudio del comportamiento corrosivo de aleaciones metálicas en una disolución de cloruro de sodio”, la elección del tema surge cuando los estudiantes intentan encontrar respuestas a algunas observaciones que habían realizado en las calles de su barrio, en relación a mobiliario urbano de acero oxidado, tales como señales de tráfico, rejas, entre otros, en relación a otro mobiliario de aluminio en los cuales el deterioro ha sido muy débil. En el planteamiento del problema es posible apreciar el interés de los estudiantes en resolver un problema que afecta al medioambiente y genera pérdidas económicas, también se percibe la capacidad de identificar problemas científicos.

Con la colaboración del docente, los estudiantes identificaron las diferentes variables involucradas, como el tipo de aleación, el medio en el cual se produce la corrosión, la temperatura, entre otras. Se acotó la investigación tomando la decisión de trabajar con dos aleaciones el acero al carbono F111 y el aluminio 2030 y se eligió como medio agresivo una disolución de cloruro de sodio al 3,5 % en masa (similar al agua de mar) y se seleccionaron dos temperaturas, la ambiente y 100 °C. El estudio de la corrosión se efectuó de manera cualitativa, observando la morfología de la superficie mediante microscopía óptica y de manera cuantitativa, midiendo la pérdida de masa por unidad de tiempo y superficie mediante la disminución de espesor. Se ejemplifica a continuación la descripción realizada por un estudiante:

La muestra de acero que lleva 90 días en inmersión ha sufrido una pérdida de brillo considerable, tiene una capa de óxido de color negro sobre su superficie y ha vuelto a perder masa. No se observan picaduras... El pH sigue siendo 7,3 (Franco Mariscal, 2015, p. 245)

En las consideraciones finales el autor expresa “se ha intentado mostrar, a través de un estudio de caso, cómo los estudiantes de secundaria pueden desarrollar con éxito estas capacidades” (Franco-Mariscal, 2015, p. 249)

Otra investigación con objetivos similares a la realizada por Franco Mariscal (2015) fue la efectuada por Crujeiras (2015), quien investigó sobre el “enfoque del aprendizaje basado en las prácticas” en química, ya que dicho enfoque promueve el desarrollo de la competencia científica.

Los objetivos de investigación consistieron en analizar el desarrollo de la competencia científica lograda por los estudiantes, mediante la participación de los mismos en las prácticas científicas de diseño. Así como también examinaron la implementación de investigaciones e interpretación de datos en el transcurso del estudio longitudinal de indagación efectuado en el laboratorio. Además, se buscó identificar el conjunto de estrategias esgrimidas por los docentes para favorecer la participación de los estudiantes en las prácticas científicas.

Los principales resultados de la investigación indican que se observa un progreso en el desempeño de los estudiantes en el transcurso de la investigación, ya sea en la planificación, implementación o en el análisis e interpretación

de datos. Asimismo, se aprecia una evolución favorable de los educandos, observándose que al final del estudio elaboran diseños que les posibilitan la resolución de las tareas sin ayuda del docente. Además, se percibe una evolución en el análisis e interpretación de datos. Respecto a las estrategias esgrimidas por los docentes, son más adecuadas las que promueven la evaluación del conocimiento utilizando preguntas abiertas y las que solicitan modelizar los procesos.

Joglar y Quintanilla (2015, p. 1) afirma que “saber elaborar buenas preguntas en las clases de ciencias para promover en el estudiantado competencias de pensamiento científico (CPC) es un conocimiento necesario e indiscutible entre el profesorado. Sin embargo, esta afirmación no siempre es una realidad”.

Los objetivos de la investigación comentada se refieren a caracterizar el desarrollo de la competencia de elaborar preguntas investigables escolares, describir cómo se integran en las clases de biología y determinar cómo varían las concepciones de los docentes a propósito de la competencia mencionada.

Los resultados obtenidos con relación al primer objetivo indican que elaborar buenas preguntas es una competencia compleja. Se pudo observar la evolución desde una primera fase unidimensional, donde el énfasis se encuentra en la pregunta a otra multidimensional, en la que se reflexiona sobre el estudiante que pregunta y su accionar competente.

Respecto al segundo objetivo, se constató la dualidad entre la reflexión de los docentes y la labor en el aula, ya que en el aula predominaron las preguntas cerradas y, cuando se formulan preguntas abiertas, estas enfatizan la descripción y explicación priorizando la memorización y una escasa promoción del pensamiento científico escolar.

En lo que atañe al tercer objetivo específico se apreció un tránsito en dos sentidos, lo que demuestra la complejidad en la elaboración de las preguntas investigables.

Joglar y Quintanilla (2015, p. 2) sostienen que la formación “teórica, epistemológica y práctica para promover el desarrollo de competencias científicas para la elaboración y el uso de buenas preguntas, poco se discute durante la formación inicial y continuada del profesorado”, por lo que se trata de un problema ya que los docentes no saben cómo promoverla porque no desarrollan la competencia desde la profesión docente.

Por esta razón, el objetivo de esta investigación que se analiza corresponde a interpretar cómo evolucionan las concepciones de los profesores de biología sobre qué es preguntar y la función en la enseñanza para potenciar la CPC.

Se abordó el análisis del discurso en un grupo de cuatro profesores, que participaron de talleres de reflexión durante dos años, en un total de 21 reuniones de dos horas cada una, y se llegó a los siguientes resultados:

En el primer año, los docentes enfatizan la prioridad de enseñar la competencia, identificarla e incentivar su uso mediante actividades que promueven la formulación de preguntas.

El segundo año, interpretan que el educando debe construir otras competencias, por ejemplo, para desarrollar la explicación científica en la escuela, se necesita aprender a justificar y argumentar. Además, usan una noción multidimensional, no lineal, de la competencia, ya que la misma se usa para interpretar el mundo, y los docentes se enfocan en comprender la competencia, las características y su doble función ya sea desde el alumno o desde el profesor competente.

Malvaez, Joglar y Quintanilla (2013) efectuaron otra investigación cuyo objetivo correspondió a determinar las intenciones que tienen los educandos al elaborar interrogantes y establecer el arquetipo de preguntas que seleccionan cuando aprenden un concepto científico. Consistió en explorar las ideas en el transcurso de una Unidad Didáctica. Se aplicó a 65 discentes de 12 años aproximadamente que concurrían a 7° grado de dos colegios particulares de la ciudad de Santiago de Chile.

Para cumplir con el primer objetivo, los estudiantes debían terminar la siguiente aseveración “una pregunta sirve...”; se les daban diez opciones posibles de respuesta de las cuales debían seleccionar tres. En el segundo punto debían seleccionar una pregunta que fuera la más apropiada para aprender un concepto científico.

Las elecciones de términos de la pregunta 1 y los grados de las respuestas de la pregunta 2, fueron clasificadas de acuerdo a la propuesta de Chin y Chía (2004) mencionadas *ut supra* (estado de la cuestión).

Los resultados obtenidos en relación con la propuesta 1, indican que los estudiantes tienen la idea de que las preguntas sirven para recopilación de información. Al respecto, los autores de la investigación comentan que este resultado es preocupante porque puede señalar que están acostumbrados a responder preguntas íntegramente instrumentales, sin el logro de la reflexión y toma de decisiones.

En la propuesta 2, los educandos seleccionan interrogantes que permiten la ampliación de ideas, favorecen la creatividad, la evaluación y el análisis crítico.

Esta investigación permitió reconocer las necesidades que existen en el estudio de nuevos dispositivos que aporten a impulsar la construcción de la competencia científica a través de la elaboración de preguntas en la enseñanza de la ciencia.

En el caso de la investigación realizada por Yus Ramos, Fernández Navas, Gallardo Gil, Barquín Ruiz, Sepúlveda y Serván Núñez (2013) en la que analizaron las pruebas de PISA para el área de ciencias en los años 2000 a 2006, eligiendo seis capacidades científicas (reproducción, aplicación, reflexión, transferencia, heurística y argumentación), obtuvieron como resultados que dichas pruebas requieren capacidades científicas de escasa complejidad (aplicación y reflexión). Asimismo, en otra categoría de análisis, se efectuó una evaluación de la diferencia entre la noción de competencia propuesta por el informe DeSeCo para la OCDE y lo que evalúa el programa PISA.

De acuerdo con esta investigación, el programa PISA se distancia de la concepción holística del término y se centra en evaluar capacidades de manera individual. Esta afirmación se basa en que, si se acepta la definición holística de competencia, no puede pensarse que por dominar una capacidad el aprendiz ya es competente, se necesita dominar todas las capacidades para poder resolver problemas reales. PISA valora las tres capacidades de manera independiente y no presenta ítems que requieran la conjunción de las tres.

También se analizó el contexto, ya que el desarrollo en contexto académico no significa que se pueda aplicar en un contexto no académico como es la vida real.

Crujeiras y Jiménez (2015) realizaron una investigación para analizar las prácticas de contextualización con tres grupos pequeños de estudiantes de más-ter.

Los objetivos de la investigación fueron:

- Definir los retos planteados por una actividad de indagación en el laboratorio con una propuesta abierta que promueve la aplicación del conocimiento teórico para la toma de decisiones y realización de actividades prácticas en un determinado contexto.
- Analizar la incidencia del apoyo brindado por los profesores para orientar a los participantes en la resolución de la tarea.

La actividad de laboratorio se planificó como un problema abierto auténtico que consistió en buscar el mejor procedimiento para impedir el oscurecimiento de las manzanas cortadas en el contexto de una empresa de alimentos (se brindaron diferentes recursos, además del valor del pH de todas las sustancias).

González Picáns y Puig (2017) desarrollaron una investigación sobre una problemática ambiental; el foco se encuentra en la capacidad de argumentación de los estudiantes sobre un tema de debate social, aunque la realización de las diversas tareas que cumplen involucran varias de las capacidades ya mencionadas como: “capacidad de diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad, capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación, obtener información relevante para la investigación, capacidad de procesar información obtenida, capacidad de formular conclusiones fundamentadas”, entre otras (Cañal, 2012, p. 222). Los estudiantes que participan son estudiantes de secundaria, de un centro rural público, ubicado en las cercanías del área afectada. Corresponde a un estudio de caso de un grupo de 4º de la ESO, integrado por 14 estudiantes.

Se plantea una secuencia de actividades en relación al análisis de la problemática ambiental de la localidad, que corresponde a la disminución de truchas en el río. La disminución de truchas en el río Gallo en Galicia genera polémicas sobre las causas posibles de su muerte, lo cual fue publicado por distintos medios de prensa.

Abordar temas ecológicos tiene una importancia indiscutible, ya que corresponde a introducir problemas reales, que generan gran interés en los educandos. El enfoque de aprendizaje se basa en la resolución de problemas. En este caso forma parte de una cuestión socio-científica, ya que corresponde a

problemas complejos en los que se entrelazan conocimientos científicos y factores de orden social. Este tipo de tareas brinda al estudiante herramientas para un análisis crítico de los problemas socio-ambientales.

Se procura estudiar la capacidad de los estudiantes para valorar el estado del río, basándose en la observación y el análisis de informaciones sobre las posibles causas del problema. Además, se busca aportar al conocimiento sobre los retos, lo que significa para los estudiantes analizar la situación y aplicar conceptos complejos de ecología. Los objetivos se vinculan al uso de criterios por parte de los estudiantes para valorar el estado de salud de un río y analizar si varía dicho estado luego del trabajo en el lugar. Se busca, además, analizar la utilización de pruebas para identificar las causas del problema y en la elaboración de explicaciones.

La argumentación es fundamental en la resolución de debates científicos, y forma parte del proceso de elaboración de conocimiento: se utiliza la argumentación basada en evidencias para sustentar y defender un caso. En esta investigación los argumentos deben situarse tanto desde lo disciplinar como desde el ámbito socio-científico, ya que deben abarcar aspectos sociales, intereses institucionales, económicos y éticos.

Entre los objetivos centrales de la educación científica se encuentra el desarrollo de capacidades de pensamiento crítico, lo que implica ser capaz de analizar evidencias que respalden diferentes posturas (Solbes, 2013), estar informado, poder decidir qué creer y qué hacer en determinadas situaciones.

Los datos que recogen los estudiantes provienen de: 1) la salida al río, en la que estudian distintos parámetros físico-químicos, 2) opiniones de personas cercanas sobre la problemática y gestión del río, y 3) información brindada por un experto, que les da una charla sobre historia, gestión y biodiversidad del río.

La secuencia de actividades consta de seis tareas, cinco en el aula y una que corresponde a la salida al río, vinculadas con los contenidos del bloque IV, denominado "Las transformaciones en los ecosistemas". Las tareas refieren a: 1) Cuestionario de exploración ideas previas sobre ecosistemas. 2) Salida de campo. 3) Elaborar una cadena trófica con lo observado en el río. 4) A partir de la red trófica explicar las variaciones en las poblaciones. 5) Debate con experto sobre el río Gallo. 6) A partir de noticia ficticia sobre problemática ambiental, se solicita argumentación sobre las causas del mismo.

En la tabla 20 se analizan los resultados obtenidos en relación al primer objetivo, correspondiente a examinar el uso de criterios para valorar el estado del río.

Tabla 20

Criterios utilizados por los estudiantes antes y después de la salida al río

CRITERIOS ANTES DE LA SALIDA AL RÍO	N = 14
Pruebas de calidad del agua	14
Tipo de biodiversidad	14
Caudal	3
CRITERIOS DESPUÉS DE LA SALIDA	N = 14
Mediciones físico-químicas	14
Presencia de macroinvertebrados	14
Bioindicadores	4

Nota: Tomada de "Analizar una problemática ambiental local para practicar la argumentación en clase de ciencias" González Picáns y Puig (2017, p. 287)

Las autoras aseveran que los criterios son escasos, tanto anterior como posteriormente a la salida. Los utilizados después de la salida son más específicos. Ninguno de los grupos esgrime criterios sobre aspectos observables en el río y zonas cercanas, tales como la presencia de residuos u otros.

Otro aspecto que surge del análisis es la identificación de ideas que no se corresponden con el pensamiento científico, que persisten a pesar de haber sido abordadas en clase. Por ejemplo, la afirmación de que la presencia de macroinvertebrados confirma el buen estado del río Gallo, sin considerar otras especies, como insectos, crustáceos, moluscos o anélidos, los cuales sí señalarían el nivel de pureza del río.

Respecto al segundo objetivo, relacionado con el uso de pruebas, los educandos constatan cuatro pruebas posibles de la disminución de truchas, la primera es la contaminación y la segunda el incumplimiento de la veda. Los criterios en los que se basan son: 1) Para la primera prueba, toman en cuenta las opiniones de los vecinos y familia, y también las noticias. 2) Para la segunda prueba, se basan en la información suministrada por el experto.

Otro aspecto a destacar es que, si bien todos aluden a la contaminación, la fuente de esta varía: vertidos procedentes de desagües (10), industrias (7) y basura (4).

En la tabla 21 se exponen las pruebas y los criterios para elegir las mismas.

Tabla 21

Tipo de pruebas, sus frecuencias y criterios que usan para su elección

PRUEBAS	FRECUENCIA (N=14)	CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE PRUEBAS
Contaminación	14	Opiniones y datos de vecinos, familia.
Incumplimiento de la veda	10	Información del experto
Parámetros físicos del río	4	Datos empíricos e información del experto
Relaciones tróficas (efecto red)	3	Datos empíricos e información del experto

Nota: Tomada de "Analizar una problemática ambiental local para practicar la argumentación en clase de ciencias" González Picáns y Puig (2017, p. 288)

Todos los estudiantes interpretan que el río tiene buena salud, basándose en los resultados favorables en pruebas de calidad de agua y por la presencia de biodiversidad vinculada a la fauna, sin tener en cuenta la flora. No toman en cuenta indicadores visuales y sensoriales como olores desagradables, presencia de vertederos, aglomeración de plásticos y edificaciones cercanas. Es llamativo que solamente tres educandos se refieren a los cambios en las relaciones tróficas como una causa del problema. De ello se deduce que no aplican conceptos trabajados previamente.

Se puede apreciar la falta de pensamiento crítico en la mayoría de los estudiantes, ya que sus explicaciones se basan en opiniones de familiares y vecinos. Unos pocos estudiantes fundamentan sus explicaciones en datos recogidos durante la salida, la mayoría de los educandos no los consideran evidencias válidas y otorgan mayor valor a los datos del entorno brindados por los vecinos y familiares y los suministrados por el experto.

Otra investigación sobre pensamiento científico fue realizada por Kang, Windschitl, Stroupe y Thompson (2016), quienes analizaron 57 lecciones de ciencias enseñadas por 19 profesores de primer año, basados en un enfoque de estudio de caso múltiple cualitativo.

Los autores, en los que fundamentan su investigación, argumentan que el aprendizaje en el aula para los estudiantes en gran parte sigue siendo poco exi-

gente, de procedimiento, y a menudo desconectado del desarrollo de ideas científicas (Banilower et al., 2012, Corcoran y Gerry, 2011, Roth y Garnier, 2007, y Roth et al., 2011, citados por Kang et al., 2016)

En un estudio en el que utilizaron una muestra representativa a nivel nacional de 31 escuelas secundarias en los Estados Unidos, hallaron que escasos docentes de ciencias incitan a los estudiantes a relacionar las actividades planteadas con la ciencia (Weiss et al., 2003, citado por Kang et al., 2016). Asimismo, encontraron que era poco frecuente, un 16 % de las observaciones, que los docentes propusieran actividades contextualizadas. Los educadores de los Estados Unidos no acostumbran a utilizar actividades que impliquen un desafío para los estudiantes, ni se propende a colaborar con los estudiantes para dar sentido a las actividades científicas y vincular la observación y experiencias de la vida real con ideas científicas; el razonamiento sigue siendo una dimensión débil de la práctica.

La hipótesis de Kang et al. (2016) establece que una secuencia de eventos coordinados constituye oportunidades para aprender en el aula. Por esta razón, ellos caracterizaron las condiciones que llevan a que se produzcan esas oportunidades para aprender.

Se estudió la selección y adaptación que realizan los profesores de ciencias con las tareas del currículo, así como la forma en que inician las tareas y lo que ocurre luego de la implementación. El foco de la investigación se ubicó en el nivel de demanda intelectual que exigen las tareas en las diferentes fases: diseño, lanzamiento, implementación y cómo se vincula con el compromiso intelectual de los estudiantes.

Aunque todas las lecciones se observaron en el primer año, y la mayoría de los maestros invitaron a observar clases de actividades prácticas, que transcurrieron en el laboratorio, la calidad de la enseñanza se diferenció mucho. Esta diferencia posibilitó interpretar la relación entre la calidad de las tareas de enseñanza y las oportunidades de aprender en la muestra seleccionada.

Ann trabajó con la relación entre la fuerza y el estiramiento en longitud de dos resortes, llevó a la clase un expansor de bíceps y solicitó a los estudiantes que lo probaran y después les brindó la consigna “descubriendo con cuál de los resortes de distinta rigidez puede funcionar mejor el expansor de bíceps”, elaboraron una tabla de datos, que se usó de evidencia para argumentar cuál de los

resortes podía funcionar mejor en una máquina de ejercicios (desarrollo de bíceps) e individualmente confrontaron la ley de Hooke con los datos. En la investigación se interpreta la tarea como de alto nivel de exigencia intelectual, ya que los estudiantes debieron razonar utilizando las ideas de la ciencia para explicar los fenómenos, datos y observaciones y elaborar modelos explicativos. Se categoriza dicha experiencia como contextualización versus tareas genéricas.

Sin embargo, las otras tareas se introdujeron con énfasis en las ideas científicas, por ejemplo “recolectando datos sobre la ley de Hooke usando dos resortes” A través de la fase de lanzamiento es posible observar cómo las tareas se conectan con las grandes ideas.

Para la investigación se utilizó una lección como unidad de análisis. Se categorizaron las 57 lecciones en dos grupos, con alta y con baja demanda intelectual (26 y 31 lecciones respectivamente) de acuerdo con la calidad de las tareas, según cómo fueron diseñadas.

Posteriormente, en cada grupo se analizó el cambio en la demanda intelectual y la calidad de las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes, reflejada en el compromiso de los educandos con los trabajos, en el transcurso del lanzamiento y la implementación.

En la figura 3 se representan las lecciones. Se puede apreciar cómo las oportunidades para el compromiso intelectual de los estudiantes dependen tanto del diseño como del lanzamiento e implementación de la tarea.

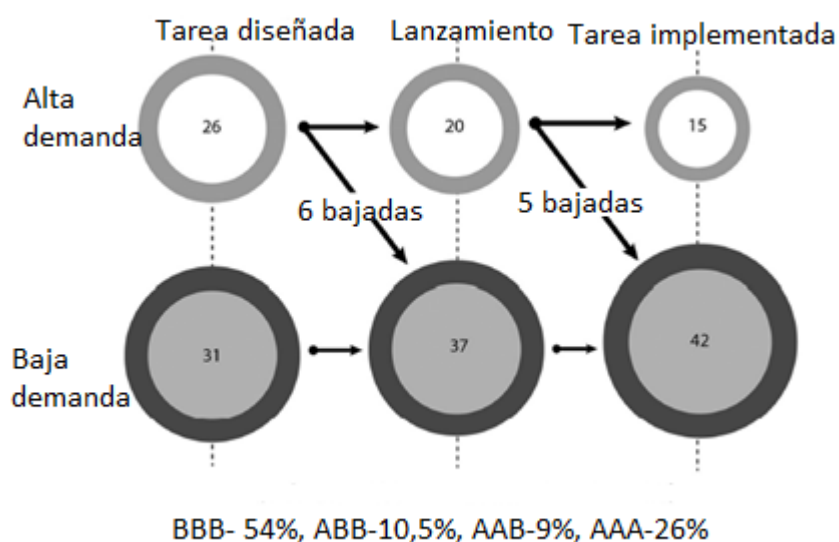


Figura 3. Número de lecciones diseñadas, lanzadas e implementadas según rigor intelectual (Kang et al., 2016, p. 1325). Traducción propia.

El grupo de las 26 lecciones categorizadas de alta demanda, se divide en dos subgrupos: 15 lecciones conservaron su exigencia intelectual (AAA [Alta Alta Alta]) y las otras 11 lecciones no lograron mantener su rigor a lo largo de la lección (ABB [Alta Baja Baja] o AAB [Alta Alta Baja]). Posteriormente se examinó cualitativamente, utilizando las notas de campo, entrevistas y artefactos, la razón de la falencia.

Se analizó, además, si las 31 lecciones que se iniciaban con un bajo nivel en el diseño aumentaban el rigor intelectual durante el lanzamiento y la implementación, asimismo se examinó si ocurrían situaciones como (BAA [Baja Alta Alta] o BBA [Baja Baja Alta]), es decir, que iniciaran con baja demanda y luego en el lanzamiento y/o implementación llegaran a alta demanda, no identificándose lecciones de estos tipos.

De las once lecciones que comenzaron con una tarea de alta demanda, seis fueron disminuyendo su rigor intelectual durante el lanzamiento (ABB). En tanto cinco lecciones decayeron en su rigor durante la implementación (AAB).

De las 57 lecciones, 31 (representan el 54.4 %) comenzaron con una tarea de demanda intelectual baja tal como fue diseñada, y mantuvieron un bajo nivel de rigor intelectual a lo largo de las otras fases.

La lección de Ann observada formó parte de una unidad sobre tipos y transferencias de energía. Anteriormente, los estudiantes habían abordado la interrogante general “¿Cómo puede ir un coche de montaña rusa?”. Fue categorizada como “alta” porque los estudiantes debían razonar con pruebas, revisar modelos y conectar con las grandes ideas, en relación con un fenómeno complejo de la vida real. En el lanzamiento de la tarea se plantea la cuestión “¿Por qué el modelo de la Sra. K es incorrecto en base a la evidencia de nuestras actividades?”.

En el caso de otro docente, llamado Erik, la lección principal observada correspondió a 12^o grado, el tema abordado fue impulso y anteriormente se había trabajado con energía. En la clase anterior se había presentado el tema a través de dos situaciones hipotéticas: 1) ser golpeado por dos bolas distintas, de diferente masa, pero con la misma velocidad (pelota inflable y pelota de béisbol) 2) Estar en un vehículo pesado que se mueve a 5 millas por hora y colisionar con un automóvil ligero que se mueve a 60 millas por hora.

La principal tarea fue presentada mediante diapositivas, y los estudiantes fueron posicionados como un actor en la película “*Jurassic Park*”, perseguido por un dinosaurio velociraptor, y que tiene que decidir qué bola, entre las inflables y las de arcilla, es más probable que cierre la puerta. La interrogante fue “¿Preferirías tener una pelota inflable o un trozo pegajoso de arcilla (suponiendo que la masa y el tamaño de las dos bolas son iguales)?”

Si bien la tarea se ubicaba en un escenario interesante, con alta demanda intelectual, la misma disminuyó en la fase de lanzamiento ya que la tarea posterior fue “completar la hoja de cálculos de datos” El docente explicó los pasos a seguir, incluyendo dónde registrar los datos y como registrarlos. Además, le asignó a cada estudiante una parte de la hoja de cálculo. El nivel baja porque los estudiantes solo confirman ideas científicas conocidas, usando los datos. Después del lanzamiento, los estudiantes iniciaron sesión en las computadoras y tomaron los datos, usando una simulación por computadora diseñada para medir la cantidad de “momento de fuerza”, cuando dos bolas en movimiento colisionan. Además, el docente trabajó mucho colaborando con los estudiantes en la realización de las tareas, explicitando los procedimientos y respondiendo preguntas. Al proceder así, la demanda intelectual para los estudiantes se redujo, porque el espacio intelectual para la discusión y el razonamiento disminuyó y la naturaleza de la tarea se modificó.

Otra docente que formó parte del estudio fue Sarah, quien enseñó física de 7º grado en una escuela urbana de pocos recursos y con diversas poblaciones del punto de vista étnico y lingüístico. El tema de la lección fue transferencia de energía, el mismo que el de Ann. Este caso demuestra que, en contextos similares, se puede enseñar de diferente forma y de qué manera esto impacta en las oportunidades de aprendizaje. La consigna se tituló “Energía eléctrica a la luz (del cable a la bombilla)”. La clase observada transcurrió en el laboratorio, los estudiantes fabricaron una batería de acuerdo con la consigna “construya una batería para encender una bombilla” y luego respondieron preguntas: 1) “¿Cómo se puede demostrar con una bombilla que usted hizo una batería?” 2) “Dibuje un diagrama de su batería” 3) “¿Qué observaciones realizas mientras haces la batería?”. 4) “¿Qué transferencia de energía observó?”.

Aunque se evidenció en los estudiantes compromiso con la actividad práctica, el diseño exigía niveles intelectuales bajos por tres razones: 1) La tarea

solicita a los estudiantes que observen y describan sin exigir un razonamiento más profundo. 2) La mayoría de las interrogantes poseían una única respuesta correcta. 3) La tarea sirve para confirmar las ideas científicas presentadas en la clase anterior. Por esta razón fue categorizada como de bajo nivel intelectual.

El análisis efectuado en la investigación evidencia que iniciar una lección con tareas de alta calidad intelectual es imprescindible pero no basta para brindar potentes oportunidades de aprendizajes.

De las 26 lecciones que se iniciaron con tareas de alta demanda intelectual, solamente 15 sostuvieron ese nivel durante las fases siguientes. El análisis de estas 26 lecciones arrojó tres características que definieron el lanzamiento y la implementación, dos de ellas están vinculadas con las formas de enmarcar las tareas durante el lanzamiento, la tercera se relaciona con el uso de herramientas o andamios que ayudan a los estudiantes a implementar las tareas. Respecto a las primeras características, por ejemplo, los científicos no responden sí o no a una pregunta, sino que argumentan utilizando las evidencias. Por el contrario, la conexión con las grandes ideas debe explicitarse, lo cual se realizó durante el lanzamiento en 14 de las 15 lecciones.

En tanto, en la fase de implementación se apreció el uso de herramientas que posibilitaron sustentar el rigor intelectual, además de estructurar y problematizar la tarea.

La investigación realizada fue significativa porque permitió interpretar: 1) que las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes surgen tanto del diseño, como del apoyo pedagógico en el transcurso de la clase. 2) Otro hallazgo lo constituye la importancia de que se organice una secuencia de eventos coordinados para favorecer oportunidades de aprendizaje. 3) El inicio de lecciones con tareas de alta calidad, tareas complejas con niveles apropiados de incertidumbre epistémica y de procedimiento. 4) La contextualización de la tarea en la primera fase. 5) La conexión con las grandes ideas durante el lanzamiento. 6) El uso de herramientas que guió a los estudiantes en el desarrollo de tareas complejas en el transcurso de la implementación.

Además, se destaca en esta investigación la fase de lanzamiento, ya mencionada por Jackson, et al. (2013), la cual se examina por separado de la fase de implementación, debido al gran potencial, que se entiende que la misma posee, para incidir en las oportunidades de aprendizaje de los educandos.

Lo anteriormente expresado fundamenta el argumento de que los docentes necesitan ser reubicados como diseñadores que laboran para producir oportunidades de aprendizaje más que como consumidores de currículos.

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 aspectos como la autonomía de los educandos, y las dimensiones conceptual, procedimental y epistémica de la Competencia Científica. Explican que los mismos surgen de una combinación entre el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y la Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI). Describen el diseño e implementación de un Proyecto de Investigación, junto a la organización y participación como investigadores en un Congreso Científico Escolar sobre contaminación, con estudiantes de 1º de ESO en la ciudad de Granollers en Barcelona. Los contenidos conceptuales abordados fueron los Ciclos Biogeoquímicos, la Hidrosfera y la Atmósfera.

Explicitan que en el currículum actual, implantado por el Ministerio de Educación en 2015, en todas las asignaturas científicas existe un apartado denominado “Proyecto de Investigación”, donde se mencionan las habilidades científicas vinculadas a tres dimensiones: conceptual, procedimental (toma de datos, control de variables, entre otras) y epistémica (comprensión de la manera como se produce el conocimiento científico y el rol en la ciencia de las preguntas, observaciones, hipótesis, modelos y argumentos). Estas habilidades no pueden lograrse solamente con la transmisión de información, se necesitan metodologías en las que el estudiante participe activamente. Por esta razón se propone la ECBI como una forma para alcanzar un aprendizaje profundo de los conceptos y habilidades científicas. Bogner, Boudalis y Sotiriou (2012) citados por Llorente et al. (2017) indican que las secuencias didácticas en ECBI recrearían en las aulas el proceso de la ciencia de producción del conocimiento, mediante las etapas: 1) Formular preguntas investigables. 2) Priorizar las evidencias. 3) Analizar las pruebas. 4) Elaborar una explicación fundamentada en las pruebas. 5) Vincular la explicación con el conocimiento científico, 6) Comunicar y justificar la explicación. 7) Reflexionar sobre el proceso y el aprendizaje. Estas dos últimas

son esenciales, ya que favorecen el avance en las habilidades cognitivo-lingüísticas de las ciencias. Además, refieren a la importancia de que la indagación posibilite la producción de modelos explicativos, que surgen a partir de las evidencias.

Los investigadores toman en cuenta la clasificación que realiza Caamaño (1992) de las actividades de ECBI de acuerdo al grado de apertura en cerradas, abiertas y estructuradas. Las primeras corresponden a aquellas en las que todas las tomas de decisiones las realiza el docente; se habla de actividades abiertas cuando son los estudiantes los que deciden durante todo el proceso; y en las últimas el docente brinda guías, en base a las cuales los educandos pueden decidir y planificar ciertos aspectos. El tipo de actividad va a determinar el nivel de autonomía que puede poseer el estudiante, mientras la realiza y a futuro.

Llorente et al. (2017) indican que, si bien el Aprendizaje Basado en Proyectos corresponde a una propuesta pedagógica muy antigua, fue Kilpatrick, en el año 1918, quien impulsó la misma. Existen en la práctica algunos aspectos que producen confusión, para su aplicación en la secundaria: 1) La incertidumbre de si es posible abordar contenidos a través de proyectos. 2) La dificultad de trabajar en forma contextualizada e interdisciplinaria desde currículos fragmentados. 3) Conectar el currículo con contextos reales. 4) ¿Partir del currículo o del contexto?

Combinar la ECBI en las metodologías ABP constituye una vía metodológica para el desarrollo de habilidades científicas y brindar respuestas a la OCDE y al currículo. Basados en ello, Llorente et al. (2017) desarrollaron y caracterizaron la aplicación de un Proyecto de Investigación para la enseñanza de las ciencias. El mismo fue diseñado y aplicado en el Institut Marta Estrada, de Granollers. Dicho centro de secundaria, adhiere a ejes pedagógicos que incluyen metodologías de ABP. Laboran 7 profesores y asisten 58 estudiantes a 1º de ESO, lo que favorece el trabajo colaborativo e interdisciplinario. Los docentes previamente implementaron varias experiencias en ABP y de comunicación científica, lo que implica que los estudiantes posean cierto hábito en el trabajo en equipo y con esta metodología.

La propuesta consistió en organizar y participar como investigadores en un Congreso Científico Escolar sobre la contaminación en capas fluidas de la

Tierra (atmósfera e hidrósfera), para lo cual se adoptaron las siguientes estrategias: 1) Partir del tema al contexto, yendo desde el tema de las capas fluidas de la Tierra se identifica un contexto de creación de conocimiento científico relevante determinado por el congreso científico sobre contaminación de aire y agua. Sobre este, los estudiantes realizan y presentan sus investigaciones interdisciplinarias a través de un póster, hablando en público y se ocupan de la organización del congreso. 2) Se abordan dos niveles didácticos: por un lado, planificar, desarrollar y comunicar una investigación en equipo sobre la calidad del agua o el aire y, por otro lado, la organización del evento. En relación con el primer nivel didáctico se siguieron varias fases: 1) Diseño del experimento. 2) Implementación del mismo y recolección de muestras. 3) Construcción del póster. 4) Producción de un “*review*” o resumen sobre el tema concreto.

Cada una de las actividades se abordó desde las respectivas asignaturas de forma curricular.

Teniendo en cuenta la clasificación de Caamaño (1992), la investigación se planteó como tarea estructurada; por ejemplo, se proporcionaron a los estudiantes técnicas para la identificación de contaminantes a través de colorimetría, análisis biológico de muestras usando microscopio, análisis de diferentes compuestos y parámetros —como fosfatos, carbonatos, nitratos, nitritos, ozono, sulfatos y temperatura— y se les sugirió tomar distintas muestras, para comparar, en respuesta a una interrogante de su elección como por ejemplo “¿existen variaciones de contaminantes a lo largo del río?” (Llorente et al., 2017, p. 78)

Los estudiantes establecieron las muestras que se recolectarían y el análisis que desarrollarían, construyeron los pósteres y ensayaron la defensa en las clases de ciencias y lengua, además de realizar co-evaluación utilizando una rúbrica, cada equipo sugirió mejoras a dos grupos, para mejorar los pósteres.

En el transcurso del congreso, 18 estudiantes elaboraron cinco “*reviews*” o resúmenes científicos de las diferentes comunicaciones desde algún enfoque particular (como fosfatos o tramo del río, entre otros), con la finalidad de promover la lectura atenta y evaluación de los pósteres de los compañeros y recrear la dinámica de los congresos científicos.

Las ayudas recibidas por los estudiantes en el proceso fueron: plantillas para la elaboración de pósteres, rúbrica para la evaluación de pósteres científicos escolares, plantilla para la colección de datos y para la producción de *reviews*, orientación para el análisis de las muestras y recolección de datos.

En relación a la organización del evento, al comenzar el trimestre se les mostraron imágenes de congresos científicos y se describieron los tipos de comunicaciones con pósteres y presentaciones orales, les explicaron cómo son los congresos, cuáles son los diversos tipos de asistentes al evento, cuáles son los momentos del evento y toda la información necesaria, para que pudieran pensar en la organización de su congreso. Posteriormente se efectuó un listado de tareas, se decidió invitar a investigadores reales para realizar ponencias intercaladas entre las sesiones de defensas de pósteres, y se formaron comisiones, en las que los estudiantes se registraron de acuerdo a su interés. Algunas de las tareas fueron: diseñar el logo del congreso, definir los espacios para cada actividad, planificar los materiales, buscar patrocinadores, difundir, preparar las presentaciones de los ponentes, entre otras.

Los resultados obtenidos en la investigación fueron los siguientes:

- Los pósteres se posicionaron entre los niveles “correcto” o “muy bien” de la rúbrica. Se constató, en todos ellos, la separación de los resultados y conclusiones. Solamente un 10 % presentó conclusiones imprecisas o que no se vinculaban a las hipótesis u objetivos. Un 10 % vinculó en las conclusiones los resultados con conceptos como el ciclo del agua o la contaminación ambiental.
- En la defensa, los estudiantes demostraron una adquisición satisfactoria de los términos científicos como fosfatos, tratamiento, conclusión, entre otros.
- El diseño experimental fue correcto, aunque un 40 % no trabaja con controles, pero no se considera error grave en dicho nivel educativo. Un 20 % de los estudiantes presentaron dificultades al justificar el diseño de la experiencia.
- Respecto a los resúmenes, fue posible constatar que los estudiantes logran identificar en los pósteres de los compañeros los conceptos relacionados con el tema seleccionado.

Aunque solamente en dos de ellos se aprecia referencias a modelos científicos, como el ciclo del agua o la contaminación

- En la evaluación de los pósteres, logran identificar datos discordantes y los proponen como factibles de otras investigaciones, pero no lo vinculan con modelos científicos.
- En las comisiones, los estudiantes esgrimen estrategias particulares y soluciones inesperadas, además de aprendizajes competenciales como contactar a un investigador, valorar el espacio, o interiorizarse en el funcionamiento de un equipo de sonido.
- El congreso tuvo incidencia en medios locales de comunicación y contó con la asistencia de familiares, además de estudiantes y ponentes. Desde el punto de vista de la organización, todos los aspectos se desarrollaron como estaban previstos. Se observó además que los estudiantes se apropiaron del congreso al participar activamente en la organización e implementación del mismo.

Se concluye que la estrategia de generar un contexto como el congreso científico a partir del tema “capas fluidas de la Tierra” ha sido exitosa, posibilitando el desarrollo del Proyecto de Investigación y su conexión con temas curriculares esenciales que favorecieron el abordaje de contenidos y desarrollo de habilidades en la disciplina, así como también el logro de un producto colectivo que permitió desarrollar competencias de aprender a aprender, ciudadanía, autonomía e iniciativa personal.

Se pudo apreciar que el producto colectivo propicia y despierta interés para el trabajo estructurado, en tanto el Proyecto promueve la seguridad y empoderamiento para participar en el evento colectivo.

Avanzando en el proceso de investigación didáctica de cómo implementar la ECBI integrada al ABP, Domènech-Casal (2017) propone una secuencia de ocho proyectos para abordar un “bloque específico” de las materias científicas, denominado “Proyecto de Investigación”, correspondiente al currículo de la

LOMCE (Real Decreto 1105/2014) a través del cual es posible cristalizar las dimensiones de la competencia científica del marco PISA: conceptual, procedimental y epistémica. Se cumple además con los criterios de evaluación siguientes: planificar, aplicar e incluir las destrezas y habilidades características de la labor científica, formular hipótesis y contrastarlas mediante experimentación y argumentación, seleccionar fuentes de información y estrategias de búsqueda, participar y respetar el trabajo individual y en equipo, realizar presentaciones y defensas en público.

Domènech-Casal (2017) fundamenta que estas habilidades no pueden desarrollarse mediante aprendizaje memorístico, ni de la observación de prácticas demostrativas en el laboratorio, ni de “mezclar cosas”. Además, recuerda a Caamaño (2012) y Hodson (1992) cuando afirman que es esencial que el estudiante participe en actividades investigativas para la adquisición más plena de los conceptos científicos y el desarrollo de habilidades y comprensión de la naturaleza de la ciencia.

Agrega que los docentes desconfían de esta metodología y fundamentan la imposibilidad de implementarla debido a que no pueden cubrir el total de contenidos programáticos ya que su aplicación requiere más tiempo.

Domènech-Casal (2017, p. 55) se propone la pregunta “¿es posible desarrollar una programación de toda una materia a partir de metodologías de trabajo por proyectos de indagación?”.

A partir de esa pregunta desarrollaron una propuesta curricular para la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO que consta de cuatro bloques: 1) Proyecto de Investigación. 2) La evolución de la vida. 3) La dinámica de la Tierra y 4) Ecología y medio ambiente.

Los modelos didácticos utilizados fueron la enseñanza de las ciencias basadas en la indagación (ECBI), el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el esquema didáctico de las “WebQuest”. Se construyeron ocho proyectos de investigación secuenciados, a través de los cuales se enlazan los contenidos de los diferentes bloques. Los mismos mantienen en común el uso de contextos y actividades, como congresos científicos y escritura de artículos científicos, sumado a andamios lingüísticos que unen los géneros discursivos y los razonamientos.

Los ocho proyectos se desarrollaron durante los cuatro cursos académicos (2011-2012 y 2014-2015) en dos centros educativos de secundaria; y fueron aplicados dos veces como mínimo cada uno de ellos, lo cual ha posibilitado el ajuste de los apoyos y materiales. Se necesitan un total de 85 clases de una hora para implementar los ocho proyectos, lo que equivale a un 75 % de las clases de la asignatura.

La aplicación de los proyectos se ha hecho a través de una dinámica denominada TPoP, integrada por tres tipos de actividades: talleres, proyecto y portafolio.

Uno de los proyectos estuvo relacionado con el tema de herencia genética y proponía seleccionar un carácter cualitativo visible, utilizando datos de seis familias del entorno, para poder analizar si dicho carácter podía explicarse de acuerdo a algún tipo de herencia. El otro proyecto tomó como tema central la mitosis, el cual integró el análisis del índice mitótico de biopsias y la eficacia de medicamentos anticancerígenos.

A través de esta experiencia se demuestra que es factible trabajar mediante proyectos de indagación la totalidad del currículo.

El autor enfatiza el alto nivel de satisfacción de los estudiantes con los proyectos, quienes comentan: “me siento lista”, “nunca había pensado que la ciencia podía ser algo creativo”, “estoy contenta porque estamos haciendo como los científicos”, “las horas se me pasan muy rápido”, “me divierto, pero aprendemos mucho” (Domènech-Casal, 2017, p. 59)

En la misma línea de investigación se encuentra el trabajo de Goytia, Besson, Gasco y Domènech (2015) sobre la adquisición de habilidades científicas y en la incorporación de actividades ECBI, que se han unido a las propuestas de distintos programas y estudios europeos, como el programa Pathway o los informes Rocard et al. (2006) y Nuffield (Osborne y Dillon, 2008).

Goytia et al. (2015) afirman que, aun así, la implementación de evaluaciones dentro de este modelo didáctico es escasa y refiriéndose a Nieda y Rebollo (2005) agregan, no se realizará una incorporación real de la indagación en las aulas hasta que los conocimientos y habilidades científicas que se desean desarrollar, no sean evaluados.

La investigación realizada se enmarca dentro de las experiencias implementadas por el grupo de profesores, de distintos centros educativos, denominado "Eduwikilab" durante los cursos 2012-2013, con educandos de 2º, 3º, y 4º de ESO y 1º de bachillerato.

Cada docente ha elaborado preguntas contextualizadas de indagación para exámenes. Luego de implementarlas, ha aplicado encuestas a 130 estudiantes para conocer su opinión sobre las mismas.

Las propuestas se han elaborado teniendo en cuenta distintos aspectos: 1) Que no sean muy extensas y puedan resolverse en escaso tiempo. 2) Que puedan calificarse de forma sencilla. 3) Que no necesiten conocimientos de tipo memorístico, si la comprensión de modelos científicos y puedan ser transferidas a otros contextos. 4) Que posibilite la adecuación para una atención a la diversidad. 5) Que se vincule específicamente con alguna habilidad científica. 6) Que exija una argumentación.

Respecto a las habilidades, las que se plantean son: elaborar hipótesis, diseñar experimentos, redactar conclusiones a partir de datos presentados en distintos formatos (pensamiento inductivo), identificar y aplicar modelos científicos, predecir resultados (pensamiento deductivo).

Para evaluar las habilidades mencionadas se elaboraron actividades enmarcadas en contextos de indagación, las cuales produjeron en el aula más impacto del esperado por los investigadores.

Una actividad en relación a las teorías de origen de la vida y en especial a la teoría de la generación espontánea, plantea un diseño experimental a partir de la hipótesis "el aire exhalado cuando estornudo contiene más microbios que el aire normal".

La actividad propone verificar que en el aire hay esporas y microorganismos que pueden contaminar las muestras y desarrollarse en distintos medios de cultivo, si encuentran las condiciones adecuadas. Involucra el abordaje de ideas previas, como identificar la diferencia entre microorganismos y patógenos, que los estudiantes suelen confundir.

Otra actividad corresponde a elaborar conclusiones a partir de lo ocurrido en una pecera. Se trata de una situación problema en la que se comenta que se murieron algunos peces. La actividad demanda la aplicación de conocimientos sobre el ciclo del nitrógeno para resolver una situación contextualizada. Se

puede brindar la pista siguiente: “Los nitritos se oxidan a nitratos por la acción de las bacterias del género Nitrobacter. Las plantas utilizan estos nitratos del acuario, cerrando el ciclo” (Goytia et al., 2015, p. 6).

En relación con los resultados, se constató que en los tres centros al inicio existió confusión, ya que los estudiantes no están acostumbrados a este tipo de interrogantes.

A diferencia de las expectativas de los investigadores de que estas propuestas interesarían a los estudiantes con mayor éxito académico, se ha constatado que varios estudiantes con menor éxito y motivación, se mostraron interesados y se destacaban, lo cual impactaba en una mejor participación en la asignatura. En tanto los educandos excelentes, no las resolvían con mayor destaque. Los discentes manifestaron que reconocían las tareas como distintas a las efectuadas hasta ese momento y que habían aprendido.

Un 40 % asevera además que debe cambiar su manera de estudiar para poder responder las preguntas y un 65 % estima que aprende más cuando resuelve este tipo de preguntas, transformándose el examen en una etapa de aprendizaje, además de evaluación.

Las preguntas además favorecieron hacer explícito un contenido del currículo como los son las habilidades científicas y la construcción de una imagen, así como también permitieron analizar el rol de los científicos.

Queda aún mucho camino por recorrer, ya que entre un 50 y un 60 % de los educandos, dependiendo de los centros, estima que las preguntas propuestas son similares a las que se hacen los científicos. Aunque los resultados se diferencian de acuerdo a los institutos, un porcentaje importante aprecia que aprende en el transcurso de la resolución, y durante la misma se requiere tanto saber cómo hacer.

Los autores consideran que la experiencia fue muy positiva. Integrar por lo menos una pregunta de indagación en cada examen, propicia una transformación esencial en la visión que tienen los estudiantes de la ciencia, además de incidir en la forma de enseñanza. Por otro lado, reflexionan sobre la importancia de la contextualización de las preguntas por dos razones: 1) Los estudiantes pueden aplicar los conocimientos a situaciones nuevas. 2) Poder apreciar que la ciencia se vincula con la vida real y que muchas preguntas de la vida cotidiana se pueden responder científicamente. Es necesario continuar trabajando este

aspecto, ya que solamente un 65 % de los estudiantes respondieron que las preguntas de indagación los preparan para resolver problemas de la vida real. También trabajar en la modelización del docente haciéndose preguntas y planteando la formulación de hipótesis, el diseño experimental y en brindar oportunidades a los estudiantes, lo que permitirá, además de aprender a indagar, que los estudiantes reconozcan sus habilidades y se consideren capaces de hacerlo (Goytia et al., 2015).

Imbert y Franco (2015) implementaron una experiencia en la que se trabajó con 15 docentes, que fueron orientados para trabajar con proyectos durante un año. En dicho proyecto participaron 500 estudiantes. En el marco de dicho proyecto se realizó una investigación descriptiva, de corte longitudinal y de enfoque mixto en la que se utilizaron las técnicas de entrevista a docentes y de encuestas a estudiantes. Se analizaron valoraciones de 11 de los 15 docentes y 129 estudiantes respondieron las encuestas. Los mismos concurrían a centros de diferente nivel, dos liceos de bachillerato y tres liceos de ciclo básico de enseñanza secundaria y una escuela técnica de las ciudades de Durazno y Paso de los Toros, en Uruguay.

A los docentes se les solicita la opinión en tres oportunidades, al inicio, en el transcurso y al finalizar la experiencia. A los estudiantes, en dos oportunidades: al inicio y al final de la misma. Las preguntas para la encuesta fueron abiertas, con el objetivo de permitir que surgieran todas las respuestas posibles, sin limitaciones ni incidencia de los investigadores. Algunas de las preguntas fueron: 1) Describe cómo te sentías al comienzo de la experiencia. 2) ¿Aprendiste trabajando con el proyecto? 3) ¿Qué aspectos consideras positivos y cuáles no te gustaron?

A partir de los resultados obtenidos de las entrevistas a los docentes y analizando los aspectos positivos y las dificultades, es posible apreciar que, al inicio, la lista de dificultades es mayor que la lista de aspectos positivos, lo cual se modifica en el transcurso del tiempo, y al finalizar la experiencia existe un mayor número de aspectos positivos.

Cuando se categorizan las dificultades, las mismas pueden agruparse en tres tipos: 1) Vinculadas con el tiempo: surgen expresiones como “tiempo acotado”, “ritmo de trabajo lento”. 2) Relacionadas con las competencias docentes para guiar una investigación, como “formulación de hipótesis”, “metodología

coherente”, “con la revisión bibliográfica”. 3) Relacionadas con el temor que implica efectuar un abordaje diferente: surgieron expresiones como “incertidumbre y agobio en guiar el grupo”, “los estudiantes se sienten perdidos”, “¡En qué lío me metí!”.

Es de destacar que, a pesar de las dificultades planteadas, siete de los once docentes tienen percepciones positivas al inicio de la experiencia. Dicen: “Al principio me entusiasmó mucho la idea”, “los estudiantes lo recibieron con entusiasmo y ansiedad”, “me sentí con expectativas diversas”, “la respuesta de los estudiantes fue muy buena” (Imbert y Franco, 2015, p. 45).

Al finalizar la experiencia las opiniones se inclinan hacia los aspectos positivos, los ocho docentes que se mantuvieron hasta el final, expresan haberse sentido bien trabajando con los proyectos. Expresan: “interés demostrado y ganas que pusieron los estudiantes”, “alegría al ver a los alumnos mostrar sus trabajos”, “satisfecha por haber colaborado con los estudiantes”, “gran orgullo por estudiantes que al final logran sentirse parte del proyecto”, entre otras.

Imbert y Franco (2015, p. 48) comparten otra de las opiniones de los docentes en relación a la potencialidad del modelo didáctico en la atención a la diversidad:

Es de rescatar que en la clase típica son algunos de los alumnos los que se involucran, pero en esta actividad fueron todos ... los abanderados de muchos de los proyectos increíblemente fueron alumnos que no son los considerados los mejores del grupo, alumnos que en clases típicas son un tanto apáticos o que no estudian lo suficiente.

Los mismos resultados se obtuvieron en una investigación realizada en España, en la que surge que los implicados con este modelo estuvieron más motivados respecto a otras metodologías. Esto determina mayor protagonismo en el aprendizaje y resultados positivos, como expresan los docentes: “los niños, incluso los repetidores o de notas bajas, los ves animados y les gusta bastante” (Pozuelo, Travé, Cañal, 2007, p. 16)

Estos logros inciden en la motivación de los docentes, Imbert y Franco (2015) reiteran el asombro que se genera en los docentes cuando logran tanta motivación de los estudiantes. Los autores reflexionan acerca de lo que sucede

en las salas de profesores; cuando se trabaja con propuestas tradicionales los docentes se quejan de que los estudiantes no se interesan o no estudian, en cambio se produce un fuerte contraste al trabajar con proyectos, donde se transforma en altamente gratificante para los docentes el involucramiento que observan en los estudiantes.

Travé et al. (2007) agregan que la enseñanza por investigación también produce satisfacción a los docentes cuando comprueban que se incrementa su repertorio profesional con cada experiencia investigadora y aprecian la potencialidad de esta opción para aprender a aprender.

A continuación, se comentan los resultados obtenidos en las encuestas a los estudiantes de 3°, 4° y 5° año. Dentro de las siete preguntas planteadas, cuando se les pregunta “¿cuánto aprendieron trabajando con los proyectos?”, el 93 % responden “bastante” o “mucho”.

Respecto a la interrogante sobre los aspectos positivos que encuentran los estudiantes en relación al trabajo con proyectos, las respuestas abarcan diferentes dimensiones. Algunas de las expresiones fueron: “aprendí del tema, exponer trabajos, que participaran otros liceos, me gustó hacerlo, me divertí, buscar información, calcular”, entre otras (Imbert y Franco, 2015, p. 51)

Otra pregunta se refiere a lo que aprendieron trabajando con esta modalidad. Los autores comparan las expresiones de los estudiantes con las capacidades de la competencia científica y con las competencias genéricas. Los estudiantes mencionan que aprendieron: a comparar ideas, coleccionar información, hacer informes, hipotetizar, organizarse, analizar, exponer, plantear objetivos, entre otros.

Se constata una increíble coincidencia entre los aspectos que los estudiantes dicen que aprendieron y lo que diferentes autores indican como capacidades de la competencia científica, por lo cual se puede interpretar, de acuerdo a la opinión de estos estudiantes, que trabajar con proyectos de investigación favorece el desarrollo de competencias, tanto científica, como genéricas.

Los resultados de diferentes investigaciones señalan que les resulta difícil a los estudiantes conectar los conocimientos teóricos con los prácticos. Por esta razón, se identifica como necesario respaldar a los docentes para que reflexionen sobre las estrategias de apoyo que deben brindar a los estudiantes cuando se implementan este tipo de actividades. En otros casos, como en la

investigación sobre oscurecimiento de las manzanas, los resultados indican que los participantes presentan dificultades a la hora de argumentar acerca de la problemática ambiental en base a datos empíricos y observacionales, así como para analizar de manera crítica informaciones proporcionadas sobre las causas de esta problemática ambiental.

De la bibliografía revisada se puede interpretar que, si bien la implementación es difícil, cuando se logra trabajarla brinda buenos resultados, se aprecia el gran impacto de esta metodología no solamente en el catapultamiento de los docentes en su práctica sino también en lo más importante: en el aprendizaje de los estudiantes.

De los antecedentes revisados no surge si los estudiantes provenientes de contextos socioculturales deprimidos pueden desarrollar la competencia científica a partir del aprendizaje por investigación, lo cual constituye uno de los objetivos planteados en esta tesis.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Introducción

Esta investigación se posiciona desde una perspectiva sociocrítica, ya que se pretende analizar la situación y transformarla. Se trata de una investigación-acción que busca formar docentes reflexivos sobre su práctica a través de un currículo que priorice el desarrollo de la competencia científica.

El objeto de estudio lo constituye la transformación de la práctica educativa y social, al mismo tiempo que la facilitación de una mayor comprensión de estos ámbitos. Por esa razón, se busca conocer cómo trabajar desde el modelo didáctico de aprendizaje por indagación para que sea compatible con un currículo que permita el desarrollo de la competencia científica en los estudiantes de educación secundaria y que atienda a la diversidad de educandos presentes en las aulas.

Hostetler (2005) explica que una buena investigación educativa no da cuenta solo del empleo de buenos procedimientos de recogida y análisis de datos, sino que es fundamental identificar los propósitos y resultados beneficiosos para la sociedad, ya que el mérito de la investigación se encuentra en brindar la posibilidad de mejorar la vida de los individuos que estudia.

Bartolomé Pina (1992, p. 34) considera que

... cuando se trata de investigaciones orientadas al cambio social y educativo, la fuente fundamental de validez será, en definitiva, la constatación de si el cambio se ha efectuado realmente en las prácticas a las que supuestamente afecta y la permanencia del mismo.

En tanto De Miguel (1988, p. 76) enfatiza el carácter transformador y generador del cambio, que es una señal indiscutible del fundamento y validez de la investigación cualitativa:

Todos sabemos que aportar soluciones eficaces pasa necesariamente por transformar la educación. Hasta la fecha, al menos en nuestro contexto, no parece que positivistas y naturalistas hayan tenido demasiado éxito en

este proyecto. Probablemente buena parte de la culpa no sea suya y la alternativa realmente sea la de un Paradigma para el Cambio.

A través de esta propuesta, el tipo de innovación que se espera consiste en que los docentes logren transitar hacia el modelo didáctico de aprendizaje por indagación y en que todos los estudiantes consigan iniciar el desarrollo de las capacidades que integran la competencia científica.

Los resultados del presente trabajo de investigación se presentarán en una revista indexada con la finalidad de que sean conocidos por otros docentes, para que también puedan adoptar esta metodología y muchos estudiantes se beneficien de sus aprendizajes.

3.2. Diseño de la investigación

La metodología corresponde a una investigación mixta con enfoque principalmente cualitativo de corte longitudinal enmarcada en la perspectiva de la investigación-acción participativa, en la que se cristalizarán diferentes técnicas y se complementa con investigación cuantitativa ya que se comparan los resultados con dos grupos de control y se aplicó una encuesta final. Los grupos control corresponden a dos grupos en los cuales no se trabajó con el modelo didáctico de aprendizaje por indagación a los efectos de comparar las capacidades de la competencia científica que poseen dichos estudiantes, al finalizar el año, en relación con los estudiantes cuyas docentes trabajaron durante el año con dicho modelo didáctico. A tales efectos se les aplicó la misma propuesta de evaluación al finalizar el año.

Se hace referencia a la cristalización porque se encuentra en discusión el concepto de “triangulación” y actualmente se considera que es el cristal, y no el triángulo, la base fundamental de la investigación cualitativa. “El cristal es un prisma que refleja externamente y se refracta dentro de sí mismo, creando diferentes colores, modelos y direcciones, permitiendo avanzar por distintos caminos” (Richardson, 1997, p.92). En el transcurso de la cristalización, se comenta un hecho desde distintas perspectivas, sin que exista una lectura correcta de lo sucedido. “Cada lectura, como cada luz o brillo, destello que proporciona el cristal, refleja una perspectiva diferente del incidente. La triangulación es el resultado

de múltiples realidades refractadas simultáneamente, no secuencialmente como hace la cristalización” (Richardson, 1997, p. 92). De esta manera, como se compararán de forma secuencial los resultados obtenidos de la aplicación de diferentes técnicas, se considera que se abordarán las diferentes perspectivas desde la cristalización.

3.2.1. Procedimiento

La elección del liceo se realizó de acuerdo a dos criterios. El primero correspondió a que fuera un liceo en el cual la investigadora no realizara supervisión y el segundo criterio fue seleccionar un liceo de contexto socio económico desfavorable. Para tal fin los datos se obtuvieron del Consejo de Educación Secundaria (CES), que caracteriza al liceo como pequeño y de muy alta vulnerabilidad. En el año 2017, la matrícula fue de 169 estudiantes, promovieron el 71 %, repitieron el 11 % y se desvincularon el 18 % (ANEP-CES, 2018).

Se formaron equipos de trabajo colaborativo con tres docentes en el liceo seleccionado y se implementó la investigación en dos cursos de cada docente.

Se planteó un diagnóstico inicial, al comienzo del curso, con una evaluación que propuso una situación problemática que abarcaba diferentes actividades y que permitió evaluar las diferentes capacidades de la competencia científica³. Se analizaron, cotejando con una rúbrica y los indicadores elaborados en un paso previo, las capacidades que despliegan los estudiantes para resolver la evaluación. Esto permitió apreciar luego si existieron avances de los estudiantes en el transcurso del año en el desarrollo de las diferentes dimensiones y capacidades que comprende la competencia científica.

Además, se aplicó un diagnóstico para identificar, de acuerdo con los perfiles de inteligencias múltiples que estén presentes en el aula, la diversidad de estudiantes, para luego crear un plan que tenga en cuenta las diferentes vías de acceso a la información mencionadas por Gardner (2001).

Se trabajó durante el año en la planificación de tres secuencias, junto a las tres docentes, utilizando diferentes estrategias de enseñanza del modelo didáctico de aprendizaje por indagación que involucran tareas disímiles para desarrollar las distintas dimensiones y capacidades de la competencia científica. Ellas

³ Por sugerencia del tribunal que evaluó la PTD, se trabajó con dos grupos de control.

son: situaciones problemáticas contextualizadas, trabajo con hipótesis e ideas previas, contrastación de información, diseño de experiencias o trabajos de campo, comunicación de resultados a través de tablas y gráficas, análisis de resultados y elaboración de conclusiones, construcción de informes y pósteres, entre otras.

Las tareas propuestas por las docentes procuraron una actitud activa de los estudiantes en la realización de actividades, lo que intentó promover el desarrollo de la competencia científica.

Se asistió a algunas clases en las que las docentes implementaron las secuencias para realizar la observación de las mismas. Se observaron seis clases por cada docente, una en cada curso y por cada secuencia, lo que da como resultado dieciocho clases observadas.

Luego de aplicar cada secuencia, se reflexionó junto a las docentes sobre su implementación, los aspectos positivos y los que se podían mejorar en relación con el desarrollo de la competencia y de la atención a la diversidad logrado. Tales reflexiones estuvieron enmarcadas dentro del grupo focal con las docentes, de los que se realizarán tres grupos focales, uno al terminar cada etapa.

Al finalizar el año, se planteó una situación problemática abierta y se observó la competencia y capacidades 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.

Se usaron rúbricas para la evaluación de las capacidades y competencia científica desarrolladas. Los análisis se aplicaron tres veces en el año: en el diagnóstico inicial, en la muestra que se realizó al finalizar las tres secuencias y al proponer la situación problemática abierta al finalizar el año. Esto implicó analizar tres evaluaciones en cada uno de los seis grupos del liceo, lo que sumó dieciocho evaluaciones en total. Las evaluaciones del inicio y final del curso son individuales, las correspondientes a la muestra son grupales. Se analizaron 115 rúbricas de la propuesta inicial, 92 rúbricas de la propuesta final a los que se agregaron 36 de los grupos de control, así como 24 pósteres y 24 defensas.

Se triangularon o cristalizaron los datos obtenidos con los grupos focales para conocer las percepciones de los estudiantes en relación con la modalidad de trabajo. Esta técnica se efectuó reuniendo a estudiantes de cada grupo luego de cada secuencia, por lo que se realizaron tres grupos focales, uno por grado,

de seis estudiantes cada uno al finalizar cada secuencia. En el año se armaron en total nueve grupos focales a estudiantes. Se seleccionaron alumnos que hubieran demostrado diferentes niveles de desarrollo de la competencia científica y se intentó que fueran estudiantes diferentes en el transcurso del año.

En el diseño de la investigación, se contemplaron tres etapas en la reflexión: 1) Reflexionar en la acción. 2) Reflexionar desde la acción, en otras palabras, desde la experiencia. 3) Reflexionar para la práctica para mejorar el desempeño futuro. “Cuando alguien reflexiona desde la acción, se convierte en un investigador en el contexto práctico. No es dependiente de las categorías de la teoría y la técnica establecidas, sino que construye una nueva teoría de un caso único” (Shön, 1998, p. 72).

En síntesis, se planificaron las secuencias, se observaron las clases, se escuchó a los actores, se analizó los resultados y se replanificó para iniciar un nuevo ciclo, que se reiteró en tres ciclos.

Esta investigación implicó el uso de cuatro técnicas para recabar información: observación de clases, grupos focales con docentes y con estudiantes, análisis de documentos que responden a las rúbricas utilizadas por los docentes para evaluar y cotejo de los trabajos de los estudiantes (pruebas y pósteres).

Por sugerencia del tribunal, se agregó la aplicación de la prueba final en dos grupos control que no participaron de la experiencia y una encuesta a todos los estudiantes que sí lo hicieron.

“Como la investigación-acción incluye el diálogo libre de trabas entre el ‘investigador’ (...) y los participantes, debe haber un flujo libre de información entre ellos” (Elliot, 1990, p. 6). Por ello la investigadora facilitó a las docentes las grabaciones de los grupos focales de los estudiantes y comentó las interpretaciones que surgieron de las observaciones de las clases, para identificar los aspectos a mejorar y construir junto a las docentes los siguientes ciclos.

3.3. Población y muestra

La selección de la ciudad de ubicación del liceo se realizó tomando las sugerencias del Consejo de Educación Secundaria, que autorizó la investigación con la salvedad de que no se efectuara en un lugar en el cual la autora de la investigación realizara supervisión de los liceos. Por esa razón se eligió la ciudad

de Paso de los Toros, en el departamento de Tacuarembó, que no corresponde a una zona de supervisión de la autora. En la ciudad existen dos liceos, entre los cuales se eligió de acuerdo con el contexto socioeconómico de los estudiantes que asisten al centro de estudios y se toma 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.

Se seleccionó el liceo de contexto sociocultural desfavorable, tras determinar que corresponde a ese contexto sobre la base de categorizaciones que maneja el Consejo de Educación Secundaria. Se trata de una institución en la que además se 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.

La selección de las docentes se realizó de acuerdo con el lugar de trabajo (muestreo intencional), es decir que se eligió entre las docentes que trabajan en el liceo seleccionado. Además, por tratarse de una investigación-acción, para elegir entre todas las docentes que trabajan en dicho liceo 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 éstas, como ya se mencionó, 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. De esta forma se conformó la muestra con las tres docentes que participaron en la investigación.

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 exista representatividad en los estudiantes de enseñanza media respecto a la diversidad presente en las aulas.

Se formó un equipo de trabajo colaborativo junto a las tres docentes del liceo y se implementó la investigación en seis grupos, dos de cada docente, lo que correspondió a un total de 115 estudiantes al inicio. Cada docente trabajó con grupos del mismo curso para que dicha variable no incidiera en el momento de comparar los resultados entre grupos del mismo nivel. De acuerdo a ello una docente trabajó con grupos de primer año, otra con grupos de tercer año y la

tercera con grupos de cuarto año o de primero de bachillerato. Dos grupos correspondieron al curso de primer año, primero 1 con 18 estudiantes (10 mujeres y 8 varones), primero 3 con 20 estudiantes (11 mujeres y 9 varones). Otros dos grupos pertenecían al curso de tercer año, tercero 2 al que asistían 17 estudiantes (7 mujeres y 10 varones) y tercero 3 poseía 16 estudiantes (6 mujeres y 10 varones). Los grupos restantes concernieron a 4to año (primero de bachillerato), cuarto 1 con 23 estudiantes (8 mujeres y 15 varones), en tanto a cuarto 2 asistían 21 estudiantes (10 mujeres y 11 varones). En la tabla 22 se sintetiza la muestra utilizada.

Tabla 22

Cantidad de docentes, grupos y estudiantes que conformaron la muestra.

Docentes	1		2		3	
Grupos	1.º 1	1.º 3	3.º 2	3.º 3	4.º 1	4.º 2
Estudiantes	18	20	17	16	23	21

3.4. Variables

Se tuvieron en cuenta variables dependientes e independientes, a las cuales se tipifica como **variables** categóricas.

La variable que se pretendió medir es el desarrollo de la competencia científica, lo que corresponde a la **variable dependiente**. Debido a la complejidad que implica, se tomaron en cuenta las diferentes dimensiones y capacidades que esta variable comprende, las cuales se pueden apreciar en la tabla 5.2.

La **variable independiente** que interviene en el estudio es el modelo didáctico de aprendizaje por indagación. Se tomó en cuenta dicha variable para modificar las planificaciones que los docentes realizan y transformar las prácticas de aula. Se considera que el manejo de esta variable permite el desarrollo de la competencia científica, que se midió mediante una rúbrica analítica que tomó en cuenta las diferentes dimensiones y capacidades involucradas en el desarrollo de las habilidades de los estudiantes.

Además, se utilizaron otros instrumentos aplicados a los grupos focales, la observación y el análisis de documentos.

Otras variables que podían incidir en la investigación y que fueron controladas en el proceso son:

- el contexto socioeconómico;
- la formación de los docentes y la antigüedad;
- la diversidad de estudiantes de acuerdo con sus inteligencias múltiples.

Estas variables fueron controladas por la investigadora cuando se seleccionó el liceo y las docentes y cuando se planificó el procedimiento para atender distintos perfiles de inteligencias múltiples de los estudiantes.

Al caracterizar al liceo, de acuerdo con datos proporcionados por el CES, como un centro educativo de contexto socioeconómico desfavorable, se pretendió aislar el componente socioeconómico del análisis y concentrar el estudio en observar cómo varía la variable dependiente en esos estudiantes.

Respecto a la formación y antigüedad de las docentes, las tres docentes que tienen a cargo los cursos son egresadas de centros de formación docente. Una de ellas se encuentra en cuarto grado, y las otras dos, en segundo grado.

Para definir desde una perspectiva operacional la variable “desarrollo de la competencia científica”, se analizaron sus dimensiones, indicadores e índices (Batthyány y Cabrera, 2011). A partir de las dimensiones y capacidades citadas por Franco Mariscal (2015) y las del programa PISA, se realiza una tabla que se considera necesaria para explicitar los enfoques que se tomaron en cuenta en esta investigación. Esto se hace imprescindible debido a que, si bien Franco Mariscal (2015) elabora un cuadro muy claro, no desarrolla en detalle la dimensión del conocimiento científico (saber) y falta el componente social de la competencia (saber estar), los cuales se hallan presentes en las dimensiones de la competencia científica del programa PISA. A su vez, se analiza que las dimensiones y capacidades expuestas por dicho programa no se encuentran explicadas con profundidad y no se hayan presentes las categorías que se necesitan para la presente investigación.

En la tabla 8 se presentan las dimensiones y capacidades definidas por la competencia científica según la teoría de Franco Mariscal (2015, p. 240). En tanto, para el programa PISA, la competencia científica incluye tres dimensiones ya citadas en el capítulo 3 (p.69).

La definición de “competencia científica” evolucionó dentro del marco de las pruebas PISA, y para 2015 surge una división dentro del “conocimiento

acerca de la ciencia”, que se separa en procedimental y epistémico. De acuerdo con ello, emerge lo representado en la figura 4.

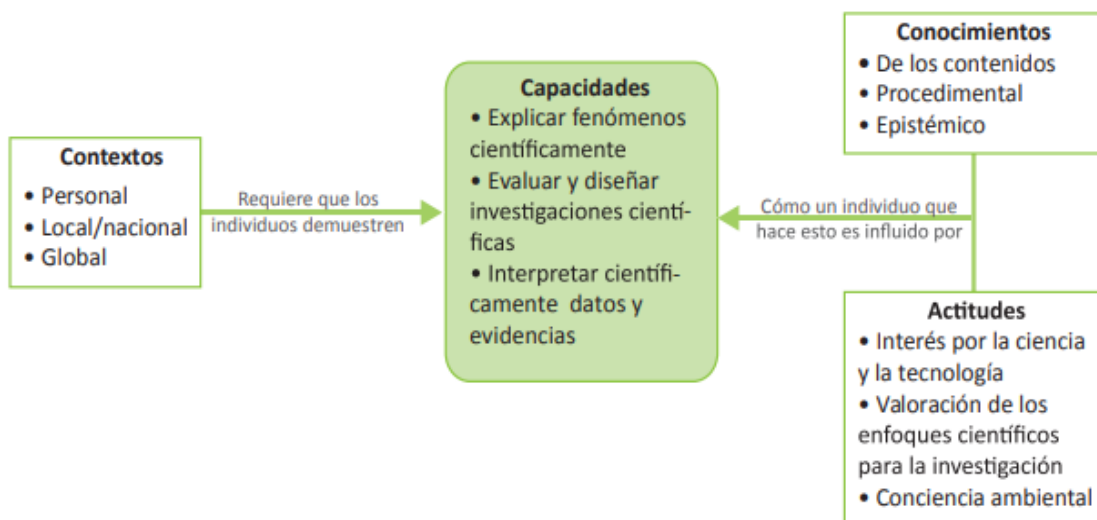


Figura 4. Marco conceptual para la evaluación de la competencia científica en PISA 2015. Adaptado de Marco teórico de Ciencias Naturales. PISA 2015. PISA Uruguay por ANEP, 2015, p. 18.

Tomando aspectos de ambas propuestas, en la tabla 23 se detallan las categorías, dimensiones y capacidades que fueron analizados en esta investigación.

Tabla 23

Dimensiones y capacidades de la competencia científica

Categorías	Dimensiones	Capacidades
Conocimiento científico	Conocimiento de los contenidos de Biología	Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica.
	Planteamiento de la investigación	Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular hipótesis.
Conocimiento acerca de la ciencia (procedimental y epistémico)	Manejo de la información	Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.
	Planificación y diseño de la investigación	Identificar variables. Diseñar una metodología. Realizar experiencias.
	Recogida y procesamiento de datos	Observar sistemáticamente. Seleccionar y emplear el instrumento de medida más adecuado. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos).
	Análisis de datos y emisión de conclusiones	Interpretar los resultados. Formular conclusiones.
	Comunicación de los resultados de la investigación	Dar a conocer los resultados.
Actitud hacia la actividad científica	Actitud, reflexión crítica y trabajo en equipo	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.
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	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.

Nota: Adaptado de "Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria", por A.J. Franco Mariscal, 2015. *Enseñanza de las Ciencias*, 33, p. 240, y de *Marco teórico de Ciencias Naturales. PISA 2015*. PISA Uruguay por ANEP, 2015, p. 18.

Se analizaron estas variables a través de cuatro técnicas: análisis de documentos, observación, trabajo con grupos focales y encuestas.

El análisis de documentos se realizó a partir de rúbricas de evaluación y trabajos de los estudiantes (propuesta diagnóstica, final y pósteres). Las docentes aplicaron rúbricas para evaluar los trabajos de los estudiantes en el transcurso del año. El uso de la rúbrica se considera fundamental en el proceso ya que favorece una evaluación formativa y formadora que redundará en los cambios esperados al finalizar el ciclo de investigación-acción. La información obtenida del análisis de documentos se trianguló con la observación de clases, grupos focales de estudiantes y docentes, así como con las encuestas. En estas técnicas se utilizó un instrumento *ad hoc*.

3.5. Instrumentos de investigación

Los instrumentos que se utilizaron para la investigación se elaboraron con ese fin específico. Correspondieron a pruebas escritas, con preguntas abiertas, en la mayoría de los ítems, referidas a situaciones problemas. Para su validación, teniendo en cuenta lo expresado por Lozano y De la Fuente (2009) se procedió de la siguiente forma:

- **Primera propuesta de trabajo.** Se diseñó una propuesta de trabajo a través de la cual se evaluaron las diferentes dimensiones y capacidades que comprende la competencia científica, explicitadas en la tabla 5.1. Esta propuesta nos brindó información sobre las capacidades que poseen los estudiantes con los que se implementó la investigación-acción.
- **Primera validación de la propuesta.** Antes de administrar la propuesta a los estudiantes fue revisada por dos docentes de Biología, que ejercían en el momento para determinar posibles dificultades de comprensión, los criterios esgrimidos estuvieron relacionados a la claridad de la redacción, representatividad vinculada a la competencia medida y la adecuación al nivel de los estudiantes. Se tomaron en cuenta las sugerencias para elaborar la segunda propuesta.

- **Segunda validación de la propuesta.** Se aplicó a un grupo de estudiantes la segunda propuesta a los efectos de determinar si es comprendida por ellos, en relación a la claridad de la redacción y se realizaron las correcciones necesarias.
- **Administración de la propuesta definitiva.** Se administró la propuesta a todos los grupos que integraron la muestra del estudio.

De la misma manera se procedió para validar todos los instrumentos que se utilizaron.

A continuación, se esbozan los diferentes instrumentos que fueron utilizados: instrumentos para evaluar la competencia científica (prueba propuesta de inicio, prueba propuesta final y la rúbrica correspondiente), instrumentos para los grupos focales de docentes y estudiantes, instrumentos para la observación de clases, instrumentos para el análisis de documentos e instrumentos para realizar encuestas a los estudiantes.

3.5.1. Instrumentos para evaluar la competencia científica

Propuestas de evaluación iniciales y finales

En el anexo B se pueden apreciar las propuestas iniciales y finales para los tres grados. En ellas se establecen los ítems para evaluar cada una de las capacidades que conforman la competencia científica. Luego de elaborarla, se adaptó la presentación, cuyo diseño se hizo más atractivo, para utilizarla con los estudiantes.

Tanto en las propuestas iniciales como finales se evaluaron las 9 capacidades que integran la competencia científica de acuerdo a lo expresado en el apartado referido a las variables. A continuación, se analizan cada una de dichas capacidades en relación con las propuestas de evaluación:

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

Para valorar dicha capacidad se presentó una situación problema, donde los estudiantes debieron aplicar el conocimiento que poseían sobre el tema para

identificar si la situación planteada abordaba cuestiones científicas, explicar dichos fenómenos e indicar evidencia científica para fundamentar dicha explicación. Además de elaborar una pregunta investigable sobre dicha situación.

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

En relación a dicha capacidad, los estudiantes de primer año debieron seleccionar entre varias opciones, cuales correspondían a objetivos y cuales, a hipótesis, en tanto los de tercero y cuarto tomando en cuenta la situación planteada elaboraron objetivos e hipótesis.

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

En lugar de buscar información se les brindaron tres textos y los estudiantes valoraron si los mismos correspondían o no a información científica o a conocimiento vulgar.

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

Se solicita que los estudiantes identifiquen las variables involucradas en la pregunta investigable elaboradas por ellos y diseñar una metodología para resolver dicha pregunta.

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

Para evaluar dicha capacidad se presentó a los estudiantes un gráfico de diferente complejidad, de acuerdo al nivel, que debieron interpretar. El andamiaje brindado para la interpretación también fue diferente de acuerdo al curso.

Capacidad 6: Interpretar los resultados. Formular conclusiones.

Se les brindó el objetivo de la investigación en relación al gráfico trabajado y se solicitó que formularan las conclusiones de dicha investigación.

Capacidad 7: Dar a conocer los resultados.

Se requirió que confeccionaran un póster para comunicar los resultados de la investigación en cuestión.

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.

Se planteó una múltiple opción para que identificaran conductas correctas y otras inadecuadas en relación al trabajo en equipo. Las respuestas de dicho ítem se confrontaron con las percepciones que tienen los estudiantes y docentes sobre el trabajo realizado en equipo y las observaciones del desempeño en equipo.

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.

Se los invitó a reflexionar sobre las acciones que podrían realizar en la comunidad a los efectos de lograr cambios en relación a la problemática inicial.

Rúbricas

Las producciones de los estudiantes se evaluaron a través de rúbricas por tratarse de un instrumento que permite acordar con claridad los criterios de evaluación del equipo de docentes. Es importante que, durante el año, los estudiantes se apropien de esta herramienta que favorece la autoevaluación, la evaluación formativa y la metacognición.

La rúbrica fue validada de acuerdo con el procedimiento ya señalado. A partir de la primera rúbrica, se elaboraron las demás, que contienen adaptaciones para cada uno de los cursos en relación con la situación problema.

En anexos III pueden apreciarse las rúbricas utilizadas para evaluar los trabajos de los estudiantes en la evaluación inicial.

Para la evaluación de las propuestas finales se usaron las mismas rúbricas cambiando únicamente la referencia a la situación problema, no se anexan por considerar que son reiterativas en relación a las ya presentadas.

3.5.2. Instrumentos para la observación de clases

Se observó una clase de cada una de las tres secuencias didácticas planificadas de las tres docentes en sus dos grupos, por lo que se observó un total de dieciocho clases.

La planificación de las secuencias consideró el desarrollo de la competencia científica, por lo que, para planificarlas y observarlas, se tomó como referencia las diferentes dimensiones y capacidades que esta competencia comprende, las que se representan en la tabla 24.

Tabla 24

Instrumento para analizar las capacidades de la competencia científica en la observación de clases.

Nombre de docente:		Fecha:			
Curso:	N.º de secuencia:	Tema:			
Capacidades de la Competencia Científica	Sí	No	Recursos (tipo)	Observaciones sobre intervenciones reflexivas de estudiantes y propuestas	
Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica.					
Identificar problemas científicos. Formular preguntas investigables. Definir los objetivos de una investigación. Formular hipótesis.					
Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.					
Identificar variables. Diseñar una metodología. Realizar experiencias.					
Observar sistemáticamente. Seleccionar y emplear el instrumento de medida más adecuado. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos).					
Interpretar los resultados. Formular conclusiones.					
Dar a conocer los resultados.					
Interesarse por problemas científicos. Reflexionar de forma crítica sobre los resultados. Trabajar en equipo, y valorar ideas de compañeros y tomar decisiones.					
Identificar prácticas científicas beneficiosas para los ciudadanos. Participar como integrantes de una comunidad en la reflexión colectiva					
Guion de la clase:					
Inicio:	Desarrollo:		Cierre:		

Nota. Fuente: elaboración propia

Se complementó el instrumento propuesto anteriormente con una rúbrica que facilitó la observación de la implementación, por parte de las docentes, de la

promoción del desarrollo de la competencia científica. En la tabla 25 se presentan los niveles de desempeño y las categorías, la rúbrica con los descriptores se puede apreciar en anexos, tabla A4.

Tabla 25.

Categorías y niveles de desempeño para observar la promoción por parte de las docentes del desarrollo de competencias en las clases

Capacidades de la Competencia Científica	Experto	Avanzado	Básico	Novel
Identificar problemas científicos				
Formular preguntas investigables				
Formular hipótesis				
Buscar para construir un marco teórico				
Identificar variables				
Diseñar una metodología				
Realizar experiencias				
Observar sistemáticamente				
Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)				
Formular conclusiones				
Dar a conocer los resultados				
Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones				

Nota. Fuente: elaboración propia.

3.5.3. Instrumento para grupos focales de docentes

Se realizó un grupo focal al finalizar el trabajo de cada secuencia para conocer las reflexiones de las docentes en relación con el trabajo realizado por ellas y la evolución de los estudiantes. Esta deliberación en equipo permitió analizar los aspectos que se debían mejorar. En la tabla 26 se pueden conocer las preguntas planteadas en el tercer grupo focal con las docentes.

Tabla 26
Instrumento para tercer grupo focal de docentes

1	¿Qué temas principales planificados para el curso pudieron trabajar este año?
2	¿Qué temas importantes no se trabajaron?
3	¿Qué dimensiones de la competencia científica lograron desarrollar mejor los estudiantes?
4	¿En qué dimensiones tuvieron mayor dificultad?
5	¿Cómo abordaron los contenidos conceptuales en el transcurso del año?
6	¿Cómo influyeron en el desarrollo de las secuencias los recursos didácticos disponibles?
7	¿Qué diferencias pueden observarse en el desarrollo de la competencia científica entre los estudiantes?
8	¿Qué resultados obtuvieron al trabajar una plataforma (Ed modo o crea) como extensión del tiempo pedagógico?
9	¿Cómo influyó el uso de rúbricas en la evaluación de los estudiantes?
10	¿Cuál es su opinión sobre el modelo de aprendizaje por indagación?
11	¿Cómo incidió en el aprendizaje de los estudiantes la presentación de los proyectos en la muestra?
12	¿Qué cambios realizarían para mejorar los resultados si aplicaran la experiencia el año siguiente?

Nota. Fuente: elaboración propia.

3.5.4. Instrumento para grupos focales de estudiantes

En el transcurso de los tres ciclos de reflexión acción se consideró importante conocer las percepciones de los estudiantes, para tomarlas como insumo al planificar la siguiente secuencia. De esta forma se reunieron seis estudiantes de cada curso (tres de cada grupo) luego de realizada la observación de las clases en cada secuencia, y con ellos se realizaron tres grupos focales en el transcurso del año. En la tabla 27 se expone el instrumento utilizado en los grupos focales.

Tabla 27
Instrumento para grupos focales de estudiantes

1	¿Se acuerdan de lo que trabajaron en las últimas clases? ¿Les gustó trabajar de esa forma?
2	¿Se acuerdan de lo que hicieron antes del experimento? ¿Qué actividad les gustó más? ¿Alguna actividad no les gustó? ¿Cómo ordenarían las actividades (desde las preguntas hasta las conclusiones) desde la que les gustó más a la que les gustó menos?
3	¿Cuál les resultó más fácil y cuál más difícil?
4	¿Qué aprendieron? (Se analizan los tres tipos de contenidos: conceptuales, procedimentales y actitudinales).
5	¿Qué temas les gustaría volver a trabajar para poder comprenderlos mejor?
6	¿Cómo les resultó trabajar en equipo?
7	¿Les parece que las clases ahora son diferentes a las que recibían antes?
8	¿Cuál creen que es la principal dificultad de trabajar con esta modalidad?
9	¿Desean agregar algo más?

Nota. Fuente: elaboración propia.

3.5.5. Instrumentos para el análisis de documentos

Se utilizó un instrumento para analizar cómo fueron evaluadas las capacidades de la competencia científica.

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 grupo en cada una de las capacidades. Por último, se compararon los puntajes obtenidos en la propuesta inicial y final. Se empleó el programa SPSS v.25 (IBM, 2017) y EPIDAT (Hervada et al, 2006) para valorar estadísticamente si los resultados eran significativos.

Tabla 28
Instrumento para análisis de documentos

Dimensiones	Capacidades de la Competencia Científica	Propuesta Diagnóstica	Propuesta final	Póster
1	Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica.			
2	Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular hipótesis.			
3	Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.			
4	Identificar variables. Diseñar una metodología. Diseñar experiencias.			
5	Observar sistemáticamente. Seleccionar y emplear el instrumento de medida más adecuado. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos).			
6	Interpretar los resultados Formular conclusiones			
7	Dar a conocer los resultados			
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.			
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.			

Nota. Fuente: elaboración propia.

Tabla 29
Instrumento para análisis de rúbricas

Dimensiones	Capacidades de la Competencia Científica	Excelente (Nº estudiantes)	Muy bueno (Nº estudiantes)	Aceptable (Nº estudiantes)	No satisface (Nº estudiantes)
1	Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica.				
2	Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular hipótesis.				
3	Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.				
4	Identificar variables. Diseñar una metodología. Diseñar experiencias.				
5	Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos).				
6	Formular conclusiones.				
7	Dar a conocer los resultados.				
8	Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones.				
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.				

Nota. Fuente: elaboración propia.

Para la evaluación de las producciones presentadas en la muestra, se analizaron los informes, pósters y defensas, lo cual puede verse en la tabla 30.

Tabla 30.
Instrumento para la evaluación en la muestra de proyectos

Proyecto	Informe	Póster	Defensa	puntaje Total
1				
2				
3				
4				
5				

Nota. Fuente: elaboración propia.

En la defensa de los proyectos se evaluó la vinculación del título de la investigación con los contenidos programáticos, el conocimiento sobre el tema, el diseño metodológico y el trabajo colaborativo dentro de la categoría participación, como puede apreciarse en la tabla 31.

Tabla 31
Instrumento para evaluación en la defensa de proyectos

Proyecto	Título de la investigación	Conocimiento del tema	Diseño metodológico	Participación	Puntaje total
1					
2					
3					
4					
5					

Nota. Fuente: elaboración propia.

El puntaje de la valoración de los pósteres surge de la evaluación en los mismos en la exposición de las ideas centrales, organización de la información, competencia científica, originalidad y creatividad, así como la sintaxis y ortografía, tal como aparece en la tabla 32.

Tabla 32
Instrumento para evaluación de pósteres de proyectos

Proyecto	Exposición de ideas centrales	Organización de la información	Competencia científica	Originalidad y creatividad	Sintaxis y ortografía	puntaje Total
1						
2						
3						
4						
5						

Nota. Fuente: elaboración propia.

3.6.6. Instrumentos para realizar encuestas a estudiantes

Se elaboraron encuestas para los estudiantes de los diferentes cursos y para las docentes, que se administraron al finalizar el año lectivo. Se aplicaron a través de formularios de Google, con preguntas a los estudiantes acerca de los temas de los que aprendieron más, las actividades que les gustaron o no, la enseñanza que les dejó la muestra, entre otras. En Anexos H se encuentran las encuestas aplicadas a los estudiantes y docentes.

3.7. Análisis de datos

A través de esta propuesta, el tipo de innovación que se esperaba consistió en que los docentes lograran transitar hacia el modelo didáctico de aprendizaje por indagación y todos los estudiantes lograran desarrollar las capacidades que integran la competencia científica.

Los resultados del presente trabajo de investigación se presentarán en una revista indexada con la finalidad de que sean conocidos por otros docentes, para que también puedan adoptar esta metodología y muchos estudiantes se beneficien en su aprendizaje.

3.7.1. Procedimiento de recogida de datos

Se recogieron los datos provenientes de las observaciones de clase, de los grupos focales y del análisis de documentos en diferentes momentos del año. La investigación acción comenzó en febrero con la planificación de la propuesta de evaluación inicial o diagnóstico, se trabajó en forma presencial y virtual a través de un documento en drive. Asimismo, se empezó con la planificación de las primeras secuencias brindando una estructura a las docentes y permitiendo que las mismas incorporaran los cambios que consideraban necesarios. La planificación de las siguientes secuencias se realizó en el transcurso del año.

En marzo se aplicaron las propuestas de evaluación en los seis grupos. Las docentes las evaluaron aplicando una rúbrica que enviaron a la investigadora.

El 4 de abril se iniciaron las visitas a las clases de las docentes, que continuaron el 6 de dicho mes y posteriormente los primeros focus group a estudiantes y docentes.

En mayo se realizaron las segundas visitas a clase, comenzando el 16 con observación de clases de tercer año, se continuó el 25 de mayo con la observación de grupos de cuarto y los focus group correspondientes, con estudiantes y docentes. La segunda visita a los grupos de primer año se realizó el 27 de junio ya que la primera secuencia de primer año comprendía tres unidades y en esa fecha se visitó una clase de cuarto, correspondiendo a la tercera observación.

El martes 29 de agosto se realizó la observación de las clases en la tercera secuencia en tercer año, el 31 de agosto se visitó el otro grupo de cuarto año y se finalizó el 26 setiembre con observación de clases en primer año, realizando además focus group a estudiantes y docentes.

El 20 de junio se coordinó un taller de actualización para el trabajo práctico en temas de genética, el modelo biológico correspondió a *Drosophila melanogaster*. La tallerista fue una docente del Centro Regional de Profesores del departamento de Florida, titular de la asignatura de genética en dicho centro, Prof. Ma Eugenia Olave.

El 12 de setiembre se organizó una muestra liceal de los proyectos realizados, expuestos a través de póster, en la figura A8 en anexos, puede observarse el afiche que se elaboró. La muestra fue abierta a la comunidad, y visitada por escolares de diferentes centros, además de los estudiantes del liceo que no participaron de la investigación.

En noviembre se aplicó la evaluación o propuesta final y la encuesta a estudiantes y docentes. Asimismo, se aplicó dicha propuesta a los dos grupos de control. Las docentes evaluaron las mismas y enviaron las rúbricas a la investigadora.

Para la recolección de datos se aplicaron los instrumentos especificados en tablas 28, 29, 30, 31 y 32.

3.7.2. Análisis

Para el análisis de los datos de la observación de clases, los grupos focales de docentes y los de estudiantes, se utilizó el programa Atlas.ti.

Se realizó un análisis de contenido de acuerdo con las siguientes fases:

- Identificar, definir y justificar las unidades de análisis.
- Lectura detenida de los textos.
- Categorizar o codificar.
- Construir un esquema de agrupación.
- Vincular o asignar fragmentos de textos a las categorías.
- Reagrupar los fragmentos y analizarlos teniendo en cuenta los objetivos de la investigación (Rodríguez y Pueyo, s.f.).

Esto significa que el proceso implica la construcción y generación de categorías, lo que permite la clasificación de los datos recogidos.

Para el análisis de los resultados de las propuestas inicial y final, se utilizó el programa "Statistical Package for the Social Sciences" (SPSS) v.25 (IBM,

2017), que en su traducción al castellano corresponde a “Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales”. Se usó además el programa EPIDAT (Hervada, Santiago, Vázquez, Castillo, Loyola y Silva (2006). Estas herramientas informáticas permitieron determinar la significatividad de los datos obtenidos, entre otros aspectos.

3.7.3. Resultados esperados

Al finalizar el estudio, se esperaba encontrar datos que indicaran si la aplicación del modelo didáctico de aprendizaje por indagación posibilita la evolución en las capacidades que están implicadas en el desarrollo de la competencia científica y en qué medida esta se perfecciona en todos los estudiantes de los cursos. Los resultados podrán avalar el aprendizaje por indagación como un posible modelo didáctico que promueve la mejora de la competencia científica y, por ende, el desempeño y aprendizaje de los estudiantes del siglo XXI, teniendo siempre presente la multicausalidad de aspectos que inciden en esta cuestión.

Las limitaciones esperadas correspondieron a la implementación del modelo por parte de los docentes involucrados, ya que fue la primera vez que lo desarrollaron, y las dificultades que podían surgir por tratarse de estudiantes provenientes de un contexto socioeconómico desfavorable.

Resultaría interesante poder observar cómo impacta en el aprendizaje la continuidad de la implementación de este modelo en el siguiente año, ya que las propuestas nuevas de enseñanza no logran los mejores resultados en una primera aplicación, sino que se hace necesaria una mejor apropiación del modelo en el transcurso del tiempo para poder obtener cambios significativos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Introducción

Dentro de la espiral introspectiva que caracteriza la investigación-acción se encuentra una espiral de ciclos, donde cada ciclo consta de cuatro estadios, ellos son: **planificación, acción, observación y reflexión**. Dichos estadios se reiteraron tres veces en la presente investigación, constituyendo tres ciclos.

Los cuatro estadios correspondieron a: 1. En primer lugar, la **planificación** de las secuencias didácticas, 2. la **acción** correspondió a la implementación de lo planificado por parte de las docentes, 3. la **observación** de las clases por la investigadora, y análisis de documentos de los trabajos de los estudiantes y 4. la **reflexión** posterior con docentes y estudiantes que se efectuó y registró a través de grupos focales al terminar cada uno de los tres ciclos. Al finalizar el año lectivo se realiza una encuesta a estudiantes y docentes que favorece la reflexión final de docentes e investigadora.

La presente investigación se enmarca haciendo énfasis en un paradigma cualitativo, y se complementa con un análisis de tipo cuantitativo a los efectos de lograr una mejor “cristalización” de los datos obtenidos.

La fase cualitativa incluye la observación de clases y el análisis de documentos, así como el grupo focal con docentes y estudiantes. Se complementa el análisis cualitativo con uno cuantitativo integrado de la siguiente manera: 1) Los datos obtenidos de los resultados logrados en las evaluaciones, además de permitir una descripción cualitativa, fueron procesados con el programa Epidat (Hervada et al, 2006) 3.1 para Windows, a los efectos de determinar media, varianza, y la significatividad de estos. 2) Al finalizar el año lectivo, la realización de encuestas a los estudiantes de los seis grupos que participaron en la experiencia y a los docentes.

En consonancia con los objetivos trazados, se describirán los resultados en cuatro partes. En primer lugar, se identificarán las diferentes formas de enseñar y de aprender para desarrollar la competencia científica dentro de este modelo, que fueron planificadas en cada una de las secuencias didácticas. Se planificó una secuencia didáctica para cada ciclo de acción-reflexión, en cada uno de los niveles. En segundo lugar, se analizará la implementación que realizaron las docentes del modelo de aprendizaje por investigación, que surge de la

observación de las clases. En tercer término, se analizará el avance que lograron realizar los estudiantes, en las distintas dimensiones y capacidades que incluye la competencia científica, desde el inicio hasta el final de la investigación-acción, a través del análisis de documentos correspondientes a las pruebas iniciales y finales, como también de los trabajos presentados en el transcurso de la experiencia. Por último, se analizará la percepción de los estudiantes y docentes, en un liceo de contexto sociocultural crítico, cuando se trabaja dentro de este modelo didáctico, utilizando los grupos focales y encuestas realizadas.

4.2. Diferentes formas de enseñar y de aprender para desarrollar la competencia científica dentro del modelo de aprendizaje por investigación

4.2.1. Planificación de las secuencias

Para la elaboración de los documentos se empleó como recurso digital el Google Drive, que facilitó una mejor gestión del tiempo y las distancias. Si bien se realizaron encuentros en el liceo seleccionado, en los cuales las docentes y la investigadora pudieron intercambiar y esbozar la estructura de la secuencia, posteriormente se aportó al documento a través de dicho recurso digital.

Se crearon tres documentos, uno correspondiente a cada nivel. Si bien las tres docentes podían acceder a los tres documentos, cada una de ellas participó en el de su nivel.

A continuación, se analizan y comparan las secuencias: en primer lugar, se confrontan las tres secuencias de cada nivel y posteriormente entre los tres niveles. Las secuencias completas se encuentran en Anexo 1.

Secuencias de Primer año

El currículum de primer año posee seis unidades programáticas, que se planificaron a través de cuatro secuencias didácticas, que se sintetizan en la tabla 33.

Tabla 33
Organización de cuatro secuencias a partir de las seis unidades programáticas en primer año.

Unidades	Temas	Proyectos	Secuencias
1	Sistemas ecológicos	1	Primera
2	Clasificación de los seres vivos		
6	Asociaciones biológicas		
3	Niveles de organización	2	Segunda
4	Nutrición autótrofa	3	Tercera
4	Nutrición heterótrofa	4	
5	Reproducción	5	Cuarta

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Con cinco actividades experimentales, planteadas desde el modelo didáctico de aprendizaje por investigación, fue posible abordar los contenidos conceptuales de seis unidades del programa de primer año. La planificación de las tres secuencias investigadas apunta a que en el proceso se elaboren cuatro informes de proyectos de introducción a la investigación, ya que la unidad 4, que corresponde a la nutrición autótrofa y heterótrofa, promueve el desarrollo de dos proyectos. Uno de ellos se trabajó a través de experimentación sobre diferentes cromatografías y el otro investigando el consumo de morera que realizan los gusanos de seda.

Las unidades 1, 2 y 6 se unificaron en una secuencia didáctica, de la que surgió un proyecto. La unidad 1 corresponde a sistemas ecológicos, la 2 a la clasificación de los seres vivos y la 6 a las asociaciones biológicas, por lo cual la salida al patio del liceo permitió nuclear dichos contenidos en una sola secuencia. La unidad 3, que refiere a los niveles de organización, se abordó en la segunda secuencia a partir de la actividad experimental de observación de células.

Es importante aclarar que la unidad 5 también se implementó a través de un proyecto que estudió la reproducción en los gusanos de seda, pero no se compara en este trabajo porque la investigación refiere a las tres secuencias didácticas implementadas y que fueron estudiadas por la investigadora en la observación de clases. Las secuencias se presentan resumidas en la tabla 34.

Tabla 34
Comparación de secuencias didácticas de primer año.

	Primera	Segunda	Tercera
Preguntas problema	¿Cuáles ecosistemas identificas en el patio del liceo?	¿Qué colorantes se pueden utilizar para observar las estructuras celulares?	¿Cómo se producen estos pigmentos? ¿Qué se necesita para producirlos? ¿Cómo llegan las sustancias necesarias hasta las hojas? ¿Qué sucede con ellos cuando los animales los ingieren? ¿Hasta dónde llegan? ¿Qué hacen las células con ellos? ¿Cómo se eliminan los desechos?
Pregunta investigable generadora	¿Qué seres vivos hay en el patio del liceo?	¿Qué diferencias presentan los vegetales de un plato de ensalada cuando se observan con el microscopio?	¿Qué pigmentos se encuentran en los vegetales que utilizamos en nuestras comidas? ¿Cuánto alimento requieren los gusanos de seda desde que eclosionan del huevo hasta que hacen capullo? ¿Cómo varía el crecimiento en relación con la temperatura? ¿Cómo influye la cantidad de luz en el consumo del alimento en las larvas? ¿Cómo afecta, la cantidad de alimento, el crecimiento?
Actividades Experimentales	Salida de campo al patio del liceo y posterior observación en el laboratorio.	Observación al microscopio de diferentes células y tejidos	Extracción de pigmentos y observación del crecimiento de gusanos de seda.
Temporalización	Marzo, abril y mayo.	Junio.	Julio, agosto, setiembre y octubre.

Nota. Fuente: elaboración propia.

Los contenidos conceptuales estudiados en la **primera secuencia** fueron: Unidad 1: Criterios de clasificación de los ecosistemas. Componentes vivos del ecosistema. Características y funciones de los seres vivos. Componentes no vivos del ecosistema. Unidad 2: Criterios para clasificar los seres vivos. Instrumentos de observación. Unidad 6: Asociaciones Biológicas: intra e interespecíficas. En la **segunda secuencia**: Unidad 3. Niveles de organización. (célula-tejido-órgano-aparato - sistema) La unidad de los seres vivos. Características generales de la organización de células animales, vegetales y bacterianas. En la **tercera secuencia**: Unidad 4. Nutrición autótrofa y heterótrofa.

Las estrategias de enseñanza planificadas, así como las competencias, el perfil de inteligencias que se deberá atender, las formas de evaluación y los tipos de instrumentos, son los mismos en las diferentes secuencias.

Las estrategias que se trabajaron correspondieron a: problematización, ideas previas, contextualización, recurrencia y espiralización, trabajo colaborativo, interrogación didáctica, historia de las ciencias.

Las competencias abordadas concernieron a básicas, genéricas y científica. Se promovieron todas las capacidades de la competencia científica. En tanto dentro de las básicas se enfatizó en: competencia lingüística, competencia matemática y competencia digital.

En relación al perfil de inteligencias se consideraron los siguientes: lógico-matemática (manejo de datos, tablas y gráficos), lingüística (lectura, escritura y defensas orales utilizando lenguaje científico), kinestésica (experimentación), espacial (diseño metodológico, registro con dibujos, fotos, videos), naturalista (estudio de seres vivos), interpersonal (trabajo en equipo), intrapersonal (trabajos individuales).

Como no está contemplada la inteligencia musical, si en la clase hay estudiantes con dicha inteligencia, en la actividad 1 de la clase 1 se debe agregar música a las imágenes que se proyecten y los videos que producen deberán tener un fondo musical.

Respecto a las actividades se enfatizó en las vinculadas al modelo didáctico: elaboración de preguntas investigables, hipótesis, marco teórico, diseño metodológico, experimentación, redacción de resultados, discusión y conclusión.

En la evaluación se atendió a una evaluación auténtica a través de evaluaciones formativas y formadora. Se tomaron insumos en las diferentes entregas de los proyectos, en las que se realizaron sugerencias para mejorar, autoevaluaciones, evaluaciones mutuas y entrega final del proyecto con defensa.

Los instrumentos de evaluación propuestos fueron: listas de cotejo, escalas y rúbricas.

Se planificó la recurrencia y espiralización de las dimensiones de la competencia científica, siendo tratadas cada una de dichas dimensiones en los distintos proyectos.

Una de esas dimensiones fue la elaboración de la pregunta investigable que varió según el tema del proyecto. La planificación de diferentes secuencias

y proyectos durante el año posibilita el abordaje, en reiteradas ocasiones, de la elaboración de la pregunta, lo que apunta a mejorar el desarrollo en dicha dimensión, lo mismo que en las otras dimensiones, lo que se aprecia también en la reiteración de las actividades realizadas.

Secuencias de Tercer año

Se realizaron actividades experimentales en la primera y segunda unidad, y trabajo de campo para investigaciones escolares en el área social en las tres unidades, planteadas desde el modelo didáctico de aprendizaje por investigación, a través de las cuales fue posible abordar los contenidos conceptuales de tres unidades del programa de tercer año. Se representan en la tabla 35.

Tabla 35
Organización de las cuatro secuencias en tercer año a partir de las cuatro unidades programáticas.

Unidades	Temas	Proyectos	Secuencias
1	Ecología humana y salud	1. Indicadores de salud	Primera
2	Noxas: prevención y defensas	2. Desinfectantes 3. Prevención ITS	Segunda
3	Salud sexual y reproductiva	4. Rol de género 5. Métodos anticonceptivos	Tercera
4	Desarrollo humano	6. Embarazo adolescente	Cuarta

Nota. Fuente: elaboración propia.

La planificación de las tres secuencias apunta a que en el proceso se elaboren cinco informes de proyectos de introducción a la investigación, ya que las unidades 2 y 3 promueven el desarrollo de dos proyectos cada una.

Es importante aclarar que la unidad 4 también se implementó a través de un proyecto que estudió el embarazo adolescente en la localidad; no se comenta en este trabajo porque la presente investigación refiere a tres secuencias didácticas, que se enmarcan dentro de los tres ciclos previstos de la investigación acción.

En la tabla 35 puede apreciarse que todo el programa fue abordado a través de seis proyectos.

Los contenidos conceptuales estudiados en las primeras tres secuencias correspondieron en la **primera secuencia** a la unidad 1: Ecología humana y salud: Componentes de los sistemas ecológicos. Homeostasis ecológica. Acciones humanas para la preservación de la homeostasis ambiental. Acciones humanas distorsionantes. El agua como recurso vital. Atmósfera y vida. Desarrollo sustentable. Incidencia de las tecnologías en la sociedad y en el ambiente. El hombre como ser bio-psico-social. Concepto ecológico de salud. Evolución del concepto de salud. OMS Indicadores de salud física, psíquica y social. Signos y síntomas de salud y de enfermedad. Niveles de atención de la salud. Calidad de vida.

En la **segunda secuencia** a la unidad 2: noxas prevención y defensas. El ambiente como posible agresor: Noxas. El terreno individual. Componentes genéticos. Defensa inespecífica: barreras primarias y secundarias. Acciones de prevención: aseo corporal, vestimenta, dieta, vivienda, condiciones laborales. Defensa específica: inmunidad. Sueros y vacunas. Traumatismos: heridas, quemaduras, fracturas, desgarros, otros. Prevención de accidentes domésticos y de tránsito. Infecciones. Desinfección y antisepsia. El empleo de antibióticos y la automedicación. Infecciones de Transmisión Sexual (ITS): gonorrea, sífilis, HPV, SIDA. Prevención de la hepatitis, hidatidosis, toxoplasmosis, Dengue, Chagas. Prevención de afecciones cardiovasculares. Prevención del cáncer⁴.

En la **tercera secuencia** se trabajó la unidad 3: Salud sexual y reproductiva. Sexualidad humana: sus dimensiones biológica, psicológica y social.

La construcción social de la sexualidad: rol de género. Sexo cromosómico. Caracteres sexuales. Aparato genital masculino. Anatomía y fisiología de los órganos externos e internos. Estructura del tubo seminífero. Espermatogénesis. Espermatozoide. Esperma. Aparato genital femenino. Anatomía y fisiología de los órganos externos e internos. Histología del ovario y del útero. Ovogénesis. Ovocito. Ciclo sexual femenino y su regulación. La respuesta sexual humana. Fecundación. Sus etapas. Anticoncepción.

De la misma forma en que se analizó para primer año, en tercer año las estrategias de enseñanza planificadas, así como las competencias, el perfil de

⁴ Los temas destacados en negrita corresponden al segundo proyecto dentro de la segunda secuencia.

inteligencias que se deberá atender, las actividades, las formas de evaluación y los tipos de instrumentos, son los mismos en las diferentes secuencias y similares a los utilizados en primer año.

En las actividades de la segunda secuencia se introduce de forma diferente a primer año y a las otras secuencias de tercer año actividades vinculadas a la dramatización y creación de canciones. En tanto en la primera secuencia se elaboran pósteres y en la tercera secuencia se construyen maquetas.

Se planificó la recurrencia y espiralización de las dimensiones de la competencia científica, siendo tratadas cada una de las dimensiones en los distintos proyectos.

En la tabla 36 se comparan las preguntas problema, las preguntas investigables generadoras, las actividades experimentales y la temporalización.

Tabla 36
Comparación de secuencias didácticas de tercer año.

	Primera	Segunda	Tercera
Preguntas problema	¿Qué factores inciden en la calidad del agua? ¿Qué factores inciden en la calidad de vida de las personas?	¿Qué noxas del ambiente pueden afectar nuestra salud? ¿Qué son las ITS?	¿Qué significa rol de género? ¿Cuáles son los estereotipos de género? ¿Qué métodos anticonceptivos conocen?
Pregunta investigable generadora	¿Qué información nos brindan los indicadores de salud en Paso de los Toros? ¿Cómo incide la acción del hombre en la calidad del agua del Río Negro en Paso de los Toros?	¿Cuál es el mejor desinfectante en nuestra casa? ¿Cómo se previenen las ITS en Paso de los Toros?	¿Qué opinan los estudiantes del Liceo n.º 2 de Paso de los Toros sobre el rol que deben cumplir el varón y la mujer en su hogar? ¿Cuál es el método anticonceptivo más utilizado por los jóvenes de Paso de los Toros?
Actividad experimental o trabajo de campo	Salida de campo Recipientes con agua expuestos a diferentes condiciones.	Cultivo de bacterias y/u hongos luego del uso de desinfectantes y encuestas para el segundo proyecto.	Investigación área social
Temporalización	Marzo y abril	Mayo y junio	Julio, agosto, setiembre y primera semana de octubre

Nota. Fuente: elaboración propia.

La planificación de varias secuencias y proyectos durante el año posibilita el abordaje, en reiteradas ocasiones, de la elaboración de la pregunta, lo que apunta a mejorar el desarrollo en dicha dimensión que presenta una gran dificultad, lo mismo que en las otras dimensiones, lo que se aprecia también en la frecuencia y repetición de algunas actividades realizadas.

Secuencias de Cuarto año

Se planificaron seis proyectos para las tres unidades de las que consta el programa. Se distribuyó en tres proyectos para la primera unidad, dos para la segunda y uno para la tercera. En este caso, cada proyecto corresponde a una secuencia, que son representadas en la tabla 37.

Tabla 37

Organización de las seis secuencias a partir de las tres unidades programáticas en cuarto año.

Unidades	Temas	Proyectos	Secuencias
1	¿Cómo se originó la vida en la tierra?	1. Crecimiento de hongos	Primera
		2. Biomoléculas	Segunda
		3. Tipos de células	Tercera
2	¿Por qué la unidad y la diversidad?	4. ADN	Cuarta
		5. Mitosis	Quinta
3	¿Cómo comienza el estudio de la variación hereditaria?	6. Cruzamientos en <i>Drosophila</i>	Sexta

Nota. Fuente: elaboración propia.

Para la comparación se seleccionan las secuencias, cuya implementación fue observada al realizar las visitas a las clases. En ambos grupos se observaron clases correspondientes a la primera y la segunda secuencia, mientras que la observación de la tercera clase correspondió a secuencias distintas: en un grupo se observó la secuencia sobre ADN (cuarta) y en el otro grupo la secuencia sobre el tema mitosis (quinta). Por esta razón, en la tabla 38 se comparan cuatro secuencias. En Anexo 1 se encuentra la planificación de las seis secuencias.

Tabla 38
Comparación de secuencias didácticas de cuarto año.

	Primera	Segunda	Cuarta	Quinta
Preguntas problema	¿Qué condiciones tuvo en cuenta Redi para refutar la teoría de la generación espontánea?	¿Qué método de extracción puedo utilizar para identificar las biomoléculas presentes en los ingredientes de la ensalada?	¿Cómo debemos proceder para extraer ADN?	¿Cómo procedes para realizar un preparado para observar mitosis en <i>Allium cepa</i> ?
Pregunta investigable generadora	¿Qué condiciones ambientales deben generarse para que crezcan hongos en el trozo de pared recolectado?	¿Qué tipo de biomoléculas se encuentran en el plato de ensalada que preparó mi madre?	¿Qué diferencias macroscópicas se pueden observar entre los ácidos nucleicos de diferentes frutos, incluidas las de árboles autóctonos? ¿Qué diferencias macroscópicas existen entre el ADN de algún fruto con ADN humano?	¿Qué fases de la mitosis puedes observar en el preparado fresco o fijo seleccionado? ¿Qué fase predomina en tu preparado?
Actividad experimental	Experiencia de Redi teniendo en cuenta diferentes variables y usando distintos substratos	Extracción de pigmentos de vegetales y cromatografía.	Extracción de ADN de diferentes frutos y de mucosa bucal.	Observación de mitosis en raicillas de <i>Allium cepa</i> .
Temporalización	Marzo y abril.	Abril y mayo	Julio y agosto	Agosto y septiembre

Nota. Fuente: elaboración propia

Los contenidos conceptuales de la **primera secuencia** correspondieron a la unidad 1: Distintas teorías sobre el origen de la vida. Evolución prebiótica, hipótesis de Oparín. Moléculas precursoras de la vida.

En la **segunda secuencia** se continuo con el estudio la unidad 1: composición del protoplasma. Biomoléculas. Enzimas.

En la **cuarta secuencia** se trabajó con la unidad 2: ADN: estructura, duplicación y código genético. Genes. Mutación. Proyecto genoma humano. Tecnología del ADN recombinante. Aplicaciones. Las proteínas como producto final

de la expresión genética. Biotecnologías tradicionales y actuales. Ingeniería genética. Aspectos bioéticos de la manipulación Genética.

Asimismo, en la **quinta secuencia** se prosiguió con la unidad 2: núcleo, cromosomas. Ciclo celular. Proceso mitótico, organismos idénticos. Clonación natural y artificial. Proceso meiótico y variabilidad genética. Cariotipo, cariógrama. Haploidía y diploidía. Síndromes. Sexo cromosómico.

Igual que para los cursos de primer y tercer año de ciclo básico analizados previamente, en el curso de cuarto año o primero de bachillerato puede apreciarse similitud en cuanto a las estrategias de enseñanza, las competencias, el perfil de inteligencias, las actividades, las formas de evaluación y los tipos de instrumentos.

Además, se planificó la recurrencia y espiralización de las dimensiones de la competencia científica, siendo abordadas cada una de estas en los distintos proyectos.

También en el curso de primero de bachillerato se aprecian diferencias en las preguntas investigables, las preguntas problema y las actividades experimentales, las cuales cambian, como es lógico, según el tema del proyecto.

Se aprecia que se retoman durante el año las distintas dimensiones por la reiteración de las actividades realizadas en cada secuencia.

4.2.2. Comparación entre las secuencias de los diferentes niveles

Las formas de enseñar y de aprender planificadas en las secuencias didácticas correspondieron a estrategias didácticas ya utilizadas en otros modelos, como la interrogación didáctica, historia de las ciencias, recurrencia y espiralización, trabajo con el error e ideas previas, entre otras.

Las estrategias nuevas planificadas e implementadas estuvieron relacionadas al proceso de investigación, las mismas fueron planteadas como actividades: elaborar preguntas investigables, formular hipótesis, construir un marco teórico, realizar un diseño metodológico, efectuar experimentos, analizar resultados y elaborar conclusiones.

Estas actividades o estrategias de investigación se reiteraron en cada uno de los proyectos de investigación escolar implementados en el transcurso del

año, donde cada proyecto correspondió a una secuencia didáctica, aunque en algunos casos una misma secuencia tuvo dos proyectos.

A continuación, se expone un cuadro de síntesis que permite comparar las diferencias entre los disímiles niveles. Para ello se descartan los aspectos similares, y se selecciona la principal categoría diferente, correspondiente a la pregunta investigable generadora.

Se denomina de esta forma, en esta investigación, a la pregunta que se utiliza como disparador en una clase y a partir de la cual surgen las preguntas investigables que plantea cada subgrupo. Se agrupan en la tabla 39.

La profesora plantea la pregunta y a continuación juega con las variables, por ejemplo, para el curso de primer año la docente pregunta “¿Qué seres vivos hay en el patio del liceo?”. Luego hace otras preguntas, como por ejemplo “¿Serán los mismos los que viven en un árbol o en otro? ¿O los que viven en el césped? ¿En la hojarasca? ¿En un lugar húmedo o en uno seco?”. Enseña que se trata de diferentes variables que pueden incidir en los resultados. Luego, invita a los estudiantes para que cada subgrupo escoja la variable que le interesa investigar y a partir de dicha elección los estudiantes elaboran sus preguntas investigables.

El análisis de las preguntas de acuerdo con la metodología que se requiere para responderlas y los temas que se abordan en cada programa, indica que: en primero y cuarto año las preguntas investigables generadoras se responden con actividad experimental, en tanto las preguntas de tercer año la mayoría requiere una investigación dentro del área social y se responden con trabajo de campo en el que se pueden utilizar encuesta o la observación, entre otras técnicas. En tercer año solamente la pregunta referida a la calidad del agua del río y el mejor desinfectante requieren de la implementación de actividad experimental para obtener una posible respuesta. En la tabla 39 se puede apreciar lo expresado.

Tabla 39
Preguntas investigables generadoras por nivel en cada secuencia.

Secuencias/ niveles	Primera	Segunda	Tercera
Primero	¿Qué seres vivos hay en el patio del Liceo?	¿Qué diferencias presentan los vegetales del plato de ensalada cuando se observan con el microscopio?	¿Qué pigmentos se encuentran en los vegetales que utilizamos en nuestras comidas? ¿Cuánto alimento requieren los gusanos de seda desde que eclosionan del huevo hasta que hacen capullo? ¿Cómo varía el crecimiento en relación con la temperatura? ¿Cómo influye la cantidad de luz en el consumo del alimento en las larvas? ¿Cómo afecta la cantidad de alimento el crecimiento?
Tercero	¿Qué información nos brindan los indicadores de salud en Paso de los Toros? ¿Cómo incide la acción del hombre en la calidad del agua del Río Negro en nuestra ciudad?	¿Cuál es el mejor desinfectante en nuestra casa? ¿Cómo se previenen las ITS en Paso de los Toros?	¿Qué opinan los estudiantes del Liceo n.º 2 de Paso de los Toros sobre el rol que deben cumplir el varón y la mujer en su hogar? ¿Cuál es el método anticonceptivo más utilizado por los jóvenes de Paso de los Toros?
Cuarto	¿Qué condiciones ambientales deben generarse para que crezcan hongos en el substrato x?	¿Qué tipo de biomoléculas se encuentran en el plato de ensalada que preparó mi madre?	¿Qué diferencias macroscópicas se pueden observar entre los ácidos nucleicos de diferentes frutos recolectados, incluidas las de árboles autóctonos? ¿Qué diferencias macroscópicas existen entre el ADN de algún fruto con ADN humano?

Nota. Fuente: elaboración propia.

En primer y cuarto año aparecen preguntas que, si bien son similares, a partir de la terminología utilizada se da cuenta de la profundización que se realiza en el tema. Es decir, la misma pregunta permite abordar un tema con diferente profundidad acorde con el nivel: en primero se pregunta sobre los pigmentos que se encuentran en los vegetales utilizados en la comida, mientras en cuarto la pregunta apunta a las biomoléculas presentes en los vegetales de una ensalada.

En relación a las preguntas sobre las diferencias macroscópicas observables en el ADN, es preciso aclarar que, aunque el docente conozca que no es

posible observar ninguna diferencia, los estudiantes no lo saben y la indagación permite trabajar con esas ideas previas que poseen.

Las preguntas elaboradas poseen determinadas características: 1) Comienzan por pronombres interrogativos tales como el “¿qué...?” o el “¿cómo...?” 2) Son preguntas abiertas que no se responden con sí o no. 3) Están contextualizadas, ya que se refieren a la ciudad, al liceo, o al entorno del estudiante, por lo que no pueden responderse buscando información en libros o en internet, la respuesta solamente puede surgir del trabajo de campo o de laboratorio.

4.2.3. Implementación que realizaron las docentes del modelo de aprendizaje por investigación

Temas

La observación de las 18 clases se realizó en un total de 7 visitas al centro, distribuidas entre abril y setiembre.

El instrumento de observación de clases que se presentó en el apartado 3.5.2, constó de dos partes: 1) Una lista de cotejo sobre las capacidades de la competencia científica trabajadas, a la que se agregaron dos columnas, una para incorporar los recursos y otra para reflexiones. 2) Posteriormente se elaboró una rúbrica que se aplicó a la observación de las diferentes capacidades de la competencia científica, en la que se describieron cuatro niveles de desempeño: experto, avanzado, aprendiz y novel.

El instrumento, en este caso la rúbrica, se testeó conforme a lo indicado en la metodología.

Se observaron tres clases, de tres secuencias diferentes, de cada docente, en los dos grupos seleccionados de primero y tercero, en tanto se asistió a cuatro secuencias en cuarto año. La duración de cada clase fue de 45 minutos. Los temas trabajados en cada clase se resumen en la tabla 40.

Tabla 40

Temas abordados en las 18 clases observadas, se agregan las fechas de visitas.

Secuencias	Grupos	Docente 1 1.º año	Docente 2 3.º año	Docente 3 4.º año
Primera	1	Seres vivos que viven en el patio del liceo (04/04)	Influencia del hombre en los ecosistemas(04/04)	Teorías de origen de la vida (06/04)
	2	Seres vivos que viven en el patio del liceo (04/04)	Influencia del hombre en los ecosistemas(04/04)	Teorías de origen de la vida (06/04)
Segunda	1	Observación de células(27/06)	Noxas (16/05)	Biomoléculas (25/05)
	2	Observación de células (27/06).	Noxas (16/05)	Biomoléculas (25/05)
Tercera	1	Nutrición vegetal: extracción de pigmentos (26/09)	Rol de género y genitales (29/08)	ADN (27/06)
	2	Nutrición vegetal: extracción de pigmentos (26/09)	Rol de género (29/08)	Mitosis (31/08)

Nota. Fuente: elaboración propia

En el curso de primer año se observaron clases en las que se trabajó con tres temas diferentes, correspondientes a tres de las secuencias planificadas. Coincidieron los temas de cada secuencia en los dos grupos observados, ya que, en los grupos de primer año, las tres visitas se efectuaron en las mismas fechas para los dos grupos.

En el curso de tercero también se observó el trabajo con tres temas diferentes, correspondientes a tres de las secuencias planificadas, uno por secuencia y también coincidieron los temas en los dos grupos.

En tanto en cuarto año la observación de las clases involucró cuatro temas diferentes, que correspondieron a cuatro secuencias distintas, ya que en la tercera visita no fue posible visitar los dos grupos, efectuando la observación de la tercera clase con temas distintos, pertenecientes a diferentes secuencias.

Dimensiones y capacidades de las competencias científicas desarrolladas en cada clase

En relación con las dimensiones y capacidades de la competencia científica, que se desarrollaron en cada clase, se plantearon actividades diversas, que

potenciaron un abanico de posibilidades para favorecer su impulso. En todas ellas se identificaron problemas científicos para resolver y se promovió el trabajo en equipo de los estudiantes. Se pueden apreciar en la tabla 41 las capacidades abordadas.

Tabla 41

Dimensiones y capacidades de la competencia científica trabajados en las 18 clases observadas.

Secuencias	Grupos	Docente 1 1.º año	Docente 2 3.º año	Docente 3 4.º año
Primera	1	Elaboración de preguntas investigables e hipótesis.	Diseño experimental	Preguntas investigables, hipótesis y variables
	2	Elaboración de preguntas investigables e hipótesis.	Diseño experimental	Marco teórico.
Segunda	1	Experimentación y observación.	Experimentación.	Comunicación: defensa del póster.
	2	Experimentación y observación.	Experimentación.	Comunicación: defensa del póster.
Tercera	1	Comunicación: redacción de informe y póster.	Diseño póster	Pregunta investigable
	2	Redacción de los resultados y las conclusiones.	Análisis de resultados de las encuestas	Experimentación, observación y modelización.

Nota. Fuente: elaboración propia.

Niveles de promoción de las capacidades de la competencia científica

Para analizar los niveles de promoción de las capacidades de la competencia científica implementados por las docentes, se utilizó la rúbrica que se encuentra en la tabla A.4, la cual los gradúa en niveles de experto, avanzado, básico y novel, para cada una de las capacidades observadas en las clases visitadas.

En la tabla 42 se comparan los niveles cuando se aplica la rúbrica a la observación de las clases.

Tabla 42

Nivel de promoción de las dimensiones y capacidades de la competencia científica trabajados en las 18 clases observadas.

Secuencias	Grupos	Observación 1	Observación 2	Observación 3
Primera	1	Novel	Avanzado	Novel
	2	Novel	Avanzado	Novel
Segunda	1	Básico	Novel	Novel
	2	Básico	Novel	Novel
Tercera	1	Novel	Novel	Básico
	2	Novel.	Novel	Avanzado

Nota. Fuente: elaboración propia.

Los resultados indican que en 12 clases de las 18 observadas cuando se trabaja con las diferentes capacidades el nivel de promoción de las capacidades de la competencia científica se encuentra en nivel novel. En tres clases se alcanza el nivel básico y también en tres clases se logra el nivel avanzado.

Asimismo, se aprecia que el nivel avanzado ocurre tanto en el transcurso de la tercera secuencia como en la primera.

Observación de una clase

Cada una de las secuencias se organizó desde un enfoque dual que tuvo en cuenta tanto aspectos didácticos como epistemológicos. De acuerdo a ello se partió de problemáticas del contexto que permitieran abordar los contenidos curriculares, se priorizó el interés de los estudiantes en la elección de las variables involucradas, y se utilizaron tanto estrategias didácticas como estrategias propias de la metodología de investigación. En el proceso se logró la elaboración de Proyectos de Introducción a la Investigación (PII) y el desarrollo de las diferentes dimensiones de la competencia científica.

A partir de la situación problema sobre los hongos de la pared, se propone la pregunta investigable generadora “¿Qué condiciones ambientales se necesitan para que crezcan hongos en el trozo de pared recolectado o sobre otro sustrato?”.

Esta pregunta investigable generadora posibilita que el docente utilizando la interrogación didáctica vaya recabando diferentes condiciones que mencionan los estudiantes y realice un registro en la pizarra o puede utilizar la aplicación

Mentimeter para que los estudiantes contesten sobre las condiciones ambientales utilizando el celular y proyecta las respuestas en el televisor. Posteriormente la docente los invita a que cada subgrupo seleccione la variable y el sustrato que desea investigar. Esta decisión que pueden tomar los estudiantes es muy importante, ya que, si bien el tema de investigación está acotado, que los discentes puedan elegir el sustrato y la variable implica tomar en cuenta sus intereses, lo que repercute en la motivación intrínseca y el aprendizaje. El uso de la aplicación y los celulares es un plus en la motivación, que se puede lograr, en la tarea que están realizando.



Figura 5. Estudiantes pensando la pregunta investigable. Fuente: elaboración propia.

Las preguntas investigables que elaboraron los estudiantes en la primera instancia fueron las siguientes: “¿En qué condiciones crecen los hongos con mayor rapidez en frutas y verduras?” (Natalia, Verónica y Yonara), “¿En qué condiciones un hongo descompone la fruta más rápido?” (Facundo, Micaela, Belén y Sofía), “¿Cuál es el período de formación de hongos en las frutas seleccionadas?” (Estefani, Victoria y Lucía), “¿Por qué surge el hongo en la fruta?” (Enara, Nicol y Henry), “¿En qué condiciones surge la vida en la carne?” (Maydé, Camila y Antony), “¿En cuánto tiempo surge la vida en la carne putrefacta?” (Nahuel, Pablo y Darena), “¿En qué condiciones aparece el hongo en la fruta?” (Sebastián, Facundo y Gerónimo).

Puede apreciarse que muchas de las preguntas necesitan la orientación del docente para su reformulación, ya que no cumplen con los requisitos para ser preguntas investigables. Las que refieren a las condiciones deberán acotarse para trabajar una sola variable, ya que dentro del concepto de condiciones hay muchas involucradas y lo recomendable es que la pregunta se refiera a una sola

variable independiente, para facilitar la medición de la misma. Las sugerencias que se pueden realizar pueden referirse a cómo influye la humedad, la temperatura o el recipiente, entre otras variables. Se deja que los estudiantes decidan la variable. Además, tienen que definir el sustrato, no pueden preguntar por las frutas o verduras en general, sino que tendrán que elegir la fruta o la verdura con la que van a trabajar.

La pregunta investigable podría ser “¿Cómo afecta la temperatura la aparición de hongos en el tomate?”. Deberán controlarse las otras variables que pueden incidir, por ejemplo, humedad, maduración del tomate, recipiente en el cual se coloca, entre otras.

La pregunta “¿Por qué surge el hongo en la fruta?” tampoco es investigable, ya que conocer las razones por las cuales “surgen” los hongos implica muchos factores que pudieron incidir. De nuevo deberán acotar la pregunta a una variable dependiente e independiente. La pregunta podría ser orientada a “¿En qué fruta aparecen primero los hongos, estando todas en las mismas condiciones ambientales?”.

Se puede apreciar una pregunta investigable que proporciona información sobre las ideas previas que puede tener el estudiante. “¿En qué condiciones surge la vida en la carne?” está indicando que dichos estudiantes no han superado la idea de la generación espontánea, que permanece como una “idea previa”. Estos estudiantes, con la orientación de la docente y el marco teórico trabajado, posteriormente reformularon la pregunta de esta forma “¿En qué tipo de carne aparecen primero las larvas?”. Experimentaron con carne de pollo, pescado y vaca, además utilizaron un frasco testigo cerrado.

En tanto la pregunta que se encuentra en la figura 6 involucra a dos variables, por un lado, se controlará el tiempo y por otro lado se seleccionarán las frutas en las que se quiere investigar.

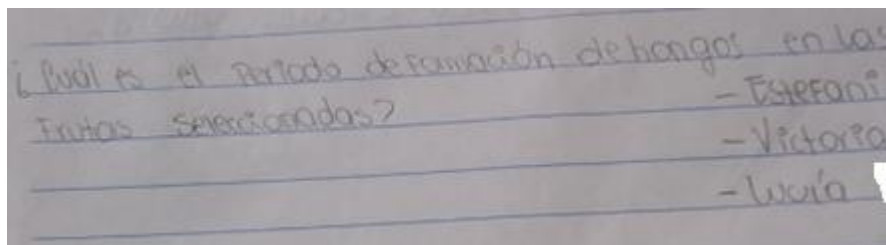


Figura 6. Pregunta investigable inicial de estudiantes de 1.º de bachillerato. Fuente: elaboración propia.

Se trata de una pregunta acotada e investigable. Deberán controlarse las demás variables que inciden en el proceso.

4.3. Evolución de los estudiantes en las distintas dimensiones y capacidades que incluye la competencia científica, desde el inicio hasta el final de la investigación-acción

El análisis de documentos comprende el estudio de los trabajos de los estudiantes: propuesta de evaluación inicial, final y los pósteres. Las primeras fueron aplicadas a los seis grupos, y la aplicación de la propuesta final se aplicó además a dos grupos testigos.

Se realizó un “pretest” para probar el instrumento en los tres niveles, en grupos de una Escuela Técnica y un colegio privado de la ciudad de Paso de los Toros, para interpretar si las consignas eran claras para los estudiantes, a partir de lo cual se realizaron correcciones a las mismas.

Se complementa el análisis cualitativo con uno cuantitativo integrado, que consiste en procesar en los programas SPSS v.25 (IBM, 2017) y Epidat ((Hervada et al, 2006) los datos obtenidos de los resultados logrados en las evaluaciones iniciales y finales.

4.3.1. Propuesta inicial

Fue realizada por 115 estudiantes, distribuidos en 38 estudiantes de primer año, 33 de tercero y 44 de cuarto año.

En cada prueba se analizaron las dimensiones de la competencia científica correspondientes a: 1) Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica. 2) Identificar problemas científicos.

Definir los objetivos de una investigación. Formular las hipótesis. 3) Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva. 4) Identificar variables. Diseñar una metodología. Realizar experiencias. 5) Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos). 6) Formular conclusiones. 7) Dar a conocer los resultados. 8) Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones. 9) Identificar prácticas científicas beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos.

Para valorar los resultados de las pruebas se aplicó una rúbrica con cuatro niveles de desempeño: excelente, muy bueno, aceptable y no logra, a cada nivel le correspondía 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.

Resultados en Propuesta inicial de 1.º 1.ª

En la tabla 43 se aprecia los resultados obtenidos en el 1.º 1.ª, por cada estudiante en cada una de las dimensiones de la competencia científica.

De la tabla se desprende que de los 18 estudiantes solamente 3 obtuvieron aceptable, mientras que 15 de ellos se ubican en el insuficiente.

Si se analiza por dimensión de la competencia científica, las dimensiones 1 y 5 son en las que mayor número de estudiantes alcanzan el aceptable, 13 estudiantes de 18.

Le siguen la dimensión 2 y 8 con 11 estudiantes que resuelven aceptablemente.

Las dimensiones en las que presentan mayor dificultad son la 4, la que 14 estudiantes no logran resolver y la 7, en la que son 15 los estudiantes que no lo logran.

Tabla 43

Resultados obtenidos por los estudiantes de 1.º 1.ª en cada una de las dimensiones de la competencia científica.

Estu- diantes	1. Identifi- car cues- tiones científi- cas. Expli- car fenóme- nos cientí- ficamente Utilizar evidencia científica.	2. Identifi- car pro- blemas científi- cos. Defi- nir los objetivos de una in- vestiga- ción. Formular hipótesis	3. Bus- car in- formaci- ón de di- ferentes fuentes y valo- rarla de forma crítica y refle- xiva.	4. Identifi- car va- riables. Diseñar una meto- dología. Realizar experien- cias.	5. Proce- sar los resulta- dos en distintos formatos (tablas, gráficos)	6. Formu- lar conclu- siones.	7. Dar a conocer los resul- tados.	8. Traba- jar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compa- ñeros y tomar decisio- nes.	9. Identifi- car prácti- cas científicas beneficio- sas para la mayoría de los ciu- dadanos.	Puntaje total por estu- dian- te.
1.SS	1	1	0	1	1	1	0	3	0	8
2.GR	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
3.VM	1	1	0	0	2	0	0	0	0	4
4.MS	2	1	2	0	2	1	0	2	0	10
5.LO	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
6.SP	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
7.BM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.NA	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3
9.VG	0	0	2	0	0	0	0	3	2	7
10.GM	0	1	2	0	2	1	0	2	1	9
11.CM	1	1	2	0	2	1	0	3	1	11
12.LM	3	1	2	1	2	2	0	1	1	13*
13.MM	0	1	2	0	1	1	1	3	1	10
14.CG	1	2	2	0	2	0	1	2	1	11
15.MM	1	0	0	1	0	0	0	2	0	4
16.OV	1	0	2	0	1	0	1	3	0	8
17.GF	1	3	2	0	2	1	0	3	1	13*
18.EA	1	3	2	0	2	1	0	3	1	13*
Sub.t.1	10	8	0	4	5	7	3	0	7	44
Sub.t.2	2	1	10	0	8	1	0	4	1	27
Sub.t.3	1	2	0	0	0	0	0	7	0	10
Total	13*	11	10	4	13*	8	3	11	8	81
acepta- bles										
Total in- suficien- tes	5	7	8	14***	5	10**	15***	7	10**	81

Nota: Los números que se aprecian en la tabla: 0, 1, 2, y 3 corresponden al puntaje obtenido al aplicar la rúbrica (0-no satisface, 1-aceptable, 2-muy bueno y 3-excelente) En las filas de subtotales aparece el número de estudiantes que obtuvo 1, 2 o 3 en cada capacidad.

El asterisco (*) en la última columna indica que el puntaje obtenido por los estudiantes corresponde a una calificación aceptable.

En tanto el asterisco en la penúltima fila señala las capacidades en las que el 70% o más del grupo lograron puntaje suficiente. El triple asterisco (***) en la última fila denuncia las capacidades en las que el 70% o más del grupo obtuvieron insuficiente. Mientras que el doble asterisco (**) revela que el 50% del grupo recibió insuficiente en esas capacidades. Fuente: elaboración propia.

Resultados propuesta inicial 1.º 3.ª

En 1.º 3.ª los resultados se pueden ver en la tabla 44.

Tabla 44

Resultados obtenidos por los estudiantes de 1.º 3.ª en cada una de las dimensiones de la competencia científica.

Estu- dian- tes	1. Identifi- car cues- tiones científi- cas. Explicar fenóme- nos cientí- ficamente Utilizar evidencia científica.	2. Identifi- car pro- blemas científi- cos. Defi- nir los objetivos de una in- vestiga- ción. Formular hipótesis	3. Bus- car in- formaci- ón de di- ferentes fuentes y valo- rarla de forma crítica y refle- xiva.	4. Identifi- car va- riables. Diseñar una meto- dología. Realizar experien- cias.	5. Proce- sar los resulta- dos en distintos formatos (tablas, gráficos)	6. Formu- lar conclu- siones.	7. Dar a conocer los resul- tados.	8. Traba- jar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compa- ñeros y tomar decisio- nes.	9. Identifi- car prácti- cas científicas beneficio- sas para la mayoría de los ciu- dadanos.	Puntaje total por estu- dian- te.
1. RO	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
2. RA	1	2	1	0	2	0	0	3	0	9
3. KA	1	2	2	0	3	0	0	3	1	12
4. LS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. LC	0	2	0	0	2	0	0	0	0	4
6. PP	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
7. LR	1	1	2	1	3	0	0	3	0	11
8. NP	0	1	2	0	0	0	0	3	0	6
9. AM	1	1	2	0	0	0	0	0	0	4
10. MM	1	2	2	0	2	0	0	3	1	11
11. SP	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
12. MR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13. RL	0	0	2	1	1	0	0	3	0	7
14. NT	1	1	2	0	0	0	0	3	0	7
15. SP	1	1	2	0	0	0	0	0	0	4
16. MS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17. AG	1	0	0	0	1	0	0	3	0	5
18. JO	0	0	1	1	0	0	0	1	1	4
19. AC	1	3	2	1	1	1	0	3	0	12
20. AG	2	3	2	1	3	1	0	3	2	17*
Sub.t.1	11	6	2	5	4	2	0	1	3	34
Sub.t.2	1	4	12	0	3	0	0	0	1	21
Sub.t.3	0	2	0	0	3	0	0	10	0	15
Total acepta- bles	12	12	14*	5	10	2	0	11	4	70
Total in- suficien- tes	8	8	6	15***	10**	18***	20***	9	16***	110

Nota: Los códigos de los asteriscos y numeración son los mismos explicados en la tabla 43 para 1º1.
Fuente: elaboración propia.

De la tabla se desprende que de los 20 estudiantes solamente 1 obtuvo aceptable en el puntaje total de la prueba, 19 de ellos se ubican en el insuficiente.

Si se analiza por dimensión de la competencia científica, en la dimensión 3 es en la que obtienen mejores resultados, 14 estudiantes la resuelven entre aceptable y muy bueno, en las dimensiones 1 y 2 son doce estudiantes que alcanzan el aceptable y el muy bueno

Las dimensiones en las que presentan mayor dificultad son la 6 y la 7. En la 7 que corresponde a “dar a conocer los resultados”, los 20 estudiantes no logran resolverla. En tanto la 6 que atañe a “formular las conclusiones” 18 estudiantes no logran el aceptable.

Resultados propuesta inicial 3.º 2.ª

En la tabla 45 se aprecian los resultados obtenidos por 3.º 2.ª en la evaluación al inicio del año lectivo.

Tabla 45

Resultados obtenidos por los estudiantes de 3.º 2.ª en cada una de las dimensiones de la competencia científica.

Estu- diantes	1.Identifi- car cues- tiones científi- cas. Expli- car fenóme- nos cientí- ficamente Utilizar evidencia científica.	2.Identifi- car pro- blemas científi- cos. Defi- nir los objetivos de una in- vestiga- ción. Formular hipótesis	3. Bus- car in- formaci- ón de di- ferentes fuentes y valo- rarla de forma crítica y refle- xiva.	4. Identi- ficar va- riables. Diseñar una meto- dología. Realizar experien- cias.	5.Proce- sar los resulta- dos en distintos formatos (tablas, gráficos)	6. Formu- lar conclu- siones.	7. Dar a conocer los resul- tados.	8.Traba- jar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compa- ñeros y tomar decisio- nes.	9. Identifi- car prácti- cas científicas beneficio- sas para la mayoría de los ciu- dadanos.	Puntaje total por estu- dante.
1. AS	1	0	0	1	0	0	1	3	1	7
2. AR	3	0	2	1	0	0	1	3	1	11
3. BM	2	1	2	1	3	0	1	3	1	14*
4. DP	1	3	0	1	0	2	1	3	1	12
5. EM	2	1	2	1	1	1	2	3	0	13*
6. FS	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3
7. FC	2	1	2	0	0	0	0	3	1	9
8. JL	2	1	3	1	3	1	2	3	1	17*
9. KF	2	1	2	1	0	0	1	3	1	11
10. MV	2	3	3	0	3	2	1	3	1	18*
11. MC	1	1	3	1	0	0	1	3	1	11
12. MC	2	1	0	0	1	0	1	3	1	9
13. MG	0	1	0	0	0	0	1	3	1	6
14. SV	2	3	3	1	0	2	1	3	1	16*
15.SG	1	1	2	0	0	0	0	3	1	8
16. SF	2	0	1	1	0	0	1	3	1	9
17. VO	1	1	2	0	1	0	1	3	3	12
Sub t.1	5	10	1	11	3	2	12	0	14	58
Sub t. 2	10	0	7	0	0	4	2	0	0	23
Sub t. 3	1	3	4	0	4	0	0	16	1	29
T. Acept.	16*	13*	12	11	7	6	14*	16*	15*	110
T. Insuf.	1	4	5	6	10***	11***	3	1	2	43

Nota: Los códigos de los asteriscos y numeración son los mismos explicados en la tabla 43 para 1º1.
Fuente: elaboración propia.

De la tabla se descifra que en 3.º 2.ª asisten 17 estudiantes el día que se realiza la evaluación, de los cuales cinco logran un resultado aceptable en el puntaje total.

Cuando se analiza por dimensión de la competencia científica, se aprecia que en las dimensiones 1, 2, 7, 8 y 9 es en las que se obtienen mejores resultados, destacándose en las dimensiones 1 y 8, en las que 16 estudiantes de los 17 logran entre el aceptable y el excelente.

Las dimensiones en las que encuentran mayor dificultad son la 5 y la 6.

Resultados propuesta inicial 3.º 3.^a

En la tabla 46 se aprecian los resultados obtenidos por 3.º 3.^a en la evaluación al inicio del año lectivo.

Tabla 46

Resultados obtenidos por los estudiantes de 3.º 3.^a en cada una de las dimensiones de la competencia científica.

Estu- diantes	1. Identifi- car cues- tiones científi- cas. Expli- car fenóme- nos cientí- ficamente Utilizar evidencia científica.	2. Identifi- car pro- blemas científi- cos. Defi- nir los objetivos de una in- vestiga- ción. Formular hipótesis	3. Bus- car in- formaci- ón de di- ferentes fuentes y valo- rarla de forma crítica y refle- xiva.	4. Identifi- car va- riables. Diseñar una meto- dología. Realizar experien- cias.	5. Proce- sar los resulta- dos en distintos formatos (tablas, gráficos)	6. Formu- lar conclu- siones.	7. Dar a conocer los resul- tados.	8. Traba- jar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compa- ñeros y tomar decisio- nes.	9. Identifi- car prácti- cas científicas beneficio- sas para la mayoría de los ciu- dadanos.	Puntaje total por estu- dante.
1. AG	2	1	3	0	0	0	0	3	1	10
2. CB	2	0	2	0	0	1	1	3	1	10
3. CM	1	0	0	0	1	1	1	3	1	8
4. DG	1	1	1	0	0	0	0	3	1	7
5. GB	1	1	2	0	0	0	0	3	1	8
6. IB.	2	0	0	0	3	0	1	3	0	9
7. JO	2	0	3	0	0	0	1	3	0	9
8. JL	1	1	2	0	0	0	0	3	1	8
9. LC	2	1	3	0	0	0	0	0	1	7
10. MM	0	0	3	0	0	0	0	3	1	7
11. NB	2	1	3	0	0	0	0	3	1	10
12. NV	2	0	2	0	0	1	1	3	1	10
13. RE	1	1	2	0	1	2	2	3	1	13*
14. VM	0	1	3	0	1	2	2	3	1	13*
15. VP	1	1	3	0	1	2	2	3	1	14*
16. YG	2	0	0	0	1	0	0	2	1	6
Sub t.1	6	9	1	0	5	3	5	0	14	43
Sub t. 2	8	0	5	0	0	3	3	1	0	20
Sub t. 3	0	0	7	0	1	0	0	14	0	22
T. Acept.	14*	9	13*	0	6	6	8	15*	14*	85
T. Insuf.	2	7	3	16***	10***	10***	8	1	2	59

Nota: Los códigos de los asteriscos y numeración son los mismos explicados en la tabla 43, para 1º1.
Fuente: elaboración propia.

La tabla ilustra que en 3.º 3.^a asisten 16 estudiantes el día que se realiza la evaluación, obteniendo resultado aceptable 3 estudiantes.

Cuando se analiza por dimensión de la competencia científica, se aprecia que en las dimensiones 1, 3, 8 y 9 es en las que se obtienen mejores resultados,

destacándose en la dimensión 8, en la que 15 estudiantes de los 16 logran entre muy bueno y excelente.

La dimensión en la que presentan mayor dificultad es la 4, la que concierne a “Identificar variables. Diseñar una metodología. Realizar experiencias”, donde el total de estudiantes de la clase obtiene insuficiente. Le siguen en dificultad las dimensiones 5 y 6, en las que 10 estudiantes del total no logran resolverla aceptablemente.

Resultados propuesta inicial 4.º 1.ª

En la tabla 47 se realiza el mismo análisis en uno de los grupos de bachillerato.

De la tabla se infiere que asistieron y realizaron la prueba 23 estudiantes, de los cuales 8 lograron un resultado aceptable.

Analizando por dimensión, el mejor resultado lo consiguieron en la dimensión 5, en la que el total de estudiantes logra el aceptable, asimismo alcanzaron también buenos resultados en las dimensiones 1, 2, 4 y 6.

Tabla 47

Resultados obtenidos por los estudiantes de 4.º 1.ª en cada una de las dimensiones de la competencia científica.

Estu- diantes	1. Identifi- car cues- tiones científi- cas. Expli- car fenóme- nos cientí- ficamente Utilizar evidencia científica.	2. Identifi- car pro- blemas científi- cos. Defi- nir los objetivos de una in- vestiga- ción. Formular hipótesis	3. Bus- car in- formaci- ón de di- ferentes fuentes y valo- rarla de forma crítica y refle- xiva.	4. Identifi- car va- riables. Diseñar una meto- dología. Realizar experiencias.	5. Proce- sar los resulta- dos en distintos formatos (tablas, gráficos)	6. Formu- lar conclu- siones.	7. Dar a conocer los resul- tados.	8. Traba- jar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compa- ñeros y tomar decisio- nes.	9. Identifi- car prácti- cas científicas beneficio- sas para la mayoría de los ciu- dadanos.	Puntaje total por estu- dante.
1. AG	1	1	2	3	1	1	1	3	1	14*
2. BA	3	2	3	2	2	1	1	3	2	19*
3. CR	2	3	0	1	1	3	0	0	0	10
4. DF	3	0	3	2	2	1	1	3	2	17*
5. EM	3	2	3	2	2	1	1	3	2	19*
6. EV	1	1	2	0	1	0	0	1	0	6
7. FC	1	3	0	1	1	1	0	0	1	8
8. FS	1	3	2	1	1	0	1	3	1	13*
9. FD	0	1	3	3	1	1	1	1	1	12
10. GA	1	3	0	1	1	1	0	3	1	11
11. HR	0	1	0	1	1	2	0	0	0	5
12. JB	1	1	0	1	1	2	0	0	0	6
13. LS	1	0	2	1	1	0	0	0	0	5
14. MV	3	2	3	2	2	1	1	3	2	19*
15. NS	1	1	2	3	1	1	1	3	1	14*
16. NR	1	2	1	1	1	1	1	3	1	12
17. NS	1	1	0	1	2	2	0	3	0	10
18. PF	1	1	2	3	1	1	1	3	1	14*
19. SG	1	3	0	1	1	1	0	3	1	11
20. SP	1	1	0	1	1	1	0	3	0	8
21. VC	1	2	1	1	1	1	1	1	1	10
22. VL	1	1	2	0	1	0	0	0	0	5
23. YG	1	3	0	1	1	1	0	3	1	11
Sub t.1	16	10	2	13	18	15	11	3	11	99
Sub t. 2	1	5	7	4	5	3	0	0	4	29
Sub t. 3	4	6	5	4	0	1	0	14	0	34
T. Acep.	21*	21*	14	21*	23*	19*	11	17	15	162
T. Insuf.	2	2	9	2	0	4	12***	6	8	45

Nota: Los códigos de los asteriscos y numeración son los mismos explicados en la tabla 43, para 1º1.

Fuente: elaboración propia.

La mayor dificultad la encontraron en la dimensión 7, en la que 12 estudiantes fueron insuficientes.

Resultados propuesta inicial 4.º 2.ª

En la tabla 48 se realiza el mismo análisis, efectuado en los grupos anteriores, para el 4.º 2.ª

Tabla 48

Resultados obtenidos por los estudiantes de 4.º 2.ª en cada una de las dimensiones de la competencia científica.

Estu- dian- tes	1. Identifi- car cues- tiones científi- cas. Expli- car fenóme- nos cientí- ficamente Utilizar evidencia científica.	2. Identifi- car pro- blemas científi- cos. Defi- nir los objetivos de una in- vestiga- ción. Formular hipótesis	3. Bus- car in- formaci- ón de di- ferentes fuentes y valo- rarla de forma crítica y refle- xiva.	4. Identifi- car va- riables. Diseñar una meto- dología. Realizar experien- cias.	5. Proce- sar los resulta- dos en distintos formatos (tablas, gráficos)	6. Formu- lar conclu- siones.	7. Dar a conocer los resul- tados.	8. Traba- jar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compa- ñeros y tomar decisio- nes.	9. Identifi- car prácti- cas científicas beneficio- sas para la mayoría de los ciu- dadanos.	Puntaje total por estu- dian- te.
1. AO	1	1	0	1	1	1	0	3	0	8
2. AP	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3
3. AR	1	1	0	2	1	0	1	3	1	10
4. AG	0	1	0	1	0	0	1	3	2	8
5. AL	1	1	0	2	1	0	1	3	1	10
6. BR	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
7. BA	0	1	0	3	0	1	1	3	0	9
8. CP	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
9. DP	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
10. DR	1	1	0	1	2	0	0	3	1	9
11. EL	2	1	0	3	0	1	1	3	2	13*
12. EC	1	1	0	3	0	1	1	3	0	10
13. EV	1	2	0	1	0	1	1	3	2	11
14. FC	2	2	0	3	0	1	1	3	2	14*
15. FD	0	2	0	2	1	0	1	3	1	10
16. GC	0	2	0	2	0	0	1	3	2	10
17. KD	2	1	0	3	0	1	1	3	2	13*
18. RS	1	2	0	2	0	1	1	3	2	12
19. SL	1	1	0	1	1	0	1	3	2	10
20. VA	0	3	0	2	1	0	0	3	1	10
21. YD	1	1	0	3	1	1	1	3	1	12
Sub t. 1	12	15	0	5	7	9	14	0	6	68
Sub t. 2	4	5	0	6	1	0	0	0	8	24
Sub t. 3	0	1	0	6	0	0	0	17	0	24
T. Acep.	16*	21*	0	17*	8	9	14	17*	14	116
T. Insuf.	5	0	21***	4	13***	12***	7	4	7	73

Nota: Los códigos de los asteriscos y numeración son los mismos explicados en la tabla 43, para 1º1.
Fuente: elaboración propia.

La información principal que surge de la tabla es que en el grupo de 4.º 2.ª asistieron el día de la prueba 21 estudiantes y de ellos solamente 3 obtuvieron calificación aceptable.

Cuando se analiza discriminando por dimensión de la competencia, alcanzan mejores resultados en las dimensiones 1, 2, 4 y 8, en las que logran el aceptable 16 estudiantes en la primera, 21 en la segunda y 17 estudiantes en las dimensiones 4 y 8.

La dimensión número 3 es la que les ofrece mayor dificultad, corresponde a “Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva”, en la misma 21 estudiantes no llegan al aceptable.

Otras dimensiones en las que presentan las mayores dificultades son la 5 y la 6, en las que 13 estudiantes en la primera y 12 en la segunda no consiguen el aceptable.

Comparación de los puntajes obtenidos por los seis grupos

En la tabla 49 se toman el total de estudiantes en cada grupo que logran el aceptable, muy bueno o excelente en cada dimensión de la competencia científica.

Se marca con un asterisco las dimensiones de la competencia en la que el número de estudiantes que lo logra supera el 70 % respecto al total del grupo.

Cinco de los seis grupos obtienen mejores resultados en la dimensión 1, que corresponde a “Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica”. En esta dimensión cinco de los seis grupos logran resultados aceptables con más del 70 % de los estudiantes. El grupo que no lo logra igualmente supera el 60 %.

La otra dimensión en la que 4 de los 6 grupos, obtienen mejores resultados corresponde a la 8 “trabajar en equipo”. Los grupos que no alcanzan el 70 % son los primeros años, que asimismo lo consiguen con un 60 % de los estudiantes.

Tabla 49

Comparación de los resultados obtenidos por los estudiantes de los seis grupos, en la propuesta inicial, en cada una de las dimensiones de la competencia científica.

Grup.	Dimensiones de la competencia científica									Totales			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ítems Sufic.	Es-tud	%	70%
1ero 1	13*	11	10	4	13*	8	3	11	8	81	18	50	12,6
1ero 3	12	12	14*	5	10	2	0	11	4	70	20	38,9	14
3ero 2	16*	13*	12*	11	7	6	14*	16*	15*	110	17	71,9	12
3ero 3	14*	9	13*	0	6	6	8	15*	14*	85	16	59	11,2
4to 1	21*	21*	14	21*	23*	19*	11	17*	15	162	23	78,3	16,1
4to 2	16*	21*	0	17*	8	9	14	17*	14	116	21	61,4	14,7
Estud.	92	87	63	58	67	50	50	87	70	603	115		

Nota. Fuente: elaboración propia.

El grupo que obtiene los mejores resultados es el 4.º 1.ª que alcanza valores mayores al 70 % en seis de las nueve dimensiones de la competencia científica.

En la última columna se calcula el porcentaje de ítems suficientes (incluye aceptable, muy bueno y excelente) para cada grupo. Se toma en cuenta que las propuestas tanto inicial como final tuvieron 9 ítems, correspondientes a cada una de las dimensiones de la competencia científica. En la última fila se aprecia el total de estudiantes que obtienen ítems suficientes para cada una de las dimensiones.

No se aprecia tendencia de acuerdo al grado ya que si bien el 4.º 1.ª es el que obtiene mejores resultados con un 78,3 % de ítems contestados desde aceptable en adelante, el 4.º 2.ª solamente alcanza un 61,4 % lo cual es un resultado inferior al logrado por el 3.º 2.ª que consigue un 71,9 %.

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.º 1.ª obtiene un 50 % de respuestas aceptables, 1.º 2.ª logra un 38,9 %.

En el grupo de 3.º 2.^a se consigue un 71,9 % de ítems contestados aceptablemente, frente a un 59 % de 3.º 3.^a

En cuarto año, el grupo 1 obtiene 78,3 % sobre el 61,4% del 4.º 2.^a.

4.3.2. Propuesta de evaluación final

Al finalizar el año se aplicó una propuesta sobre contenidos conceptuales diferentes, en las que se evaluaban las mismas dimensiones de la competencia científica. En la tabla 50 se comparan los resultados obtenidos por los seis grupos. Se considera que el grupo obtuvo suficiente cuando el 70 % de los estudiantes o más obtienen calificaciones aceptables o superiores. Las celdas marcadas con asteriscos representan las dimensiones de la competencia científica en las que se logra el nivel suficiente para el grupo.

Tabla 50

Comparación de los resultados obtenidos por los estudiantes de los seis grupos en cada una de las dimensiones de la competencia científica en la propuesta final.

Grupo	Dimensiones de la competencia científica									Totales		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ítems	Estud.	%
1ero1	17*	15*	6	8	10	4	5	13*	9	87	17	56,9
1ero3	16*	16*	7	5	10	3	2	16*	9	84	17	54,9
3ero2	12*	12*	10*	10*	7	8	11*	13*	12*	95	14	75,4
3ero3	13*	11*	11*	9	8	8	11*	13*	11*	95	14	75,4
4to1	16*	16*	15*	16*	15*	16*	14*	16*	12*	136	16	94,4
4to2	14*	14*	14*	14*	14*	11*	13*	14*	10	118	14	93,7
Total estud.	88	84	63	62	64	50	56	85	63	615	92	

Fuente: elaboración propia.

Los seis grupos obtienen resultados aceptables por encima del 70 % en tres de las dimensiones de la competencia científica: 1, 2 y 8.

Las dimensiones en las que tienen mayor dificultad son la 5 y 6 que solamente la logran los estudiantes de cuarto año.

En tanto las dimensiones 3, 4, 7 y 9 son logradas por estudiantes de tercero y cuarto solamente.

Se observa una progresión en los resultados de acuerdo al grado. Los estudiantes de tercer año logran mejores resultados que los de primero con 75,4 % de ítems respondidos en forma aceptable, muy bueno o excelente, frente al 56,9 % y 54,9 % obtenido por primer año. Asimismo, cuarto año consigue mejores resultados que tercer año logrando 94,4 % y 93,7 % de ítems respondidos bien.

No se observa 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.º 1.^a y 38,9 % en 1.º 3.^a a puntajes de 56,9 % y 54,9 % respectivamente. Se aprecia un avance en los resultados, además de lograrse una nivelación en los mismos.

En tercer año se parte de 71,9 % para 3.º 2.^a y 59 % para 3.º 3.^a y se llega a 75,4 % para ambos grupos, también se observa mejora, que es diferente para cada grupo, pero logran el mismo resultado en la propuesta final.

En cuarto año se obtiene en 4.º 1.^a, 78,3 % y 4.º 2.^a, 61,4 % en la propuesta inicial y en la final 94,4 % y 93,7 % lo que ratifica una mejora en el proceso y resultados similares al finalizar el año.

4.3.3. Grupos testigo

Por sugerencia del tribunal se aplica la propuesta final a dos grupos testigo, uno de primer año correspondiente al otro liceo de la ciudad, al cual concurren estudiantes de contexto favorable y un grupo de tercero perteneciente a la escuela técnica de la misma ciudad. Ambos grupos no trabajaron con el modelo didáctico de aprendizaje por indagación en el transcurso del año lectivo. Los resultados correspondientes al grupo de primer año se representan en la tabla 51.

Realizan la prueba 16 estudiantes y ninguno de ellos logra obtener un puntaje total aceptable.

Tabla 51
Resultados obtenidos por los estudiantes de Primer año del grupo testigo en cada una de las dimensiones de la competencia científica en la propuesta final.

Estu- diantes	1. Identifi- car cues- tiones científi- cas. Expli- car fenóme- nos cientí- ficamente Utilizar evidencia científica.	2. Identifi- car pro- blemas científi- cos. Defi- nir los objetivos de una in- vestiga- ción. Formular hipótesis	3. Bus- car in- formaci- ón de di- ferentes fuentes y valo- rarla de forma crítica y refle- xiva.	4. Identifi- car va- riables. Diseñar una meto- dología. Realizar experien- cias.	5. Proce- sar los resulta- dos en distintos formatos (tablas, gráficos)	6. Formu- lar conclu- siones.	7. Dar a conocer los resul- tados.	8. Traba- jar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compa- ñeros y tomar decisio- nes.	9. Identifi- car prácti- cas científicas beneficio- sas para la mayoría de los ciu- dadanos.	Puntaje total por estu- diente.
1. PR	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3
2. MF	1	1	1	0	1	1	0	3	0	8
3. LB	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3
4. AS	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3
5. MC	1	1	1	0	1	1	0	3	0	8
6. EV	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3
7. KS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8. JV	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9. DL	1	1	0	1	1	0	0	0	0	4
10. JD	1	1	0	1	1	0	0	0	0	4
11. RP	1	0	2	0	2	0	0	3	0	8
12. JA.	1	0	2	0	2	0	0	3	0	8
13. AM	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
14. EC	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
15. TL	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
16. FF	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Sub t. 1	16	6	4	2	12	2	0	0	0	42
Sub t. 2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	4
Sub t. 3	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
T. Acep.	16*	6	6	2	14*	2	0	4	0	50
T. Insuf.	0	10	10	14***	2	14***	16***	12***	16***	94

Nota: Los códigos de asteriscos y numeración son los mismos explicados en la tabla 43, para 1º. Fuente: elaboración propia.

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. En tanto en la dimensión 5, el 88 % logra responder de forma aceptable o muy buena.

Las dimensiones que les ofrecen mayores dificultades son la 4, 6, 7, 8 y 9.

En la tabla 52 se aprecian los resultados obtenidos por el grupo de tercer año.

Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en Biología, sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de enseñanza secundaria

Tabla 52

Resultados obtenidos por los estudiantes de tercer año del grupo testigo en cada una de las dimensiones de la competencia científica en la propuesta final.

Estu- dian- tes	1. Identifi- car cues- tiones científi- cas. Expli- car fenóme- nos cientí- ficamente Utilizar evidencia científica.	2. Identifi- car pro- blemas científi- cos. Defi- nir los objetivos de una in- vestiga- ción. Formular hipótesis	3. Bus- car in- formaci- ón de di- ferentes fuentes y valo- rarla de forma crítica y refle- xiva.	4. Identifi- car va- riables. Diseñar una meto- dología. Realizar experien- cias.	5. Proce- sar los resulta- dos en distintos formatos (tablas, gráficos)	6. Formu- lar conclu- siones.	7. Dar a conocer los resul- tados.	8. Traba- jar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compa- ñeros y tomar decisio- nes.	9. Identifi- car prácti- cas científicas beneficio- sas para la mayoría de los ciu- dadanos.	Puntaje total por estu- dian- te.
1. WM	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2. DD	1	0	0	0	1	0	1	3	0	6
3. SM	1	0	1	0	0	3	0	3	3	11
4. JC	0	0	0	0	0	1	0	3	1	5
5. DF	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
6. AM	1	0	0	0	0	1	0	3	1	6
7. SA	1	1	0	0	0	0	0	0	1	3
8. IG	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
9. MB	1	0	0	0	0	0	0	3	0	4
10. NM	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
11. FL	0	0	2	2	1	1	0	3	2	11
12. BR	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4
13. CG	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
14. SG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15. BA	1	0	0	0	0	0	0	3	0	4
16. KM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17. JO	0	0	0	2	0	1	0	3	0	6
18. RN	1	0	0	0	0	0	0	3	0	4
19. EC	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20. DM	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sub t.1	12	1	4	0	2	4	1	0	5	29
Sub t. 2	0	0	1	2	0	0	0	0	1	4
Sub t. 3	0	0	0	0	0	1	0	10	1	12
T. Acep.	12	1	5	2	2	5	1	10	7	45
T. Insuf.	8	19***	15***	18***	18***	15***	19***	10	13	135

Nota: Los códigos de los asteriscos y numeración son los mismos explicados en la tabla 43, para 1º1.
Fuente: elaboración propia.

Efectuaron la prueba 20 estudiantes, de ellos ninguno obtuvo en el resultado total de la prueba una calificación aceptable, ya que 13 puntos es el mínimo puntaje para obtener el aceptable.

En ninguna de las dimensiones de la competencia científica los resultados del grupo superan el 70 %, en la que se aproximan más es en la dimensión 1 que logran el 60 %.

Las dimensiones que les ofrecen mayor dificultad son: 2, 3, 4, 5, 6 y 7, en las que más del 70 % de los estudiantes no consiguen resolverlas. En la tabla 53 se comparan los resultados de los grupos testigos.

Tabla 53

Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos testigos en cada una de las dimensiones de la competencia científica en la propuesta final.

Grupo	Dimensiones de la competencia científica									Totales		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ítems	Estud.	%
1ero 1	16*	6	6	2	14*	2	0	4	0	50	16	34,7
3ero A	12	1	5	2	2	5	1	10	7	45	20	25
Estud.	28	7	11	4	16	7	1	14	7	95	36	

Fuente: elaboración propia.

El grupo de primer año alcanza mejores resultados que tercero. Esto difiere de lo observado en los grupos de la investigación-acción, en los que, de acuerdo al grado, se observaron mejores resultados, ascendiendo desde el grado menor al mayor en la prueba final.

Si se comparan los resultados obtenidos con los grupos que formaron parte de la experiencia los resultados del grupo testigo de primero corresponden a un 34,7 % de ítems contestados de forma aceptable, frente a un 54,9 % y 56,9 % de los grupos de primer año de la investigación-acción.

Respecto al tercer año, la diferencia se acentúa: resulta un 25 % para el grupo testigo contra un 75,4 % de los grupos de tercero que formaron parte de la investigación-acción.

En tanto en los grupos control uno de ellos, primero, alcanza el 70 % en dos dimensiones indicadas con asterisco, similar a lo conseguido por el 1.º 1.º al inicio. El tercero de control no logra el 70 % en ninguna de las dimensiones.

4.3.4. Comparación entre la propuesta inicial y final

Igual que en las tablas anteriores, las celdas marcadas con asterisco en la tabla 54 indican que en esas dimensiones de la competencia científica el 70 % de los estudiantes o más del 70 %, lograron un aceptable, muy bueno o excelente.

Tabla 54

Cuadro de síntesis de propuesta inicial y final para cada una de las dimensiones de la competencia científica.

INICIAL	Dimensiones de la competencia científica										Totales		
	Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ítems	Estud	%
	1.º 1.ª	13*	11	10	4	13*	8	3	11	8	81	18	50
	1.º 3.ª	12	12	14*	5	10	2	0	11	4	70	20	38,9
	3.º 2.ª	16*	13*	12*	11	7	6	14*	16*	15*	110	17	71,9
	3.º 3.ª	14*	9	13*	0	6	6	8	15*	14*	85	16	59
	4.º 1.ª	21*	21*	14	21*	23*	19*	11	17*	15	162	23	78,3
	4.º 2.ª	16*	21*	0	17*	8	9	14	17*	14	95	21	61,4
	Estud.	92	66	63	58	67	50	50	87	70	603	115	
FINAL	1.º 1.ª	17*	15*	6	8	10	4	5	13*	9	87	17	56,9
	1.º 3.ª	16*	16*	7	5	10	3	2	16*	9	84	17	54,9
	3.º 2.ª	12*	12*	10*	10*	7	8	11*	13*	12*	95	14	75,4
	3.º 3.ª	13*	11*	11*	9	8	8	11*	13*	11*	95	14	75,4
	4.º 1.ª	16*	16*	15*	16*	15*	16*	14*	16*	12*	136	16	94,4
	4.º 2.ª	14*	14*	14*	14*	14*	11*	13*	14*	10	118	14	93,7
	Estud.	88	84	63	62	64	50	56	85	63	615	92	

Fuente: elaboración propia.

Si se contabilizan las celdas con asterisco en la propuesta inicial, las mismas corresponden a 23 celdas, en la propuesta final equivalen a 36. Cuando se contabiliza por grupo se obtiene la tabla 55.

Tabla 55

Número de dimensiones desarrolladas por cada grupo en el inicio y final.

Grupos	1.º 1.ª	1.º 3.ª	3.º 2.ª	3.º 3.ª	4.º 1.ª	4.º 2.ª	Total
Dimensiones Inicio	2	1	6	4	6	4	23
Dimensiones Final	3	3	7	6	9	8	36

Fuente: elaboración propia.

Todos los grupos logran una mejora. Los grupos que se posicionan mejor en el inicio son 3.º 2.ª y 4.º 1.ª, ya que alcanzan el 70 % o más en seis de las dimensiones, hacia el final el 4.º 1.ª logra el 70 % o más en todas las dimensiones de la competencia científica, mientras 3.º 2.ª, mejora solamente una, ascendiendo de seis a siete dimensiones. El grupo en el cual se observa la mejor

evolución es 4.º 2.ª que en el inicio logra cuatro dimensiones y al final llega a ocho dimensiones.

Los grupos que avanzan menos son 1.º 1.ª, que pasa de dos dimensiones a tres, y 3.º 2.ª, que, luego de un buen inicio, avanza de seis a siete dimensiones.

El grupo con peores resultados al inicio es 1.º 3.ª, 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. También avanza en dos dimensiones 3.º 3.ª, que pasa de cuatro dimensiones a seis.

En la tabla 56 se compara la descripción de los resultados obtenidos en la propuesta inicial y final. Se analizan tres aspectos: 1) Las dimensiones de la competencia científica, que logran puntajes aceptables en ambas propuestas. 2) La incidencia del grado en los resultados. 3) Las diferencias o similitudes entre los grupos seleccionados del mismo grado.

Tabla 56
Comparación entre resultados de ambas propuestas.

Aspectos	Inicial	Final
1	Cinco de los seis grupos obtienen mejores resultados en la dimensión 1. La otra dimensión en la que 4 de los 6 grupos obtienen mejores resultados es la 8.	Los seis grupos obtienen resultados aceptables por encima del 70 % en tres de las dimensiones de la competencia científica: 1, 2 y 8.
2	No se aprecia tendencia de acuerdo al grado, ya que si bien 4.º 1.ª es el que obtiene mejores resultados con un 78,3 % de ítems contestados desde aceptable en adelante, 4.º 2.ª solamente alcanza un 61,4 % lo cual es un resultado inferior al logrado por el 3.º 2.ª que consigue un 71,9 %.	Se observa una progresión en los resultados de acuerdo al grado. El porcentaje de ítems respondidos correctamente se distribuyó de la siguiente manera: 1.º: 54,9 y 56,9 %, 3.º: 75,4 %, 4.º: 93,7 y 94,4 %
3	Es posible apreciar diferencias entre los grupos: En primer año, 1.º 1.ª obtiene un 50 % de respuestas aceptables, en tanto 1.º 2.ª logra un 38,9 %. En los grupos de tercer año, 3.º 2.ª consigue un 71,9 % de ítems contestados aceptablemente frente a un 59 % de 3.º 3.ª. En cuarto año, la 4.º 1.ª obtiene 78,3 % sobre el 61,4% de 4.º 2.ª.	No se observan diferencias importantes entre los grupos del mismo grado.

Fuente: elaboración propia.

Se aprecia que, con relación al desarrollo de la competencia científica, hay una mejora entre los resultados obtenidos al inicio respecto del final del proceso. En el inicio ninguna de las dimensiones era lograda por la totalidad de los

grupos, ya que en la dimensión 1 uno de los grupos no la desarrollaba, en tanto en la propuesta final, las dimensiones 1 y 8 son alcanzadas de manera aceptable en el 70 % de los estudiantes de todos los grupos. En tanto la dimensión 2, que corresponde a “Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular las hipótesis”, que en el inicio era conseguida por dos grupos, en la propuesta final la desarrollan todos los grupos.

Si bien todos los grupos mejoran, se aprecia que, de acuerdo al grado obtienen mejores resultados los de mayor grado. Cuarto año mejor que tercero y estos mejores resultados que primero.

Las diferencias iniciales entre los grupos se disipan hacia el final, remontando los resultados inferiores para llegar a resultados similares entre los grupos del mismo grado.

4.3.5. Análisis de valores significativos de los resultados de las propuestas inicial y final con inclusión de los grupos testigos

El análisis consistió en la comparación de medias de los puntajes totales de ítems, por grupos en la propuesta inicial versus la final. Se aplicó test de Student, previa verificación de supuestos de aplicación, considerando significativos valores p inferiores a 0,05. Se utilizó el programa de análisis de datos tabulados Epidat ((Hervada et al, 2006). Los resultados pueden verse en la tabla 57.

Tabla 57

Comparación entre resultados de ambas propuestas con aplicación de test Student en programa Epidat.

	Propuesta inicial			Propuesta final			≠Med	P
	Mues	Med	DS	Mues	Med	DS		
1.º 1. ^a	18	9	3,6	17	9,7	4,5	0,7	0,5096
1.º 3. ^a	20	7,8	5,1	17	9,3	5,6	1,5	0,3998
3.º 2. ^a	17	12,2	3,7	14	10,6	2,0	1,5	0,1577
3.º 3. ^a	16	9,4	5,0	14	10,6	1,9	1,2	0,4054
4.º 1. ^a	23	18,0	4,0	16	15,1	1,4	2,9	0.0086*
4.º 2. ^a	21	10,6	6,8	14	13,1	1,4	2,5	0,1861

Nota: Se indica con un asterisco los resultados significativos por valores de p inferiores a 0,05. Fuente: elaboración propia.

En el grupo 1.º 1.^a, se obtuvo una media de propuesta inicial de 9 puntos, desvío estándar de 3,6 para un tamaño de muestra de 18 estudiantes. La media

de la propuesta final fue de 9,7 puntos, desvío estándar de 4,5 para un tamaño de muestra de 17 estudiantes. La diferencia de medias fue de 0,7 con un Intervalo de confianza al 95 % (-2,09; 3,49), valor $p=0,5096$.

En el grupo 1.º 3.^a, se obtuvo una media de propuesta inicial de 7,8 puntos, desvío estándar de 5,1 para un tamaño de muestra de 20 estudiantes. La media de la propuesta final fue de 9,3 puntos, desvío estándar de 5,6 para un tamaño de muestra de 17 estudiantes. La diferencia de medias fue de 1,5 con un intervalo de confianza al 95 % (-2,07; 5,07), valor $p=0,3998$.

En el grupo 3.º 2.^a, se obtuvo una media de propuesta inicial de 12,2 puntos, desvío estándar de 3,7 para un tamaño de muestra de 17 estudiantes. La media de la propuesta final fue de 10,6 puntos, desvío estándar de 2,0 para un tamaño de muestra de 14 estudiantes. La diferencia de medias fue de 1,6 con un intervalo de confianza al 95 % (-0,657; 3,86), valor $p=0,1577$.

En el grupo 3.º 3.^a, se obtuvo una media de propuesta inicial de 9,4 puntos, desvío estándar de 5,0 para un tamaño de muestra de 16 estudiantes. La media de la propuesta final fue de 10,6 puntos, desvío estándar de 1,9 para un tamaño de muestra de 14 estudiantes. La diferencia de medias fue de 1,2 con un Intervalo de confianza al 95 % (-1,71; 4,11), valor $p=0,4054$.

En el grupo 4.º 1.^a, se obtuvo una media de propuesta inicial de 18,0 puntos, desvío estándar de 4,0 para un tamaño de muestra de 23 estudiantes. La media de la propuesta final fue de 15,1 puntos, desvío estándar de 1,4 para un tamaño de muestra de 16 estudiantes. La diferencia de medias fue de 2,9 con un intervalo de confianza al 95 % (0,782; 5,018), valor $p=0,0086$.

En el grupo 4.º 2.^a, se obtuvo una media de propuesta inicial de 10,6 puntos, desvío estándar de 6,8 para un tamaño de muestra de 21 estudiantes. La media de la propuesta final fue de 13,1 puntos, desvío estándar de 1,4 para un tamaño de muestra de 14 estudiantes. La diferencia de medias fue de 2,5 con un Intervalo de confianza al 95 % (-1,27; 6,26), valor $p=0,1861$.

Si se comparan los resultados de las propuestas finales de ambos primeros y terceros versus un grupo control para cada nivel, se obtienen los siguientes resultados que se aprecian en la tabla 58.

Tabla 58

Comparación entre resultados de ambas propuestas.

	Propuesta final			Grupo control			≠Med	P
	Mues	Med	DS	Mues	Med	DS		
1 ^o 1 ^a	17	9,7	4,5	16	5,6	5,8	4,1	0,0299*
1 ^o 3 ^a	17	9,3	5,6	16	5,6	5,8	3,7	0,0718
3 ^o 2 ^a	14	10,6	2,0	20	5	4	5,6	0,0001*
3 ^o 3 ^a	14	10,6	1,9	20	5	4	5,6	0,0001*

Nota: Se indica con un asterisco los resultados significativos por valores de p inferiores a 0,05.

Fuente: elaboración propia.

El control de primero tiene tamaño de muestra de 16 estudiantes, con media de 5,6 y desvío estándar de 5,8; en tanto el control de tercero tiene tamaño de muestra de 20 estudiantes, media de 5 y desvío de 4 puntos.

La diferencia entre 1.^o 1.^a versus grupo control, es de 4,1 con intervalo de confianza (0,427; 7,77), valor p= 0,0299. En tanto la diferencia para el primero (3) es de 3,7, intervalo de confianza (-0,348; 7,75), valor p= 0,0718.

Para el grupo de 3.^o 2.^a la diferencia de media fue de 5,6, intervalo de confianza (3,23; 7,97), valor p<0,0001. Mientras que para el 3.^o 3.^a la diferencia de media es de 5,6, intervalo de confianza (3,25; 7,95), valor p<0,0001.

Se aprecian resultados significativos por valores de p inferiores a 0,05 en los resultados obtenidos por el 4.^o 1.^a, y cuando se compara el 1.^o 1.^a con el grupo control y tanto 3.^o 2.^a como 3.^o 3.^a con el grupo control. Se indican en ambas tablas con un asterisco.

4.3.6. Análisis de la distribución para cada dimensión de la competencia científica

En este análisis se comprueba si hay alguna asociación entre la variable curso y la variable dimensión, se toma en cuenta su distribución en la tabla de contingencia (Crosstab) mediante el índice de χ^2 , a través de la pregunta en todos los análisis de: ¿Existe relación entre el curso y la calificación obtenida por los alumnos en este indicador?

Análisis de los resultados antes de la intervención

En la tabla 59 se realiza el análisis para la primera dimensión de la competencia científica.

Tabla 59

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la primera dimensión.

		1. Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica.				Total
		,00	1,00	2,00	3,00	
Curso	Primero 1	5	10	2	1	18
	Primero 3	8	11	1	0	20
	Tercero 2	1	5	10	1	17
	Tercero 3	2	6	8	0	16
	Cuarto 1	2	16	1	4	23
	Cuarto 2	5	12	4	0	21
	Total		23	60	26	6

Fuente: elaboración propia.

$$\chi^2 (15) = 44,164 \text{ p} = 0,000$$

En la dimensión uno, se rechaza la H_0 , por lo que no se distribuyen al azar. Se observa en primer lugar como el número de estudiantes que alcanzan los niveles de aprobados (aceptables, muy buenos, excelentes) constituyen el 80%, mientras que el resto son reprobados con un nivel de insuficiente. Asimismo, el mayor porcentaje de aprobados corresponden al nivel aceptable, y de éstos en mayor medida a los cursos de cuarto. El nivel de muy buenos es superior en los cursos terceros, y el nivel excelente se alcanza mayoritariamente en cuarto curso.

En la tabla 60 se realiza el análisis para la segunda dimensión de la competencia científica.

Tabla 60

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la segunda dimensión.

	2. Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular las hipótesis.				Total
	,00	1,00	2,00	3,00	
Curso Primero 1	7	8	1	2	18
Primero 3	8	6	4	2	20
Tercero 2	4	10	0	3	17
Tercero 3	7	9	0	0	16
Cuarto 1	2	10	5	6	23
Cuarto 2	0	15	5	1	21
Total	28	58	15	14	115

Fuente: elaboración propia.

$$\chi^2 (15) = 33,751 \quad p = 0,004$$

En este caso, se rechaza la H_0 , por lo que no se distribuye al azar. El número de estudiantes que alcanzan los niveles aprobados (aceptables, muy buenos, excelentes) constituyen el 76%, en tanto el resto son reprobados con un nivel de insuficiente. Asimismo, el mayor porcentaje de aprobados corresponden al nivel aceptable, y de éstos en mayor medida a los cursos de cuarto. El nivel muy bueno es superior en los cursos de cuarto, al igual que el nivel excelente.

En la tabla 61 se observan los resultados para el caso de la tercera dimensión de la competencia científica.

Tabla 61

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la tercera dimensión.

	3. Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.				Total
	,00	1,00	2,00	3,00	
Curso Primero 1	8	0	10	0	8
Primero 3	7	2	11	0	20
Tercero 2	5	1	7	4	17
Tercero 3	3	1	5	7	16
Cuarto 1	9	2	7	5	23
Cuarto 2	21	0	0	0	21
Total	53	6	40	16	115

Fuente: elaboración propia.

$$\chi^2 (15) = 54,001 \quad p = 0,000$$

En la dimensión 3, se rechaza la H_0 , por lo que no se distribuye al azar. Se observa en primer lugar como el número de estudiantes que alcanzan los niveles de aprobados (aceptables, muy buenos, excelentes) constituyen el 54%, mientras que el resto son reprobados con un nivel de insuficiente. Asimismo, el mayor porcentaje de aprobados corresponden al nivel muy bueno. El nivel excelente se alcanza en mayor porcentaje en tercer año.

En la tabla 62 se presentan los resultados para la cuarta dimensión de la competencia científica.

Tabla 62

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la cuarta dimensión.

		4. Identificar variables. Diseñar una metodología. Realizar experiencias				Total
		,00	1,00	2,00	3,00	
Curso	Primero 1	14	4	0	0	18
	Primero 3	15	5	0	0	20
	Tercero 2	6	11	0	0	17
	Tercero 3	16	0	0	0	16
	Cuarto 1	2	13	4	4	23
	Cuarto 2	4	5	6	6	21
	Total	57	38	10	10	115

Nota. Fuente: elaboración propia.

$$\chi^2 (15) = 77,389 \text{ p} = 0,000$$

En la dimensión cuatro, se rechaza la H_0 , por lo que no se distribuyen al azar. Se observa en primer lugar como el número de estudiantes que alcanzan los niveles de aprobados (aceptables, muy buenos, excelentes) constituyen el 50%, mientras que el resto son reprobados con un nivel de insuficiente. Asimismo, el mayor porcentaje de aprobados corresponden al nivel aceptable, y de éstos en mayor medida a los cursos de cuarto. El nivel de muy buenos es superior en los cursos de cuarto, al igual que el nivel excelente.

En la tabla 63 se aprecian los resultados para la quinta dimensión de la competencia científica.

Tabla 63

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la quinta dimensión.

		5. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)				
		,00	1,00	2,00	3,00	Total
Curso	Primero 1	5	5	8	0	18
	Primero 3	10	4	3	3	20
	Tercero 2	11	3	0	3	17
	Tercero 3	10	5	0	1	16
	Cuarto 1	0	18	5	0	23
	Cuarto 2	13	7	1	0	21
	Total	49	42	17	7	115

Nota. Fuente: elaboración propia

$$\chi^2 (15) = 58,825 \text{ p} = 0,000$$

En este caso, se rechaza la H_0 , por lo que no se distribuyen al azar. Se observa en primer lugar como el número de estudiantes que alcanzan los niveles de aprobados (aceptables, muy buenos, excelentes) constituyen el 57%, mientras que el resto son reprobados con un nivel de insuficiente. Asimismo, el mayor porcentaje de aprobados corresponden al nivel aceptable, y de éstos en mayor medida a los cursos de cuarto. El nivel de muy buenos es superior en los cursos de primero, y el nivel excelente se alcanza en primeros y terceros.

Se continúa con el análisis de la sexta dimensión de la competencia científica que se presenta en la tabla 64.

Tabla 64

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la sexta dimensión.

		6. Formular conclusiones				
		,00	1,00	2,00	3,00	Total
Curso	Primero 1	10	7	1	0	18
	Primero 3	18	2	0	0	20
	Tercero 2	12	2	3	0	17
	Tercero 3	10	3	3	0	16
	Cuarto 1	4	15	3	1	23
	Cuarto 2	12	9	0	0	21
	Total	66	38	10	1	115

Nota. Fuente: elaboración propia.

$$\chi^2 (15) = 36,949 \text{ p} = 0,001$$

En la dimensión seis, se rechaza la H_0 , por lo que no se distribuyen al azar. Se observa en primer lugar como el número de estudiantes que alcanzan los niveles de aprobados (aceptables, muy buenos, excelentes) constituyen el 43%, mientras que el resto son reprobados con un nivel de insuficiente. Asimismo, el mayor porcentaje de aprobados corresponden al nivel aceptable, y de éstos en mayor medida a los cursos de cuarto. El nivel de muy buenos es superior en los cursos terceros, y el nivel excelente se alcanza en cuarto curso.

Para el caso de la séptima dimensión de la competencia científica, los resultados se pueden observar en la tabla 65.

Tabla 65

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la séptima dimensión.

		7.Dar a conocer los resultados				
		,00	1,00	2,00	3,00	Total
Curso	Primero 1	15	3	0	0	18
	Primero 3	20	0	0	0	20
	Tercero 2	3	12	2	0	17
	Tercero 3	8	5	3	0	16
	Cuarto 1	12	11	0	0	23
	Cuarto 2	7	14	0	0	21
	Total	65	45	5	0	115

Nota. Fuente: elaboración propia.

$$\chi^2 (15) = 48,282 \text{ p} = 0,000$$

En esta dimensión, se rechaza la H_0 , por lo que no se distribuyen al azar. Se observa en primer lugar como el número de estudiantes que alcanzan los niveles de aprobados (aceptables, muy buenos, excelentes) constituyen el 44%, mientras que el resto son reprobados con un nivel de insuficiente. Asimismo, el mayor porcentaje de aprobados corresponden al nivel aceptable, y de éstos en mayor medida a los cursos de cuarto. El nivel de muy buenos es superior en los cursos terceros, y ninguno de los grupos alcanza el nivel excelente.

En la tabla 66 se aprecian los resultados para la octava dimensión de la competencia científica.

Tabla 66

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la octava dimensión.

		8.Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones.				
		,00	1,00	2,00	3,00	Total
Curso	Primero 1	7	0	4	7	18
	Primero 3	9	1	0	10	20
	Tercero 2	1	0	0	16	17
	Tercero 3	1	0	1	14	16
	Cuarto 1	6	3	0	14	23
	Cuarto 2	4	0	0	17	21
	Total	28	4	5	78	115

Nota. Fuente: elaboración propia.

$$\chi^2 (15) = 41,942 \text{ p} = 0,000$$

En la dimensión ocho, se rechaza la H_0 , por lo que no se distribuyen al azar. Se observa en primer lugar como el número de estudiantes que alcanzan los niveles de aprobados (aceptables, muy buenos, excelentes) constituyen el 76%, mientras que el resto son reprobados con un nivel de insuficiente. Asimismo, el mayor porcentaje de aprobados corresponden al nivel excelente, y de éstos en mayor medida a los cursos de tercero y cuarto.

Para el caso de la novena dimensión de la competencia científica los resultados se presentan en la tabla 67.

Tabla 67

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos en cada grupo para la novena dimensión.

		9. Identificar prácticas científicas beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos.				Total
		,00	1,00	2,00	3,00	
Curso	Primero 1	10	7	1	0	18
	Primero 3	16	3	1	0	20
	Tercero 2	2	14	0	1	17
	Tercero 3	2	14	0	0	16
	Cuarto 1	8	11	4	0	23
	Cuarto 2	7	6	8	0	21
	Total	45	55	14	1	115

Nota. Fuente: elaboración propia.

$$\chi^2 (15) = 55,541 \quad p = 0,000$$

En la dimensión nueve, se rechaza la H_0 , por lo que no se distribuyen al azar. Se observa en primer lugar como el número de estudiantes que alcanzan los niveles de aprobados (aceptables, muy buenos, excelentes) constituyen el 61%, mientras que el resto son reprobados con un nivel de insuficiente. Asimismo, el mayor porcentaje de aprobados corresponden al nivel aceptable, y de éstos en mayor medida a los cursos de tercero. El nivel de muy buenos es superior en los cursos de cuarto, y el nivel excelente se alcanza por un solo estudiante de tercero.

Análisis de los resultados después de la intervención

De igual forma que la anterior, se comprueba mediante Análisis Crosstab, la diferencia en la distribución de insuficientes y el resto de las categorías, según los resultados obtenidos por los estudiantes después de la intervención. La pre-

gunta es para cada uno de los indicadores: ¿Existe relación entre el grupo (experimental/control) y la calificación obtenida por los estudiantes en este indicador?

Los resultados obtenidos en la primera dimensión de la competencia científica luego de la intervención, para los seis grupos de la experiencia y los dos grupos del control, se pueden apreciar en la tabla 68.

Tabla 68

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión uno, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.

		POST.1. Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica.				
		,00	1,00	2,00	3,00	Total
Grupo	Experimental	4	21	16	51	92
	Control	8	28	0	0	36
Total		12	49	16	51	128

Nota. Fuente: elaboración propia.

$$\chi^2 (3) = 55,446 \text{ p} = 0,000$$

En el caso del primer indicador, se rechaza la H_0 , y se observa que la distribución entre insuficientes y aprobados es el doble en el grupo control (8) que en el experimental (4), y porcentualmente esta diferencia se correspondería con un 22% de insuficientes en el grupo control frente a un 4,35 % en el grupo experimental. Igualmente, en la distribución de las categorías aceptable, muy bueno y excelentes se distribuyen en el grupo control 78%+0%+0% y en los grupos experimentales 22,82% + 17,39% + 55,43%.

En la tabla 69 se pueden observar los resultados para la segunda dimensión de la competencia científica, luego de la intervención.

Tabla 69

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión dos, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.

		POST.2. Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular las hipótesis.				
		,00	1,00	2,00	3,00	Total
Grupo	Experimental	8	16	24	44	92
	Control	29	7	0	0	36
Total		37	23	24	44	128

Nota. Fuente: elaboración propia.

$$\chi^2 (3) = 72,893 \text{ p} = 0,000$$

En el caso del segundo indicador, se rechaza la H_0 , y se observa que la distribución entre insuficientes y aprobados es muy superior en el grupo control (29) que en el experimental (7), y porcentualmente esta diferencia se correspondería con un 80,6 % de insuficientes en el grupo control frente a un 7,6 % en el grupo experimental. Igualmente, en la distribución de las categorías aceptable, muy bueno y excelentes se distribuyen en el grupo control 19,4%+0%+0% y el grupo experimental 17,4% + 26,1% + 43,5%.

En la tabla 70 se presenta el análisis para la tercera dimensión de la competencia científica, luego de la intervención.

Tabla 70

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión tres, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.

		POST. 3. Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.				
		,00	1,00	2,00	3,00	Total
Grupo	Experimental	29	20	12	31	92
	Control	25	8	3	0	36
Total		54	28	15	31	128

Nota. Fuente: elaboración propia.

$$\chi^2 (3) = 21,444 \text{ p} = 0,000$$

En el caso del tercer indicador, se rechaza la H_0 , y se aprecia que la distribución entre insuficientes y aprobados porcentualmente se correspondería con un 69,4% de insuficientes en el grupo control frente a un 31,5 % en el grupo experimental. Igualmente, en la distribución de las categorías aceptable, muy bueno y excelentes se distribuyen en el grupo control 22,2%+8,3%+0% y en el grupo experimental 21,7+ 13% + 33,7%

A continuación, en la tabla 71 se pueden apreciar los resultados obtenidos en la cuarta dimensión de la competencia científica, luego de la intervención.

Tabla 71

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión cuatro, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.

		POST. 4. Identificar variables. Diseñar una metodología. Realizar experiencias				To- tal
		,00	1,00	2,00	3,00	
Grupo	Experi- mental	30	27	22	13	92

Control	32	2	2	0	36
Total	62	29	24	13	128

Nota. Fuente: elaboración propia.

$$\chi^2 (3) = 33,123 \text{ p} = 0,000$$

En el caso del cuarto indicador, se rechaza la H_0 , y se observa que la distribución entre insuficientes y aprobados es en el grupo control (32) que en el experimental (30), y porcentualmente esta diferencia se correspondería con un 88,9% de insuficientes en el grupo control frente a un 32,6 % en el grupo experimental. Igualmente, en la distribución de las categorías aceptable, muy bueno y excelentes se distribuyen en el grupo control 5,6%+5,6%+0% y en el grupo experimental 29,4% + 23,9% + 14,1%.

En la tabla 72 se presentan los resultados en la quinta dimensión, luego de la intervención en los seis grupos de la experiencia y en los dos grupos del control.

Tabla 72.

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión cinco, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.

		POST. 5. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)				
		,00	1,00	2,00	3,00	Total
Grupo	Experimental	28	23	30	11	92
	Control	20	14	2	0	36
	Total	48	37	32	11	128

Nota. Fuente: elaboración propia.

$$\chi^2 (3) = 17,960 \text{ p} = 0,000$$

En el caso del quinto indicador, se rechaza la H_0 , y se aprecia que la distribución entre insuficientes y aprobados es mayor en el grupo control (20) que en el experimental (28), y porcentualmente esta diferencia se correspondería con un 55,55% de insuficientes en el grupo control frente a un 30,43 % en el grupo experimental. Igualmente, en la distribución de las categorías aceptable, muy bueno y excelentes se distribuyen en el grupo control 38,88%+5,55%+0% y en el grupo experimental 25% + 32,6% + 11,95%.

En la tabla 73 se pueden apreciar los resultados relacionados con la sexta dimensión, luego de la intervención.

Tabla 73

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión seis, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.

		POST. 6. Formular conclusiones				Total
		,00	1,00	2,00	3,00	
Grupo	Experimental	43	20	20	9	92
	Control	29	6	0	1	36
Total		72	26	20	10	128

Nota. Fuente: elaboración propia

$$\chi^2 (3) = 15,039 \text{ p} = 0,000$$

En el caso del sexto indicador, se rechaza la H_0 , y se aprecia que la distribución entre insuficientes y aprobados porcentualmente correspondería con un 80,56% de insuficientes en el grupo control frente a un 46,73 % en el grupo experimental. Igualmente, en la distribución de las categorías aceptable, muy bueno y excelentes se distribuyen en el grupo control 16,67%+0%+2,78% y en el grupo experimental 21,74% + 21,74% + 9,78%.

En la tabla 74 se pueden observar los resultados para la séptima dimensión de la competencia científica.

Tabla 74

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión siete, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.

		POST. 7. Dar a conocer los resultados				Total
		,00	1,00	2,00	3,00	
Grupo	Experimental	36	20	21	15	92
	Control	35	1	0	0	36
Total		71	21	21	15	128

Nota. Fuente: elaboración propia

$$F = 38,295 \text{ p} = 0,000$$

(Se utiliza la Prueba Exacta de Fisher, al ser el número de celdas inferior a 5, más de un 20%)

En el caso del séptimo indicador, se rechaza la H_0 , y se observa que la distribución entre insuficientes y aprobados porcentualmente correspondería con un 97,22 % de insuficientes en el grupo control frente a un 39,13 % en el grupo

experimental. Igualmente, en la distribución de las categorías aceptable, muy bueno y excelentes se distribuyen en el grupo control 2,78%+0%+0% y en el grupo experimental 21,74% + 22,83% + 16,3%.

En la tabla 75 se observan los resultados para el caso de la octava dimensión.

Tabla 75

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión ocho, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.

		POST. 8. Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones.				
		,00	1,00	2,00	3,00	Total
Grupo	Experimental	7	0	2	83	92
	Control	22	0	0	14	36
	Total	29	0	2	97	128

Nota. Fuente: elaboración propia

$$F = 38,479 \text{ } p=0.000$$

En el caso del octavo indicador, se rechaza la H_0 , y se observa que la distribución entre insuficientes y aprobados es mayor en el grupo control (22) que en el experimental (7), y porcentualmente esta diferencia se correspondería con un 61,11% de insuficientes en el grupo control frente a un 7,61 % en el grupo experimental. Igualmente, en la distribución de las categorías aceptable, muy bueno y excelentes se distribuyen en el grupo control 0%+0%+38,89% y en el grupo experimental 0% + 2,17% + 90,22%.

En la tabla 76 se presentan los resultados para la novena dimensión.

Tabla 76

Tabla cruzada de comparación entre resultados obtenidos, en la dimensión nueve, por los grupos experimentales y control luego de la intervención.

		POST. 9. Identificar prácticas científicas beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos.				
		,00	1,00	2,00	3,00	Total
Grupo	Experimental	30	16	17	29	92
	Control	29	5	1	1	36
	Total	59	21	18	30	128

Nota. Fuente: elaboración propia

$$X^2 (3) = 26,756 \text{ } p= 0,000$$

En el caso del noveno indicador, se rechaza la H_0 , y se identifica que la distribución entre insuficientes y aprobados porcentualmente correspondería con un 80,56% de insuficientes en el grupo control frente a un 32,61 % en el grupo experimental. Igualmente, en la distribución de las categorías aceptable, muy bueno y excelentes se distribuyen en el grupo control 13,89%+2,78%+2,78% y en el grupo experimental 17,39% + 18,48% + 31,52%.

Análisis de diferencia de medias

En este apartado se comprobó si existen diferencias entre los distintos cursos (VVII) y las puntuaciones obtenidas por los participantes en el global de las pruebas y en cada uno de los indicadores (VVDD). La comprobación de las hipótesis de diferencias entre las medias de las puntuaciones obtenidas, se llevó a cabo 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. Así cuando éste último confirma la H_0 de igualdad de varianzas ($p > 0.05$) los resultados hacen referencia a la Prueba F, y cuando no se confirma dicha hipótesis ($p < 0,05$) se referencia la Prueba U.

Desde el punto de vista de las gráficas, tanto en un caso como en otro, se prefieren las gráficas de los valores de las medias en lugar de los rangos para la prueba no paramétrica. Las gráficas se encuentran en anexo V.

Para todos los participantes

¿Existen diferencias significativas en la puntuación obtenida por los participantes, antes y después de la intervención, con independencia del grupo al que pertenezcan?

Resultados: Antes: $M=8,947$ $Dt= 4,416$. Después: $M=11,677$ $Dt=7,215$

$U = 5712,5$ $p= 0,003$

¿Estas diferencias significativas, se establecen igualmente para cada uno de los indicadores medidos, en cada uno de los cursos?

Diferencias de medias antes y después en los grupos de primer año

En la tabla 77 se presentan los resultados que se obtienen al comparar las medias antes y después de la intervención en el caso de los grupos de la experiencia de primer año.

Tabla 77.

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

	Primero 1	Primero 3
1. Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica.**	F(1,33) = 15,000 p= 0,000 Antes: M= 0,944 Dt= 0,802 Después: M= 2,058 Dt= 0,899	F(1,36) = 50,602 p= 0,000 Antes: M= 0,650 Dt=0,587 Después: M= 2,353 Dt= 0,861
2. Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular hipótesis.**	F(1,33) = 9,202 p= 0,005 Antes: M=0,889 Dt= 0,963 Después: M=1,941 Dt= 1,088	F(1,36) = 27,366 p= 0,000 Antes: M=1,000 Dt= 1,026 Después: M= 2,647 Dt= 0,861
3. Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.	F(1,33) = 0,565 p= 0,458 Antes: M= 1,111 Dt= 1,022 Después: M=0,8235 Dt= 1,236	F(1,36) = 0,511 p= 0,479 Antes: M=1,200 Dt= 0,951 Después: M= 0,941 Dt 1,248
4. Identificar variables, diseñar una metodología, realizar experiencias.	U = 105,00 p= 0,060 Antes: M= 0,222 Dt= 0,428 Después: M= 0,823 Dt= 1,014	U = 152,50 p= 0,494 Antes: M=0,250 Dt= 0,444 Después: M= 0,588 Dt= 1,003
5. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)	F(1,33) = 0,122 p= 0,729 Antes: M= 1,166 Dt= 0,857 Después: M= 1,059 Dt= 0,966	F(1,36) = 0,137 p= 0,713 Antes: M=0,950 Dt= 1,146 Después: M= 0,823 Dt= 0,883
6. Formular conclusiones.	F(1,33) = 0,135 p= 0,715 Antes: M= 0,500 Dt= 0,618 Después: M= 0,412 Dt= 0,795	U = 156,00 p= 0,472 Antes: M=0,100 Dt= 0,307 Después: M= 0,294 Dt= 0,771
7. Dar a conocer los resultados.	U = 132,00 p= 0,343 Antes: M= 0,166 Dt= 0,383 Después: M= 0,353 Dt= 0,606	U = 150,00 p= 0,120 Antes: M=0,000 Dt= 0,000 Después: M= 0,176 Dt= 0,528
8. Trabajar en equipo. Valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones.*	F(1,33) = 2,250 p= 0,143 Antes: M= 1,611 Dt= 1,378 Después: M= 2,294 Dt= 1,311	U = 105,50 p= 0,019 Antes: M=1,550 Dt= 1,503 Después: M= 2,706 Dt= 0,771
9. Identificar prácticas científica beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos.*	U = 131,00 p= 0,421 Antes: M= 0,500 Dt= 0,618 Después: M= 1,000 Dt= 1,275	U = 104,50 p= 0,019 Antes: M=0,250 Dt= 0,550 Después: M=1,117 Dt= 1,269
Puntuación total de los participantes**	F(1,33) = 4,155 p= 0,05 Antes: M=7,111 Dt= 4,350 Después: M=10,764 Dt= 6,149	F(1,36) = 13,977 p= 0,001 Antes: M= 5,950 Dt= 4,729 Después: M=11,647 Dt= 4,485

Nota 1: * indicadores cuyas diferencias han sido significativas en uno de los cursos de primero

Nota 2: ** indicadores cuyas diferencias han sido significativas en ambos grupos de primero.

Fuente: elaboración propia

El análisis de las diferencias entre los grupos, ofrece los resultados descritos en la tabla 77, 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 $Dt=1,26$)

Diferencias de medias antes y después en los grupos de tercer año

En la tabla 78 se presentan los resultados que se obtienen en las medias al comparar los dos grupos de tercero antes de la intervención y posterior a ella.

Tabla 78

Resultados de los contrastes de diferencias de medias antes y después en los grupos de 3º 2 y 3º 3.

	Tercero 2	Tercero 3
1. Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica.	F(1,29) = 0,225 p= 0,639 Antes: M= 1,647 Dt= 0,702 Después: M=1,500 Dt= 1,019	F(1,28) = 0,035 p= 0,853 Antes: M= 1,375 Dt= 0,719 Después: M= 1,428 Dt= 0,851
2. Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular hipótesis. **	F(1,29) = 9,920 p= 0,004 Antes: M= 1,117 Dt= 0,992 Después: M= 2,285 Dt= 1,069	U = 51,00 p= 0,007 Antes: M= 0,562 Dt= 0,512 Después: M= 1,500 Dt= 1,019
3. Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva. *	F(1,29) = 1,799 p= 0,190 Antes: M= 1,588 Dt= 1,175 Después: M= 1,071 Dt= 0,917	F(1,28) = 5,169 p= 0,031 Antes: M= 2,000 Dt= 1,154 Después: M= 1,143 Dt= 0,864
4. Identificar variables, diseñar una metodología, realizar experiencias. *	U = 83,50 p= 0,121 Antes: M= 0,647 Dt= 0,492 Después: M=1,143 Dt= 0,949	U = 40,00 p= 0,000 Antes: M= 0,000 Dt= 0,000 Después: M=0,929 Dt= 0,917
5. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)	F(1,29) = 0,320 p= 0,576 Antes: M= 0,706 Dt= 1,160 Después: M=0,928 Dt= 0,997	F(1,28) = 0,280 p= 0,601 Antes: M= 0,500 Dt= 0,816 Después: M=0,643 Dt= 0,633
6. Formular conclusiones.	F(1,29) = 2,016 p= 0,166 Antes: M= 0,470 Dt= 0,800 Después: M=0,928 Dt= 0,997	F(1,28) = 0,089 p= 0,768 Antes: M= 0,562 Dt= 0,814 Después: M=0,643 Dt= 0,633
7. Dar a conocer los resultados.	U = 81,50 p= 0,106 Antes: M= 0,941 Dt= 0,555 Después: M=1,571 Dt= 1,158	F(1,28) = 3,803 p= 0,061 Antes: M= 0,687 Dt= 0,793 Después: M=1,357 Dt= 1,082
8. Trabajar en equipo. Valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones.	F(1,29) = 0,019 p= 0,892 Antes: M= 2,823 Dt= 0,727 Después: M=2,786 Dt= 0,802	F(1,28) = 0,015 p= 0,902 Antes: M= 2,750 Dt= 0,774 Después: M=2,785 Dt= 0,801
9. Identificar prácticas científica beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos. *	U = 39,50 p= 0,001 Antes: M= 1,000 Dt= 0,612 Después: M=2,357 Dt= 1,082	U = 87,00 p= 0,214 Antes: M= 0,875 Dt= 0,341 Después: M=1,357 Dt= 1,082
Puntuación total de los participantes**	F(1,29) = 5,888 p= 0,022 Antes: M= 10,941 Dt= 3,960 Después: M=14,571 Dt=4,362	F(1,28) = 4,475 p= 0,043 Antes: M= 9,312 Dt= 2,358 Después: M=11,786 Dt= 3,945

Nota 1: * indicadores cuyas diferencias han sido significativas en uno de los cursos de tercero.

Nota 2: ** indicadores cuyas diferencias han sido significativas en ambos grupos de tercero.

Fuente: elaboración propia

El análisis de las diferencias entre los grupos de tercer año, ofrece los resultados descritos en la tabla 78, donde se observan que mejoran significativamente ambos cursos en la puntuación total de la prueba: 3^o-2 pasa de obtener una puntuación media de 10,941 con Dt= 3,960 a una puntuación media de 14,571 con Dt= 4,362.

El curso 3^o-3 pasa de obtener una puntuación media de 9,312 con Dt = 2,358, a una puntuación media de 11,786 con Dt= 3,945

Esta mejora se produce igualmente en ambos cursos para la dimensión 2 (curso 3^o-2: M_{antes}=1,117 Dt=0,992; M_{después}=2,285 y Dt=1,069 y curso 3^o-3: M_{antes}=0,562 Dt=0,512; M_{después}=1,500 y Dt=1,019)

En el curso 3^o-2, se producen mejoras estadísticamente significativas en la dimensión 9 (M_{antes}=1,000 Dt=0,612; M_{después}=2,357 y Dt=1,082); en cambio, en el curso 3^o-3 se producen mejoras estadísticamente significativas en las dimensiones 3 (M_{antes}=2,000 Dt=1,154; M_{después}=1,143 y Dt=0,864 y 4 (M_{antes}=0,000 Dt=0,000; M_{después}=0,929 y Dt=0,917).

Diferencias de medias antes y después en los grupos de cuarto año

En la tabla 79 se pueden apreciar las diferencias en las medias, antes y después de la intervención para los grupos de cuarto año.

Tabla 79

Resultados de los contrastes de diferencias de medias antes y después en los grupos de 4º 1 y 4º 2.

	Cuarto 1	Cuarto 2
1. Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicos. Utilizar evidencia científica. **	U = 32,00 p= 0,000 Antes: M=1,304 Dt= 0,875 Después: M=3,000 Dt=0,000	U = 0,00 p= 0,000 Antes: M= 0,952 Dt= 0,669 Después: M=3,000 Dt= 0,000
2. Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular hipótesis. **	F(1,37) = 6,297 p= 0,017 Antes: M=1,652 Dt= 0,982 Después: M=2,375 Dt=0,718	U = 90,50 p= 0,006 Antes: M= 1,333 Dt= 0,577 Después: M=1,923 Dt= 0,954
3. Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva. **	F(1,37) = 7,523 p= 0,009 Antes: M=1,347 Dt= 1,228 Después: M=2,375 Dt=1,024	U = 0,00 p= 0,000 Antes: M= 0,000 Dt= 0,000 Después: M=2,692 Dt= 0,751
4. Identificar variables, diseñar una metodología, realizar experiencias. *	F(1,37) = 4,034 p= 0,05 Antes: M=1,434 Dt= 0,895 Después: M=2,000 Dt=0,816	F(1,32) = 0,241 p= 0,627 Antes: M= 1,667 Dt= 1,110 Después: M=1,846 Dt= 0,899
5. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos). **	F(1,37) = 12,191 p= 0,001 Antes: M=1,217 Dt= 0,421 Después: M=1,937 Dt=0,853	F(1,32) = 51,553 p= 0,000 Antes: M= 0,428 Dt= 0,597 Después: M=2,154 Dt= 0,800
6. Formular conclusiones. **	F(1,37) = 12,904 p= 0,001 Antes: M=1,043 Dt= 0,705 Después: M=1,875 Dt=0,718	U = 49,50 p= 0,001 Antes: M= 0,428 Dt= 0,507 Después: M=1,769 Dt= 1,165
7. Dar a conocer los resultados. **	U = 56,00 p= 0,000 Antes: M=0,478 Dt= 0,510 Después: M=1,687 Dt=0,946	F(1,32) = 73,330 p= 0,000 Antes: M= 0,667 Dt= 0,483 Después: M=2,308 Dt= 0,630
8. Trabajar en equipo. Valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones. *	U = 112,00 p= 0,005 Antes: M=1,956 Dt= 1,364 Después: M=3,000 Dt=0,000	U = 110,50 p= 0,099 Antes: M= 2,428 Dt= 1,207 Después: M=3,000 Dt= 0,000
9. Identificar prácticas científica beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos. *	U = 124,00 p= 0,071 Antes: M=0,826 Dt= 0,716 Después: M=1,437 Dt=1,093	F(1,32) = 7,072 p= 0,012 Antes: M= 1,047 Dt= 0,864 Después: M=2,000 Dt= 1,225
Puntuación total de los participantes**	F(1,37) = 35,422 p= 0,000 Antes: M=11,260 Dt= 4,464 Después: M=19,687 Dt=4,174	F(1,32) = 67,877 p= 0,000 Antes: M=8,952 Dt= 3,681 Después: M=20,692 Dt= 4,571

Nota 1: * indicadores cuyas diferencias han sido significativas en uno de los cursos de cuarto.

Nota 2: ** indicadores cuyas diferencias han sido significativas en ambos grupos de cuarto.

Fuente: elaboración propia

El análisis de las diferencias entre los grupos, ofrece los resultados descriptos en la tabla 79, donde se observan que mejoran significativamente ambos cursos en la puntuación total de la prueba: 4^o-1 pasa de obtener una puntuación media de 11,260 con Dt= 4,464 a una puntuación media de 19,687 con Dt= 4,174.

El curso 4^o-2 pasa de obtener una puntuación media de 8,952 con Dt = 3,681, a una puntuación media de 20,692 con Dt= 4,571.

Esta mejora se produce igualmente en ambos cursos para la dimensión 1 (curso 4^o-1: M_{antes}=1,304 Dt=0,875; M_{después}=3,000 y Dt=0,000 y curso 4^o-2: M_{antes}=0,952 Dt=0,669; M_{después}=3,000 y Dt=0,000), dimensión 2 (curso 4^o-1: M_{antes}=1,652 Dt=0,982; M_{después}=2,375 y Dt=0,718 y curso 4^o-2: M_{antes}=1,333 Dt=0,577; M_{después}=1,923 y Dt=0,954), dimensión 3 (curso 4^o-1: M_{antes}=1,347 Dt=1,228; M_{después}=2,375 y Dt=0,718 y curso 4^o-2: M_{antes}=0,000 Dt=0,000; M_{después}=2,692 y Dt=0,751), dimensión 5 (curso 4^o-1: M_{antes}=1,217 Dt=0,421; M_{después}=1,937 y Dt=0,853 y curso 4^o-2: M_{antes}=0,428 Dt=0,597; M_{después}=2,154 y Dt=0,800), dimensión 6 (curso 4^o-1: M_{antes}=1,043 Dt= 0,705; M_{después}=1,875 y Dt=0,718 y curso 4^o-2: M_{antes}=0,428 Dt= 0,507; M_{después}=1,769 y Dt=1,165, y dimensión 7 (curso 4^o-1: M_{antes}=0,478 Dt= 0,510; M_{después}=1,687 y Dt=0,946 y curso 4^o-2: M_{antes}=0,667 Dt= 0,483; M_{después}=2,308 y Dt=0,630

En el curso 4^o-1, se producen mejoras estadísticamente significativas en la dimensión 4 (M_{antes}=1,434 Dt=0,895; M_{después}=2,000 y Dt=0,816) y 8 (M_{antes}=1,956 Dt=1,364; M_{después}=3,000 y Dt=0,000; en cambio, en el curso 4^o-2 se producen mejoras estadísticamente significativas en la dimensión 9 (M_{antes}=1,047 Dt=0,864; M_{después}=2,000 y Dt=1,225.

4.4. Muestra de pósteres

El 12 de setiembre los estudiantes presentaron sus proyectos de introducción a la investigación a la comunidad educativa del liceo, que además abrió sus puertas para recibir a escolares de diferentes establecimientos y a la comunidad en general.

Para la presentación los estudiantes elaboraron pósteres, que fueron ubicados en una de las aulas de mayores dimensiones del liceo y durante toda la

jornada realizaron la defensa de los mismos, explicando sus proyectos a los visitantes. Algunas fotos del evento y los pósteres se presentan en el anexo F.

Se presentaron un total de 24 pósteres, de los cuales 6 correspondieron a primer año, 8 a tercero y 10 a cuarto.

Se integró un jurado con las tres docentes y la investigadora. Se utilizaron tablas de cotejo y escalas para la evaluación del póster y la defensa.

El evento de presentación de los trabajos atañe a una de las dimensiones de la competencia científica referida a la comunicación. Presentar los trabajos involucra ya sea tanto la comunicación oral como la escrita.

Asimismo, a través de los pósteres se pueden evaluar otras dimensiones de la competencia científica, como la redacción de las preguntas investigables, las hipótesis, la metodología, las conclusiones y si refiere correctamente la bibliografía.

En el póster se tomaron en cuenta las siguientes categorías para la evaluación: síntesis de las ideas centrales, organización de la información, competencia científica, originalidad y creatividad, ortografía y sintaxis. Las categorías que se evaluaron en la defensa fueron: conocimiento sobre el tema, diseño metodológico y participación.

Cada categoría se evaluó con un valor máximo de 10 puntos. En el caso de los pósteres, las cuatro integrantes del jurado debatieron hasta llegar a un puntaje para cada categoría, ya que la evaluación se realizó sin la presencia de los estudiantes. La evaluación de las defensas se efectuó de manera diferente, por estar en presencia de los estudiantes. Por esa razón, cada evaluadora adjudicó un puntaje y luego se promediaron los mismos.

4.4.1. Evaluación de los pósteres

En las tablas 80, 81 y 82 se presentan los resultados obtenidos por los estudiantes de los tres grados en sus pósteres. Se aprecia la categoría en la que se destacan, como el nombre de los proyectos y los que obtuvieron mejor puntaje.

Tabla 80

Resultados de la evaluación de los pósteres de primer año.

Pro- yecto	Título	Síntesis ideas centrales	Organización de la información	Competencia científica	Originalidad y creatividad	Sintaxis y ortografía	Total
1	Experiencia papa	10	10	10	6	2	38
2	Cebolla y tomate	8	7	8	6	8	37
3	Experiencia morrones	10	8	9	8	8	43
4	La manzana	8	6	6	6	6	32
5	Células zanahoria	9	8	8	6	6	37
6	Tomate al acecho	10	8	9	9	8	44
Total		55	47	50	41	38	231
%		91,7	78,3	83,3	68,3	63,3	

Nota. Fuente: elaboración propia

La categoría en la que obtuvieron mejores resultados, los estudiantes de primer año, fue la referida a la “síntesis de las ideas centrales” y el póster que obtuvo mejor puntaje fue el correspondiente al Proyecto Tomate al acecho.

Mientras que los terceros años lograron mejores resultados en la categoría de sintaxis y ortografía. El mejor puntaje fue para el póster del proyecto “Animales en la manzana del liceo 2”, como puede apreciarse en la tabla 81.

Tabla 81.

Resultados de la evaluación de los pósteres de tercer año.

Pro- yecto	Título	Síntesis ideas cen- trales	Organización de la información	Competencia científica	Originalidad y creatividad	Sintaxis y ortografía	Total
1.	Animales en la manzana del liceo 2	9	9	10	10	9	47
2.	Hidatidosis	8	10	9	8	9	44
3.	Trabajo de la mujer en la casa	7	8	9	8	8	40
4.	Microbios picaporte de la puerta del liceo	8	8	7	7	9	39
5.	Prevención hidatidosis	8	8	8	7	10	41
6.	Algas Río Negro	8	8	10	9	10	45
7.	Desinfectante de manos	8	7	8	7	9	39
8.	Drogas	6	6	7	9	8	36
Total		62	64	68	65	72	331
%		77,5	80	85	81,25	90	

Nota. Fuente: elaboración propia

En tanto para los estudiantes de cuarto año, la categoría en la que se aprecia mayor dificultad corresponde a la de síntesis de la información. Los grupos de cuarto año logran mayor puntaje en la competencia científica. En esta

categoría se valora que los estudiantes presenten bien formulados el resumen, la pregunta investigable, las hipótesis, los resultados y la conclusión. En la tabla 82 se representan los puntajes para cada categoría.

Tabla 82.
Resultados de la evaluación de los pósteres de cuarto año.

Pro- yecto	Título	Síntesis ideas centrales	Organización de la información	Competencia científica	Originalidad y creatividad	Sintaxis y ortografía	Total
1.	Invasión larvas	8	10	10	8	10	46
2.	Hongos en la fruta	8	10	10	8	10	46
3.	Cromatografía remola- cha	8	10	10	8	10	46
4.	Color en el morrón	6	10	9	8	10	43
5.	Mitosis en la cebolla	6	10	10	8	10	44
6.	Mitosis	6	8	10	10	10	44
7.	Células de la cebolla	7	8	8	8	10	41
8.	Célula animal y vegetal	6	8	8	7	10	39
9.	ADN en saliva	4	8	10	8	6	36
10.	ADN cebolla	5	8	10	8	6	37
Total		64	90	95	81	92	422
%		64	90	95	81	92	

Nota. Fuente: elaboración propia

Los proyectos que obtienen más puntaje son “Invasión de larvas”, “Hongos en la fruta” y “Cromatografía en la remolacha”, todos ellos con 46 puntos.

El puntaje logrado por los distintos proyectos fluctúa entre 36 y 46 puntos, sobre un total de 50 puntos, lo que no supone diferencias significativas. Además de indicar que han logrado comunicar sus proyectos de forma escrita en un nivel por encima del aceptable.

Los pósteres de “Invasión de larvas” y “Hongos en la fruta” obtienen un total de 46 puntos cada uno, y no se encuentran diferencias entre ambos en las categorías evaluadas.

Los pósteres elaborados por los estudiantes cumplieron con características de pósteres científicos, la información se dispuso en dos columnas, en el cuadrante superior izquierdo ubicaron el resumen y en el inferior derecho las conclusiones. Los resultados fueron presentados en tablas y gráficos, entre otros aspectos. Lo que puede observarse en la figura 7 y 8.

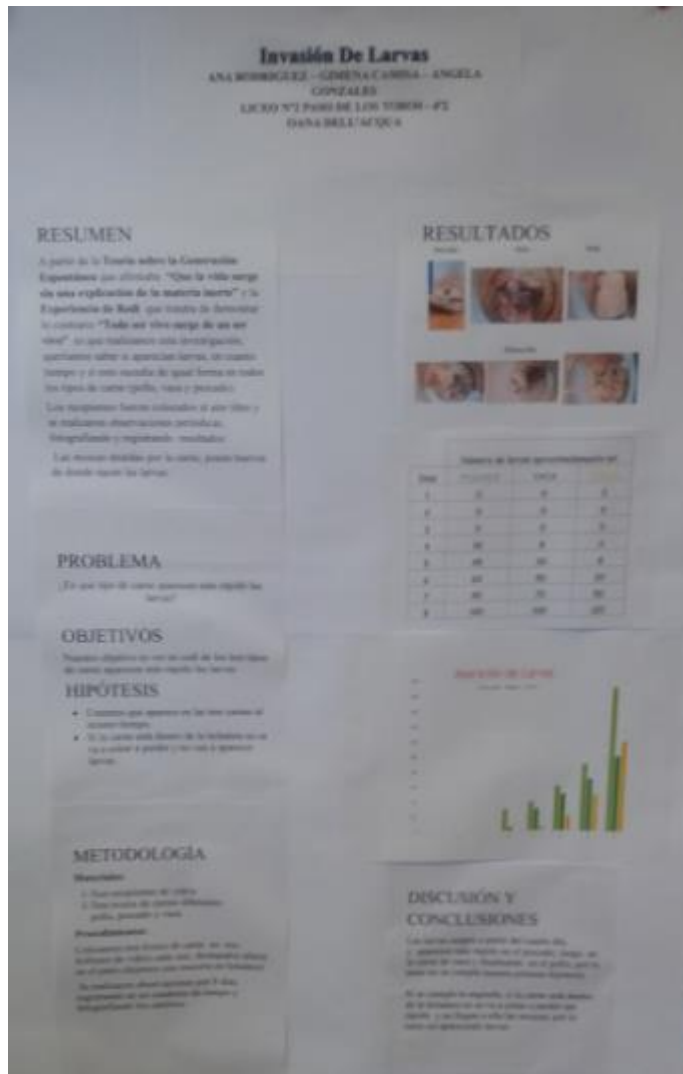


Figura 7. Póster elaborado por los estudiantes de 1.º de Bachillerato. Nota. Fuente: elaboración propia.

La confección de los mismos fue artesanal, ya que los estudiantes pertenecen a un contexto desfavorable, pero cumplieron en general con criterios establecidos para un póster científico, existiendo diferencias propias, que surgen de los niveles dentro de cada grupo.

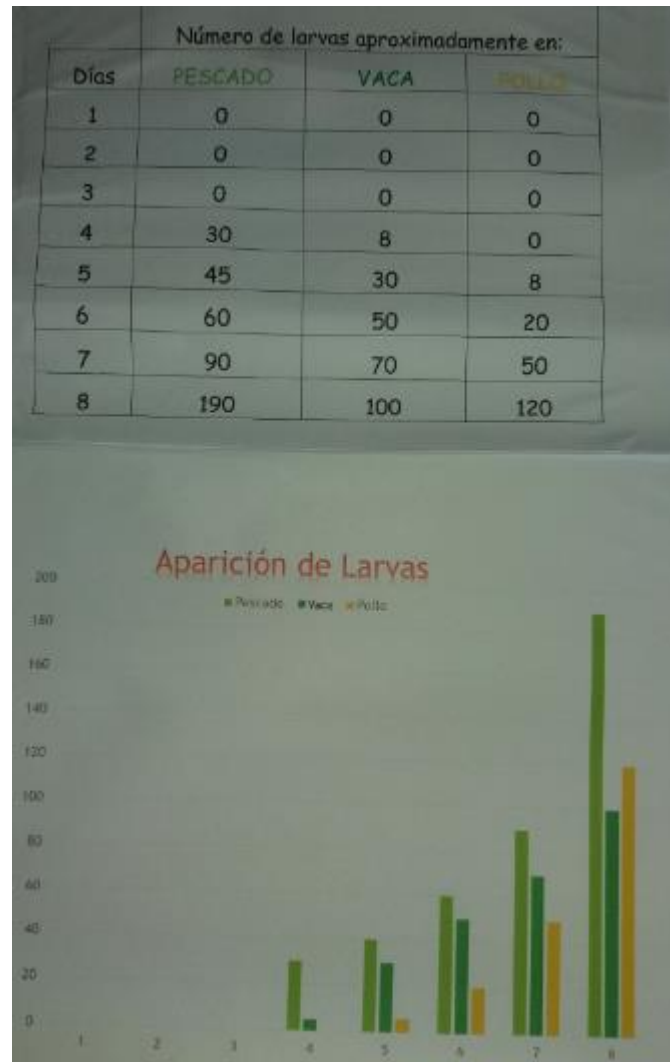


Figura 8. Presentación de datos en tablas y gráficos. Fuente: elaboración propia

Respecto al análisis de los resultados a partir de la tabla elaborada es posible apreciar que los estudiantes realizaron un seguimiento de los cultivos durante ocho días, y efectuaron el recuento de larvas en dicho período, en los tres tipos de carne. Utilizaron un testigo que colocaron en la heladera. Se aprecia un intento por medir la variable del tipo de carne y controlar otras variables, aunque no se explicita claramente cómo se controlan las demás variables.

4.4.2. Defensas

En la tabla 83 se analizan los resultados de las defensas en primer año.

Tabla 83.

Resultados de las defensas de primer año.

Proyec- tos	Título	Conocimiento del tema	Diseño metodológico	Participación del grupo	Puntaje total	Promedio tribunal
1.	Experiencia de la papa	9	9	4	22	22,3
2.	La cebolla y el tomate	6	10	4	20	16,6
3.	Experiencia con morrones	6	10	4	20	19,6
4.	La manzana	8	7	7	22	19,6
5.	Células zanahoria	6	10	6	22	21,3
6.	Tomate al acecho	6	10	4	20	18
Total		41	56	29		
%		68,3	93,3	48,3		

Nota. Fuente: elaboración propia

Los estudiantes de primer año logran mejores defensas en la categoría del diseño metodológico. El proyecto con mejor puntaje en la defensa es el correspondiente a “Experiencia de la papa”.

En la tabla 84 se representan los puntajes obtenidos por los estudiantes de tercer año en la defensa que realizan de sus proyectos.

Tabla 84.

Resultados de las defensas de tercer año.

Pro- yecto	Título	Conocimiento del tema	Diseño metodológico	Participación del grupo	Puntaje total	Promedio Tribunal
1.	Animales en la manzana del liceo 2	10	10	4	24	21,6
2.	Hidatidosis	10	10	10	30	27
3.	Trabajo de la mujer en la casa	9	8	8	25	17
4.	Microbios picaporte de la puerta del liceo 2	10	10	6	26	24,3
5.	Prevención hidatidosis	8	8	4	20	16,6
6.	Algas Río Negro	8	8	6	22	20
7.	Desinfectante de manos	6	4	4	14	14,3
8.	Drogas	6	6	4	16	14,6
Total		67	64	46	177	
%		83,75	80	57,5		

Nota. Fuente: elaboración propia

Los grupos de tercer año obtienen mejores resultados en el conocimiento del tema. El proyecto que obtiene mejor puntaje es “Microbios en el picaporte de la puerta del liceo”.

En la tabla 85 se realiza el mismo análisis para las defensas de los estudiantes de cuarto año.

Tabla 85.
Resultados de las defensas de cuarto año.

Pro- yecto	Título	Conocimiento del tema	Diseño metodológico	Participación del grupo	Puntaje total	Promedio Tribunal
1.	Invasión larvas	9	8	9	26	26,3
2.	Hongos en la fruta	9	8	7	24	25,6
3.	Cromatografía remolacha	8	8	8	24	26
4.	Color en el morrón	8	8	4	20	21,3
5.	Mitosis en la cebolla	8	10	8	26	26
6.	Mitosis	8	10	10	28	26
7.	Células de la cebolla	7	10	8	25	26,3
8.	Célula animal y vegetal	6	8	4	18	22,6
9.	ADN en saliva	8	10	8	26	26,6
10.	ADN cebolla	10	10	6	26	26
Total		81	90	72	243	
%		81	90	72		

Nota. Fuente: elaboración propia

Los grupos de cuarto año obtienen mejores resultados en la categoría de diseño metodológico. El proyecto con puntaje más alto es el de ADN en la saliva.

4.4.3. Resultados generales en la muestra de proyectos

Se analizan los resultados por grado y los logros por proyectos, los que se presentan en la tabla 86.

Para realizar una comparación por categoría y grado, se toman los valores surgidos del cálculo de porcentajes, obtenidos en cada grado, para cada categoría, presentados en los cuadros anteriores en relación con la defensa y pósteres.

Tabla 86.
Resultados de la Muestra por grados.

Gr Upos	Defensa				Póster				Prome- dio
	Conocimiento del tema	Diseño Metodoló- gico	Partici- pación del grupo	Sínte- sis ideas centra- les	Organiza- ción de la informa- ción	Compe- tencia cientí- fica	Origi- nalidad y creati- vidad	Sinta- xis y orto- grafía	
1°	68,3	93,3*	48,3	91,7*	78,3	83,3	68,3	63,3	74,4
3°	83,75*	80	57,5	77,5	80	85	81,25*	90	79,4
4°	81	90	72*	64	90*	95*	81	92*	83,1

Nota. Fuente: elaboración propia

Con un asterisco se señalan los mejores resultados por categoría, tanto en defensa como en el póster, de acuerdo a la comparación entre grados.

Se puede apreciar que en primer año obtienen mejor puntaje en dos categorías, diseño metodológico y síntesis de ideas, en tercer año también se destacan en dos categorías, conocimiento del tema y originalidad. En tanto en cuarto año logran mejores puntajes en cuatro categorías: participación, organización, competencia científica y sintaxis y ortografía. La más destacada es la de competencia científica con un 95 %.

Si bien se señala con un asterisco las categorías que fueron superiores en relación a los otros grados, también se puede observar que en tercer año se obtiene muy buen puntaje en cuatro categorías además de las mencionadas, en estas cuatro categorías se obtienen puntajes de 80 y más. Lo mismo sucede en cuarto año, que en tres categorías más alcanzan puntajes de 80 y más.

En tanto si se analizan las categorías que lograron menos de un 50 % del puntaje total, en primer año se encuentra solamente en participación, mientras que, en tercero y cuarto, esto no sucede en ninguna de ellas.

En los puntajes totales se aprecia una graduación, obteniendo menor puntaje promedio los grupos de primer año y mayor puntaje en el promedio los grupos de cuarto año.

Si se analiza la competencia científica también se obtiene una graduación. Primer año obtiene 83,3 %, tercero 85 % y cuarto año 95 %.

En la tabla 87 se consideran los subtotales para las defensas y pósteres.

Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en Biología, sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de enseñanza secundaria

Tabla 87.
Resultados de la Muestra por grados con subtotales en defensa y pósteres.

Grupos	Defensa				Póster					
	Conoci- miento del tema	Diseño metodoló- gico	Partici- pación del grupo	Pro- me- dio	Sínte- sis ideas centra- les	Organi- zación de la in- forma- ción	Com- peten- cia cientí- fica	Origi- nalidad y crea- tividad	Sinta- xis y orto- grafía	Pro- medio
1°	68,3	93,3	48,3	70	91,7	78,3	83,3	68,3	63,3	77
3°	83,75	80	57,5	73,8	77,5	80	85	81,25	90	82,8
4°	81	90	72	81	64	90	95	81	92	84,4

Nota. Fuente: elaboración propia

Se observa que tanto en los puntajes promedios subtotales, de las defensas como en los pósteres, aparece una graduación en la que se obtienen los puntajes más bajos en primero y los más altos en cuarto año.

En la tabla 88 se compararán los puntajes totales obtenidos en cada proyecto.

Tabla 88
Resultados de la Muestra por Proyecto.

Proyecto	Título	Póster	Defensa	Total	Curso
1.	Experiencia de la papa	38	22,3	60,3	1.º
2.	La cebolla y el tomate	37	16,6	53,6	
3.	Experiencia con morrones	43	19,6	62,6	
4.	La manzana	32	19,6	51,6	
5.	Forma células zanahoria	37	21,3	58,3	
6.	Tomate al acecho	44	18	62	
7.	Animales en la manzana del liceo 2	47	21,6	68,6	3.º
8.	Hidatidosis	44	27	71	
9.	Trabajo de la mujer en la casa	40	17	57	
10.	Microbios picaporte de la puerta del liceo 2	39	24,3	63,3	
11.	Prevención hidatidosis	41	16,6	57,6	
12.	Algas Río Negro	45	20	65	
13.	Desinfectante de manos	39	14,3	53,3	4.º
14.	Drogas	36	14,6	50,6	
15.	Invasión larvas	46	26,3	72,3	
16.	Hongos en la fruta	46	25,6	71,6	
17.	Cromatografía remolacha	46	26	72	
18.	Color en el morrón	43	21,3	64,3	
19.	Mitosis en la cebolla	44	26	70	
20.	Mitosis	44	26	70	
21.	Células de la cebolla	41	26,3	67,3	
22.	Célula animal y vegetal	39	22,6	61,6	
23.	ADN en saliva	36	26,6	62,6	
24.	ADN cebolla	37	26	63	
Total		984	525,5		
%		82	72,9		

Nota. Fuente: elaboración propia

Los mejores puntajes por proyecto lo obtienen los estudiantes de cuarto año. El mayor puntaje correspondió al proyecto “Invasión de larvas”, con 72,3, seguido por “Cromatografía de remolacha”, con 72, y “Hongos en la fruta”, con 71,6, todos correspondientes a cuarto año. En cuarto lugar, queda el proyecto de “Casos de hidatidosis en Paso de los Toros”, perteneciente a tercer año, con un total de 71 puntos.

Es importante destacar que un proyecto de primero denominado “Experiencia con morrones” obtiene 62,6 puntos, quedando con mejor puntaje que el proyecto de cuarto año denominado “Célula animal y vegetal” que obtiene 61,6 puntos.

En la tabla 89 se analizan algunas dimensiones de la competencia científica que pueden apreciarse en los tres pósteres seleccionados. Los tres obtuvieron el mayor puntaje en el póster, en cada uno de los grados. Se realiza una síntesis de cada uno.

Tabla 89
Diferentes dimensiones de la competencia científica observadas en los pósteres.

Póster	4.º	3.º	1.º
Título	Invasión de larvas	Animales en la manzana del liceo	Experimento con morrones
Puntaje en pósteres y puntajes totales	46 – 72,3	47- 68,6	43- 62,6
Pregunta investigable	¿En qué tipo de carne aparecen más rápido las larvas?	¿Cuántos animales habitan en la manzana del liceo?	¿A qué se debe la diferencia entre los morrones rojo y verde?
Hipótesis	Creemos que aparecen en las tres carnes al mismo tiempo.	La mayoría de las viviendas tienen animales.	Los morrones adquieren diferentes colores por el tipo de pigmentos que los componen.
Objetivos	Ver en qué tipo de carne aparecen más rápido las larvas.	Conocer cuántos animales hay en la manzana del liceo.	Observar células del morrón al microscopio.
Metodología	Tres frascos con carne de pescado, pollo y vaca.	Se realizó una encuesta, se fue casa por casa preguntando en todas las viviendas.	Cortes de láminas delgadas de morrón y se colocan con una gota de agua entre porta y cubre.
Resultados/ Discusión	190 larvas en pescado, 100 en vaca y 120 pollos. En cuanto a la primera aparición, tanto en pescado como en vaca se dan al cuarto día, con 30 y 8 larvas, respectivamente. En la muestra de pollo aparecen 8 larvas el quinto día.	Si bien la mayoría de las viviendas tienen perros y gatos también se encontraron gallinas, loros, peces, hámster, caballo y oveja.	En el morrón verde se vieron la pared celular, citoplasma y cloroplastos. En morrón rojo se vieron pared celular, citoplasma y cromoplastos.
Conclusión	Las larvas surgen a partir del cuarto día y aparecen más rápido en el pescado, luego en carne de vaca y finalmente en el pollo, por lo que no se cumple nuestra hipótesis.	El 98% de las viviendas poseen animales, confirmando nuestra hipótesis. La cantidad de animales presentes en la manzana es de 78.	Nuestra hipótesis fue correcta porque al ver las células de morrón descubrimos que tienen pigmentos que les dan diferentes colores.

Nota. Fuente: elaboración propia

4.5. Percepción de los estudiantes y docentes, en un liceo de contexto sociocultural crítico, cuando se trabaja con este modelo didáctico

En este apartado se analizarán los grupos focales realizados con docentes y estudiantes en el transcurso del año y la encuesta aplicada a fin de año a los estudiantes de los seis grupos que participaron en la experiencia.

El protocolo de preguntas para el grupo focal fue expuesto a valoración de pares expertos y la investigadora efectuó ajustes de acuerdo a sus observaciones. Se realizaron 12 entrevistas grupales, que tuvieron duración diferente de acuerdo a si las mismas correspondían a estudiantes o docentes. En el caso de los primeros, las mismas duraron entre 20 y 30 minutos y en el caso de los docentes, se extendieron entre 60 y 90 minutos.

Cada grupo focal fue grabado en audio con la debida autorización de los participantes; este audio se guardó en archivo digital y se transcribió en formato Word.

En el análisis de datos cualitativos, se realizó la codificación abierta, con lectura del texto, posterior selección de citas y codificación, con agrupación en temáticas, es decir, empleando codificación axial. A continuación, se trabajó con familias efectuando una codificación selectiva y se trabajó con redes.

4.5.1. Proceso de investigación cualitativo respaldado por Atlas.ti

En el proceso de análisis, se ha tomado la decisión de utilizar un software de análisis cualitativo. La ventaja fundamental de estos programas informáticos es que aceleran el proceso del análisis de datos, posibilitando al investigador una mayor dedicación en los aspectos más creativos, sin automatizar el proceso. El software seleccionado para la presente investigación ha sido Atlas.ti versión 7.

Favoreció: 1) La recopilación y clasificación de datos en cinco proyectos (o cinco unidades hermenéuticas), que correspondieron a las transcripciones de los nueve grupos focales realizados con estudiantes y los tres con docentes. Se organizaron de la siguiente forma: a) Tres de ellos se desarrollaron con estudiantes de los tres niveles durante la primera secuencia planificada, b) Otros tres se formaron con estudiantes de los tres niveles durante la segunda secuencia, c) Los últimos tres fueron conformados por estudiantes de los tres niveles durante

la tercera secuencia, d) Un grupo focal docente se realizó al finalizar la primera secuencia y e) Los otros dos grupos docentes correspondieron a la segunda y tercera secuencia. 2) La implementación de búsquedas rápidas y navegación por todos los segmentos de datos ya sea segmentos de citas, códigos y familias, lo que facilita la comprensión de manera holística de la investigación, acercando el investigador a la investigación, lo cual potencia la sensibilidad del investigador. 3) La comprensión y análisis de los datos, desde la selección de citas a la codificación, comparación y creación de redes conceptuales. 4) Además, el uso de Atlas.ti ha facultado de manera sistemática poder ajustarse con facilidad a la metodología esgrimida en esta investigación, lo cual ha influido en una mejora de la calidad de la investigación.

4.5.2 Proceso en el uso de Atlas.ti

El análisis mediante el software Atlas.ti se efectuó a través de dos tipos de tareas: 1) El nivel textual: en esta fase se abordaron los datos correspondientes a las transcripciones de audio a texto de los grupos focales, se seleccionaron las citas las que fueron codificadas y en algunos casos se agregaron memos. 2) El nivel conceptual: corresponde a la interrelación de códigos, conceptos y categorías para crear familias y redes conceptuales. Estos dos niveles se trabajaron de manera secuencial.

4.5.3. Grupo focal con estudiantes una vez terminada la primera secuencia

Se realizan tres grupos focales de seis estudiantes cada uno, uno correspondiente a cada grado.

Las figuras que surgen de la codificación con Atlas.ti en las que se resumen las opiniones de los 18 estudiantes, se ubican en anexo VII.

Las preguntas planteadas fueron: 1) ¿Se acuerdan lo que trabajaron en las últimas clases? ¿Les gustó trabajar de esta forma? 2) ¿Se acuerdan lo que hicieron antes del experimento? ¿Qué actividad les gustó más? ¿Alguna actividad no les gustó? 3) ¿Cuál les resultó más fácil y cuál más difícil? 4) ¿Qué aprendieron? 5) ¿Qué temas les gustaría volver a trabajar para poder comprender mejor?

La pregunta sobre si les gustó trabajar de esta forma se codificó como “interés en el modelo”. A cada código se le colocó un número al comienzo que corresponde al grado de los estudiantes, de acuerdo a si la respuesta pertenece a un estudiante de primer año, de tercero o de cuarto, aparece 1, 3 o 4.

Además en algunos códigos al finalizar dice 2R o 3R, lo que se refiere a dos o tres respuestas similares.⁵

Todos los estudiantes responden que les gusta trabajar de esta forma y justifican mencionando diferentes aspectos: trabajar en equipos, gusto por investigar, interés en los temas seleccionados, es un trabajo divertido, se aprende, ver videos vinculados a la investigación.

Tanto los estudiantes de primero, como los de tercero y cuarto consideran que aprendieron. Refieren a diferentes dimensiones de la competencia científica, ya que dicen que aprendieron sobre control de variables, a tomar muestras, trabajar en equipo, realizar preguntas, usar instrumentos, buscar información y temas vinculados a los seres vivos y el ambiente.

Las actividades más fáciles para los estudiantes de cuarto año son: hacer la pregunta investigable, formular hipótesis y cumplir con los diferentes “pasos” de la investigación. Mientras que a los estudiantes de primer año les resulta difícil: hacer pregunta investigable y plantear hipótesis. En relación con la pregunta investigable, tres estudiantes de primero indican que les resulta difícil la pregunta investigable y un estudiante que es fácil.

En tercer año señalan como fácil buscar los materiales, formar equipos, elegir tema y formular la investigación. En tanto que los estudiantes de cuarto marcan como difícil elaborar el marco teórico.

Entre las actividades que los estudiantes mencionan que no les gustaron se encuentran: realizar el marco teórico, trabajar con la plataforma Edmodo y uno de los videos. Además, hay nueve respuestas que indican que ninguna actividad no les gustó, es decir, que todas les gustaron.

⁵ Se debió reducir el número de códigos ya que la versión del programa de Atlas.ti en la que se trabajó limita su número.

4.5.4. Grupo focal realizado con estudiantes en la segunda secuencia

Luego de la observación de la segunda clase se implementan los grupos focales con los estudiantes. Se realizan tres grupos focales de seis estudiantes cada uno, correspondientes a cada grado.

Las figuras que surgen de la codificación con Atlas.ti que resumen las opiniones de los 18 estudiantes se encuentran en el anexo G.

A continuación, se analizan las respuestas a la pregunta “¿Les gustó trabajar de esta forma?”.

Los estudiantes de los tres grados manifiestan que les gustaron varias actividades, tales como hacer experimentos, analizar resultados, uso de instrumentos; incluso algunos indican que les gustaron la mayoría de las actividades. Alguno de ellos refiere a que le gustó el compañerismo que se generó, que fue divertido y que les permitió saber más.

E1: “...Porque nos gusta hacer experimentos”.

E2: “...Fue divertido usar los microscopios y las herramientas. Los bisturí y eso”.

E3: “A mí me gustó porque usamos el microscopio y era un experimento”

E4: “Y aprendimos cosas nuevas que no sabíamos”.

En relación a la pregunta “¿Qué aprendieron?”, los estudiantes se refieren a competencias, ya que mencionan tanto contenidos conceptuales como procedimentales y actitudinales.

Entre los contenidos conceptuales mencionan que aprendieron sobre biomoléculas, toxas, diferencias de células. Respecto a lo procedimental indican: hacer una investigación, hacer preguntas, hipótesis, experimentos, hacer pósters, defender proyectos, utilizar Edmodo. Entre los actitudinales señalan: trabajar en grupo, tutoría entre pares.

Frente a la pregunta “¿Cuál les resultó más fácil y cuál más difícil?” responden lo siguiente:

Las respuestas de los estudiantes no coinciden: trabajar en equipo para algunos estudiantes de primer año resulta difícil, pero para otros estudiantes de primero les resulta fácil, mientras que en cuarto aclaran que es fácil si todos trabajan.

Lo mismo ocurre con la experimentación: para un estudiante de primero es difícil enfocar y tomar muestras, en tanto que otro estudiante de primero dice que es fácil hacer observaciones y tres estudiantes de tercero refieren que es fácil la experimentación. Las hipótesis también son consideradas difíciles para algunos y fáciles para otros.

Respecto a la pregunta investigable y las conclusiones son clasificadas como difíciles.

4.5.5. Grupo focal estudiantes luego de la tercera secuencia

Posteriormente a la observación de la tercera clase se realizaron tres grupos focales de seis estudiantes cada uno. Cada grupo correspondió a un grado.

Las figuras en anexo G sintetizan las opiniones de los estudiantes de los tres grados.

Frente a la pregunta “¿Qué actividad les gustó más?” responden:

Mientras que para los estudiantes de primer año resultan atractivas todas las actividades incluido realizar un marco teórico, los estudiantes de tercero se refieren a las experiencias, resultados y conclusiones como las actividades que más les gustan.

En cuarto año, a cinco de los seis estudiantes les gustan todas las actividades. La estudiante que indica que no le gusta lo explica así:

Katia: “A mí no me gusta trabajar en equipo... No es solo eso, es que tenés que hacer todo el trabajo vos, en vez de que la profesora de la clase, vos tenés que dar la clase, es como que estuvieras estudiando solo, como que no tuvieras una profesora... te guía, pero no te hace las cosas”.

Uno de los estudiantes de tercero indica que le gusta hacer experimentos, pero quiere que sean más difíciles. Los demás están de acuerdo con él.

Eric: “A mí me gustó trabajar con esto y estaría bueno hacer experimentos más difíciles”.

Cuando se les pregunta sobre lo que aprendieron, ellos contestan:

Los estudiantes de los tres grados comentan que aprendieron contenidos conceptuales como mitosis, ADN, codones, duplicación, pigmentos, bacterias y toxas. También detallan las diferentes capacidades de la competencia científica:

formular preguntas e hipótesis, buscar información, marco teórico, diferenciar citas y paráfrasis, presentar resultados, generar discusión, arribar a una conclusión y trabajar en equipos.

Un estudiante de tercero dice “Yo para mí aprendimos a hacer una investigación completa nosotros solos”. Otra estudiante: “Aprendimos a investigar nosotros solos, sin ayuda (...) con ayuda de la profe, pero, o sea, haciendo las cosas nosotros”.

En relación a la pregunta sobre las actividades realizadas “¿Cuál les resultó más fácil y cuál más difícil?” los estudiantes manifiestan:

Los estudiantes de primero no están de acuerdo si el marco teórico o elaborar un póster son actividades fáciles o difíciles, ya que lo que para dos estudiantes es fácil para los otros tres es difícil.

Los de primer año, resaltan como actividades fáciles las de formular la pregunta y realizar experimentos; en tercer año, también consideran fácil efectuar experimentos y el planteo de hipótesis. En el caso de cuarto, cuatro estudiantes opinan que todo es fácil. Uno de ellos indica que el tema de meiosis es difícil.

4.5.6. Grupo focal con docentes luego de la primera secuencia

Las preguntas que se plantearon fueron las siguientes: 1) ¿Pudieron cumplir con lo planificado para la secuencia? 2) ¿Qué capacidades de la competencia científica trabajaron? 3) ¿Qué dimensiones de la competencia científica lograron desarrollar mejor los estudiantes? ¿En cuáles tuvieron mayor dificultad? 4) ¿Cómo incidieron las estrategias utilizadas en el desarrollo de las capacidades que comprende la competencia científica? 5) ¿Cómo influyeron en el desarrollo de las secuencias los recursos didácticos disponibles? 6) ¿Qué cambios deberíamos realizar en la planificación de la siguiente secuencia?

En relación con la primera pregunta, las docentes responden indicando lo que pudieron realizar y lo que no lograron cumplir.

Las tres docentes indican que no han podido cumplir con lo planificado ya que deben realizar recurrencia y espiralización sobre los temas.

O: “No, no me he podido organizar con el plan en tiempo y forma, he tenido que volver a los primeros puntos, a la pregunta inicial y a las hipótesis más de

una vez y a la explicación del marco teórico, entonces los tiempos que yo había planificado no los pude cumplir”.

P: “...me había puesto otras expectativas como para explicar el marco teórico por si algún grupo llegaba, pero eso no lo pude cumplir. Fue un módulo que tuve con el primero uno, no logramos eso porque les costó un poco la pregunta...”

AL: “Yo he ido más o menos tratando de ajustarme a lo que he planificado y las clases sí, pero lo que me han quedado cosas inconclusas, que también tengo que estar yendo y viniendo”

Una de las docentes agrega, O: “a mí lo que me pasó con uno de los grupos es que los alumnos se apuraron y quisieron ya estar haciendo la parte práctica de la investigación, sin haber entendido bien cómo hacer los pasos anteriores y eso me desestructuró a mí. Pero bueno, bienvenido sea”.

Respecto a la pregunta ¿qué capacidades de la competencia científica trabajaron? Las docentes mencionan algunas de ellas e identifican las dificultades en algunas de ellas.

Las docentes mencionan la elaboración de la pregunta, identificar variables, el diseño experimental y el trabajo en equipo.

AL: “la mayoría pudieron arrancar a pensar, como llevar a cabo el diseño experimental, los materiales que iban a utilizar (...) pudieron identificar las variables, a algunos les costó, pero la mayoría estaba identificando algunas variables (...)”.

P: “... Les falta eso también, organización y bueno y voy a tener que explicarles cómo trabajar en equipo, porque veo que siempre, que en realidad es algo que sucede en todos los niveles, que siempre es uno el que trabaja y los otros no aportan demasiado...”.

O: “La lectoescritura está costando mucho.”

Al: “Hoy, por ejemplo, los ayudé a hacer el marco teórico”.

Aunque las docentes identifican diferencias entre los grupos, pueden apreciar algunas capacidades que se comienzan a desarrollar como hacer preguntas investigables, identificar variables o pensar un diseño experimental y otras que generan mucha dificultad. En primer año les resulta difícil formar equipos porque no se conocen y en todos los grados tienen dificultades en la lectura y escritura.

La pregunta sobre motivación no estaba planificada en el grupo focal, sino que surge espontáneamente de las docentes.

Las docentes realizan comentarios sobre cómo observan a los grupos y a algunos estudiantes:

O: “Se recontra motivaron...”

AL: “A mí me pasó también que algunos chiquilines ya querían ir a comprar fertilizante, ir a buscar agua. Ya querían ir a hacer la experiencia y bueno, tuve que decirles que esperen un poco”;

AL: “se entusiasmaron más cuando vieron cómo van a llevar a cabo la investigación...”;

P: “hay alumnos como que están todo el tiempo preguntándose...” “Son más curiosos...”.

O: “A él le cuesta hacer los deberes, le cuesta hacer los trabajos, tiene problemas de relacionamiento con otros gurises y sin embargo hoy con la propuesta, de inmediato todo fue el, el que nos respondió primero...”.

O: “viendo que la motivación fue tanta por el hacer, más que el marco teórico, la pregunta, la hipótesis...”.

AL: Eso se notó. La ida a la biblioteca ya, los gurises han ido a la biblioteca ya”.

P: “La directora comentó de que estaban yendo los alumnos mucho a la biblioteca a trabajar”.

AL: “Los vi re motivados y ya ellos decían, por ejemplo, las hipótesis, ahora tenemos que hacer los objetivos...”.

AL: “Llegaron todos chochos con la investigación, las fotos...”

Los comentarios que hacen las docentes poseen en común la sorpresa por las actitudes positivas de los estudiantes frente a las propuestas de trabajo presentadas por las mismas.

Con relación a la pregunta sobre “¿Cómo incidieron las estrategias utilizadas en el desarrollo de las capacidades que comprende la competencia científica?” las docentes refieren a distintas estrategias.

Las estrategias mencionadas son: historia de las ciencias, ejemplificación, recurrencia y espiralización, contextualización y problematización.

O: "Historia de las ciencias y ahí sí, los pasos de la investigación con esa fotocopia me fueron mucho más fácil que en el otro, que intenté explicarlo sin una historia previa. Me fue mucho más fácil en ese grupo".

O: "Hoy para explicar el marco teórico, porque ellos habían elevado a la plataforma marcos teóricos que no estaban bien hechos, se me ocurrió lo del cuento de Caperucita Roja, que ellos mismo empezaran a hablar que ya conocían el cuento y como lo contaban con sus palabras... ahí están parafraseando autores contándome con sus palabras lo que cuenta el cuento..."

O: "A mí partir de la historia de las ciencias me pareció más fácil, me pareció que sirvió más, por lo menos para que ellos entendieran y organizaran una investigación".

Cuando se pregunta "¿Cómo influyeron en el desarrollo de las secuencias los recursos didácticos disponibles?" indican los distintos recursos empleados y realizan valoraciones sobre el impacto de los mismos.

Utilizaron distintos recursos, como computadora, LED, videos, tutoriales, cuentos, plataforma.

AL: "(...) en el que usé la computadora no se llegaba a escuchar muy bien y los que estaban más lejos como que estaban perdidos, sin embargo, los que estaban en el laboratorio con el LED, todos pudieron ver bien".

P: "por ahora pienso seguir utilizando videos, luego veré con las compañeras a ver qué recomiendan y son gurises, los míos de primero, son muy chicos, voy a tener que buscar cosas fáciles".

O: "en el otro usé el cuento y el video tutorial, para explicar los pasos a seguir en una investigación. Yo creo que va acorde al grupo, a cómo va a ser ese grupo y cómo lo toma en ese momento al recurso".

La siguiente pregunta pretende que las docentes reflexionen y puedan planificar cambios para el nuevo ciclo y permita mejorar la implementación del modelo didáctico: "¿Qué cambios deberíamos realizar en la planificación de la siguiente secuencia?"

P: "...me costó relacionar la situación problema para comenzar a trabajar con la pregunta inicial..."

P: "cuando salieron al patio, salieron (...) No sabían para dónde ir, no sabían para dónde agarrar. Como que tendría que haber pautado, darles una idea, de qué lugar pudieron haber elegido..."

AL: “les tendría que haber aprovechado la pregunta de ellos y hacer que ellos pensarán la respuesta y se cuestionaran y yo fui de una y les respondí que no eran diferentes. No la dejé pensar a la chiquilina”.

O: “Que no tengan que buscar ellos esta vez primero la fuente. Y ahí entre todos hacer el marco teórico. Pero intentar que esto no sea algo pesado, intentar que sea de 15 o 20 minutos como máximo”.

Las docentes reflexionan con autocrítica elevada y realizan aportes muy interesantes para aplicar en el próximo ciclo: 1) Pautar previamente una salida al patio. 2) Dar tiempo para que piensen y se cuestionen. 3) Indicar la bibliografía para el marco teórico y trabajarlo en tiempos breves.

4.5.7. Grupo focal con docentes luego de la segunda secuencia

Se analizaron juntos los grupos focales efectuados durante la segunda y tercera secuencia. Cuando se les pregunta si “¿pudieron cumplir con lo planificado?” las profesoras reflexionan sobre las variables que incidieron en llevar adelante la planificación.

Indican la incidencia de la modalidad de cada grupo en el avance de los proyectos, que la falta de trabajo domiciliario enlentece el proceso y la importancia de un cambio en los esquemas actuales de calificación, en los cuales los estudiantes saben que los escritos son sobrevalorados frente a otros trabajos y por ello en su “oficio de estudiantes” solo cumplen con este tipo de tareas.

Estas son algunas de las reflexiones que realizan:

P: “...hoy estuve en un módulo con 1.º 3.ª y hay dos grupos que van bien avanzados ya. Hay un grupo que ya terminó el informe, el otro le falta solo la discusión y la conclusión. Después hay un tercer grupo que ... está en la última etapa, redactando la parte de resultados y terminando ... marco teórico. Después sí hay un grupo que no me ha hecho prácticamente nada, tienen cosas en el cuaderno, pero no me han entregado el informe digital”.

P: “...otra dificultad que veo es que no se juntan. La mayoría dicen que no se juntan porque no los dejan juntarse, no los dejan salir de la casa a juntarse. Entonces he tenido que emplear tiempo de clase para elaborar el informe”.

P: “...decir que iba como notas de escrito, como que se pusieron a trabajar, no se dejaron estar (...) No utilicé la rúbrica tal cual, pero más o menos me

manejé con la rúbrica, para poner una calificación y bueno, eso fue como nota de escrito”.

A la pregunta sobre los recursos utilizados y “¿qué recursos son mejores?” refieren al uso de escasos recursos.

Los recursos mencionados son videos, la lupa binocular y el microscopio. Cuando se les pregunta a las docentes, hacen referencia a los resultados de los cultivos y la edición de cortos que corresponden a resultados y producciones surgidas del proceso, no son recursos utilizados para abordar los temas.

Respecto al uso de la lupa y el microscopio, una de las docentes comenta lo siguiente:

P: “El tema acá es que hay una sola lupa y cuando hicimos la observación ellos querían meter bichos al microscopio. Yo igual los dejé y les tuve que explicar que en el microscopio las muestras tienen que ser finitas, muy delgadas ... ellos querían mirar, querían usar el microscopio y los dejé igual. A veces el ala de una mariposa se veía preciosa o de algunas polillas. Ellos estaban encantados, por eso les gustó, sí. La observación les gustó mucho”.

La escasez de recursos, en este caso la falta de lupas binoculares surge como una limitante cuando se trabaja con la observación de fenotipos de *Drosophila melanogaster*, plantean la dificultad de observar con una sola lupa.

Además, se preguntó a las docentes sobre las dificultades que encontraron durante el año, ellas señalan dificultades diversas que atañen diferentes aspectos del trabajo con proyectos.

Las dificultades pueden agruparse en cuatro tipos: 1) Referidas a la falta de materiales, el uso de computadoras, plataforma y organización. 2) A los problemas que surgen con el trabajo en equipo y que todos participen. 3) A la expresión oral. 4) Algunos estudiantes dejan de concurrir por problemas familiares.

O: “Santiago y Fernanda ya se pelearon, Santiago me dijo hoy que él iba a hacer solo, que no va a hacer (...) Santiago es buen alumno, pero tiene problemas con todo el mundo, porque siempre está opinando de todo (...) Yo mostrándoles que, entre dos, aunque sea, es mejor. Que no, que no quieren porque después no se reúnen...”;

AL: “Yo los dejé cambiarse, porque antes de que se estén peleando y no hagan nada”.

Se aprecian diferentes estrategias de las docentes para solucionar los problemas del trabajo en equipo. También refieren a dificultades en la organización de las tareas:

AL: "...un día vinieron unos con una muestra de agua para ver cianobacterias, por ejemplo. Otro día venía otro con otra cosa, entonces como que quedaban como desfasadas las tareas de unos con las de los otros. Y me enloquecía en la clase el tener todas cosas diferentes y ahora esta vez que hice todo el mismo día, la práctica me fue más fácil, para después seguir".

O: "Que dificultad hay en la expresión oral (...) a ellos la forma de expresarse les cuesta muchísimo (...) escribir, redactar, las faltas. Viste que las faltas son bastantes".

4.5.8. Grupos focales con docentes luego de la tercera secuencia

En el grupo focal de la tercera secuencia se comenzó con la pregunta a las docentes sobre "¿Qué les pareció la experiencia?". En anexo VII se pueden ver sus respuestas, organizadas en figuras, surgidas del procesamiento con Atlas ti.

Las docentes están de acuerdo en que la experiencia les gustó mucho tanto a ellas como a los estudiantes. Agregan reflexiones y autocríticas sobre su trabajo.

O: "...la experiencia me gustó muchísimo, me costó al principio encarar una forma distinta, aprecio mucho, (...) creo que me había quedado un poco y nos hizo volver a estudiar. Pienso que, a los gurises, con el pasar de las secuencias, les gustó bastante. Lo que sí noto, (...) es que para dos horas de clase (...) creo capaz que en años futuros haría menos secuencia de investigación..."

AL: "... Podría haber hecho cosas mucho mejores o pensar desde antes, a ver otro enfoque para algunas investigaciones, que quizás les interesaran más, ... como en tercero no hay tanta práctica, al final es mucha encuesta y ese tipo de investigaciones sociales ... el año que viene puedo hacerlas que hagan por google drive para que ... aprendan a usar otras herramientas diferentes. Pero a mí, la verdad me gustó sí.

P: “También como a todas me costó al principio y todavía siento que no estoy preparada, como que me falta mucho, pero los gurises es cierto, se prenden bastante, más siempre en la actividad, en la parte experimental, de observación, ellos se prenden mucho, les cuesta más siempre he notado, la parte de la pregunta, les cuesta hacer una pregunta que sea investigable ... lo que fallaban un poco en el trabajo domiciliario, que me daba cuenta que era hecho por uno o por dos, por ejemplo, marcos teóricos, o ... el informe, siempre me generaron dudas si lo hacían entre todos, porque siempre había problemas para reunirse. Entonces yo al principio traté de que lo hicieran más bien en clase, como para ver yo el proceso.”

Las docentes plantean diferentes alternativas para mejorar la implementación: 1) Planificar menos secuencias de investigación. 2) Uso de un formulario en Google Drive para las encuestas. 3) Elaboración de marco teórico en clase.

A la pregunta “¿qué aprendieron los estudiantes en el transcurso de las tres secuencias?” las docentes responden analizando además del aprendizaje de los estudiantes, la influencia de otros factores.

Describen una mejora en la producción escrita y en el trabajo en equipo que se observó en el transcurso del año. La docente de primer año indica que, si bien observa avances durante el año, tiene dudas acerca de si realmente aprendieron.

La docente de cuarto plantea las dificultades que se le generaron desde su rol para trabajar de forma sincrónica lo conceptual y procedimental.

Las expresiones fueron las siguientes:

P: “...siempre me queda la duda, no sé si es porque estamos acostumbrados a otra metodología de trabajo, que tal vez vamos más a lo conceptual muchas veces. Entonces esto más bien apunto mucho ... a lo procedimental, y entonces siempre me generó esa duda de si en realidad se estaba trabajando bien los contenidos, o tal vez como es otra metodología, me parece que no, pero tal vez en realidad sí, quedan los contenidos. O capaz que trabajando de la otra forma no quedan los contenidos en ... no quedan adquiridos y pensamos que quedan...”

O: “... un error mío, el no saber al principio unir lo procedimental e ir introduciendo los contenidos, y yo creo que lo agarré más al final de las investigaciones. Me da esa sensación, cómo entrelazar lo que venía ... claro, nosotros

pasamos de algo puramente conceptual, a algo que abarcaba otras cosas, entonces como que nos costaba mucho armarlo, y después de a poquitito supe, bueno, 'entonces qué les parece...' y mediante las preguntas, y el ida y vuelta, ahí fue donde empecé a poder entrelazar las cosas. ... Pero me parece que es falta de la tecnicidad de hacerlo nosotros, el no saber entrelazar lo procedimental con lo conceptual, como que nos falta a nosotros también”.

AL: “A mí me pasó lo mismo ... Y en lo procedimental yo lo que he visto, que al principio a ellos les costaba muchísimo redactar, ahora ... como que se acostumbraron a redactar, a escribir mejor las ideas, no digo... porque no soy profesora de idioma español, pero como que veo que fue una gran mejora en ellos, el escribir. Y también me parece que el trabajar en grupo como que... hay grupos que se han mantenido, otros no, y los que se han mantenido como que son grupos que siempre hacen todo”.

P: “... la mayoría de las veces, para que no hubiese problemas, sorteaba los equipos, y después de la tercera secuencia, les hice unas preguntas como para evaluar a ver qué querían mejorar, y muchos ... me pasó en los dos grupos que el problema en general, no sé por qué, era de los varones que menos trabajaban, las chiquilinas se quejaban de los varones”.

Las docentes se refieren al avance que se logra en el transcurso del año, destacan la mejora en la escritura.

Cuando se les pregunta sobre el aprendizaje de los estudiantes, se aprecia una reflexión constante de las docentes sobre la enseñanza implementada y la inseguridad que les produce un modelo didáctico nuevo.

Asimismo, las tres indican que apreciaron mejoras en el desarrollo de la competencia científica, ya sea en la dimensión de producción de texto, como en el trabajo en equipo y se logra autonomía en el proceso como lo indica esta docente:

P: “...noté también positivo como que a medida que íbamos avanzando en la secuencia, ... ya hicieron la pregunta, bueno, hacemos la hipótesis, y ¿qué empezamos a buscar de marcos teóricos?, entonces como que ellos ya saben lo que tienen que hacer, ... como que uno tiene que estar preparado a que no todos van iguales, que, si unos van en marco, estos todavía están con la pregunta, y bueno, y hay que ir de allá para acá, y bueno, es cuestión de acostumbrarse, es como un desafío. Está lindo, es bueno”.

No estaba previsto preguntar sobre la atención a la diversidad, pero surge el tema a partir de las vivencias de las docentes, por lo cual se aprovecha para indagar sobre el mismo. Se aprecian en las respuestas las posibilidades para que los estudiantes avancen de acuerdo a sus ritmos.

Las docentes refieren que éste modelo didáctico atiende más a la diversidad, que lo ven muy positivo y que los estudiantes inquietos se entusiasman.

O: "...como que se atiende más y resalta... en el caso de los folletos que hacían, hay personas que se dedican a hacer el folleto y lo hace con mucho gusto, mientras que el otro le gusta más la parte de la redacción o de hacer un PowerPoint, eso se ve"

Tampoco estaba previsto hacer referencia al contexto social crítico que presentan los estudiantes de este liceo, el tema surge espontáneamente de los comentarios de las docentes, que refieren a ciertas carencias que deben enfrentar a diario.

Las carencias que indican las docentes están referidas a la falta de materiales, no tienen computadoras ni internet y a la falta de apoyo en la casa. Como contrapartida indican la emoción por lo logrado y el impacto positivo en el liceo.

P: "...fue bastante positivo en relación al contexto, lo que hicieron, cuando hicieron los posters. El día de la muestra fue como... cómo explicaban, ... de todos los grupos, de todos los niveles, me llamó la atención, inclusive yo quedé re contenta porque unos compañeros acá nos felicitaban, sentados en la sala y ... qué lindo lo que hicieron, me emociona ... No sé, re lindo".

Otra pregunta que amerita un análisis corresponde a las percepciones de las docentes sobre la muestra.

Algunas de las palabras y expresiones que surgen en el intercambio entre las docentes son: *entusiasmo de estudiantes, colegas y estudiantes orgullosos, perfil bajo de las docentes y felicitaciones recibidas.*

Se da este diálogo entre ellas:

O: "... fue también con las clases abiertas, que venían las escuelas a ver, entonces ellos tuvieron que explicar su proyecto de investigación a muchos grupos de personas, y eso un poco los cansó. Pero se sentían muy orgullosos de lo que habían hecho. Inclusive, además, una de las cosas que también nos dimos cuenta cuando hicimos la fiesta del Liceo, que cumplieron años, que también presentamos algunas cosas, cómo los gurises de primero explicaban los trabajos

de cuarto, y los de tercero y al revés. Los de primero, ellos chochos contando lo que habían hecho los de cuarto, o sea, que como que hubo una unión que...

P: Una interacción donde aprendieron”.

AL: “...estaban muy entusiasmados. Yo me sorprendí porque la verdad porque... me sorprendió todas las cosas lindas y las cosas creativas que podían hacer ellos”.

P: “...los compañeros de centro nos felicitaban por el trabajo que habíamos hecho, que nosotros lo veíamos como no sé... O capaz que a veces nos... tenemos el perfil bajo, y como que pensamos que estamos ahí, es como que es un trabajo no más, que en realidad cuando nos ven de afuera, ven como que es un trabajo muy importante, y se sentían como orgullosos y nos felicitaban, eso me pareció positivo también”.

Las docentes relatan con sorpresa los trabajos conseguidos, la creatividad en los mismos y la visión de los colegas que también sorprende porque les hace mirar desde otra perspectiva lo que pudieron lograr.

Admiración también por el aprendizaje que se produce en la instancia de la muestra, por la interacción de estudiantes de diferentes grados.

4.5.9. Encuesta realizada a los estudiantes al finalizar el ciclo lectivo

Se consideró significativo contar con esta información al terminar el año ya que las docentes implementaron las secuencias hasta finalizar el mismo y las percepciones de los estudiantes habían sido recogidas al finalizar la tercera secuencia.

Frente a la imposibilidad de realizar otros grupos focales, se utilizaron formularios de Google que las docentes sugirieron completar, por lo cual no se obtuvo la respuesta de todos los estudiantes. La encuesta fue respondida por 14 estudiantes de primero, 13 estudiantes de tercero y 10 estudiantes de cuarto. Si bien el número de estudiantes que respondió la encuesta es irrelevante en cuanto al número, no llegan al 50 % de los estudiantes en cada grado. Se consideró importante obtener esa información, al no poder realizar el grupo focal, se obtuvo respuesta de mayor número de estudiantes que en los grupos focales, que fueron de 6 estudiantes por grado, aunque la profundidad que se logra con estos no es sustituible por la encuesta.

Las preguntas que se hicieron fueron: 1) En el transcurso del año ¿cuáles actividades aprendiste más? señala hasta dos opciones. 2) En el transcurso del año ¿qué actividades aprendiste menos? señala hasta dos opciones. 3) Indica los temas que aprendiste (puedes señalar varias opciones 4) ¿Qué aprendizajes te dejó la Muestra? Puedes indicar varias opciones. 5) Si indicaste otros, describe ¿cuáles? 6) ¿Qué forma te resultó mejor para comunicar tu investigación?

El procesamiento de los datos a través de gráficos se toma del formulario de Google. Todas las gráficas surgidas de cada pregunta de la encuesta se pueden observar en anexo VIII.

4.5.10. Resultados del primer año

El 50 % de los estudiantes que respondieron la encuesta consideran que aprendieron más a realizar experimentos.

El 33,3 % de los estudiantes que hicieron la encuesta indican que la actividad que aprendieron menos fue realizar preguntas investigables y elaborar un marco teórico.

Cuando se les pregunta sobre los contenidos conceptuales curriculares, 83 % responden que aprendieron sobre ciclo de vida, características de los seres vivos y clasificación de los seres vivos. En tanto el 91,7 % indican que aprendieron sobre reproducción.

Respecto a los aprendizajes logrados en la instancia de la Muestra, entre las opciones que se les brinda responden un 33 % mencionando cada una de las tres opciones: elaborar un póster, exponer al público y trabajar en equipo.

El 83 % de los estudiantes consideran que la mejor forma de comunicar la investigación es a través de los pósteres.

El 66,7 % de los estudiantes considera que en el transcurso del año aprendió a organizarse en equipo. Se brindó la posibilidad de otras opiniones a través de la opción "otras", la cual no fue aprovechada, un solo estudiante optó, pero no aporta nueva información ya que dice "no sé porque tengo que responder si", que aparece representado en violeta.

De los 12 estudiantes que contestan esta pregunta, 11 utilizan adjetivos muy positivos sobre las clases de Biología, emplean vocablos como: muy buena,

me gustó, muy lindas, muy interesante, me enseñó mucho. 5 estudiantes argumentan las expresiones anteriores y se refieren a que les gustó experimentar o investigar, entre otros aspectos. Un estudiante responde “nada”.

4.5.11. Resultados de la encuesta respondida por tercer año

Respecto a la pregunta sobre las dimensiones de la competencia científica que aprendieron más, las actividades que encabezan los resultados son “pensar preguntas investigables” y “elaborar hipótesis”, representando un 38,5 % del total cada una de ellas”

En tanto las dimensiones “analizar resultados”, “diseñar experimentos” y “hacer un marco teórico” fueron seleccionadas cada una de ellas con un 7,7 %.

Respecto a las capacidades de la competencia científica que aprendieron menos, “hacer un marco teórico” es indicado por cinco estudiantes (38,5 %), en tanto seis estudiantes (46.2 %) escogen como lo que aprendieron menos la opción de “escribir una discusión y conclusión”.

Cuando se les pregunta sobre los temas curriculares que ellos consideran que aprendieron, 10 estudiantes seleccionan los temas de infecciones de transmisión sexual, rol de género y aparatos genitales masculinos y femeninos. En tanto 7 estudiantes indican que aprendieron sobre niveles de prevención en salud y calidad de vida.

Sobre el aprendizaje que les dejó la muestra, 61,5 % responden que aprendieron a trabajar en equipo. 15,4 % marcan elaborar pósteres y exponer al público.

Cuando se les solicita que describan si indicaron otros, se obtienen las respuestas transcritas a continuación:

- “Aprendí a organizarme mejor en equipo, y me ayudó a aprender el programa a través de investigaciones”.
- “Hacer encuestas”.
- “Hacer investigaciones”.
- “Me gustó trabajar en equipo porque nos ayudábamos unos a otros”.
- “Exponer en equipo”.

Los estudiantes de tercero consideran que la mejor forma de comunicar fue la explicación oral, optando el 46 % por la misma. Seguido por el PowerPoint con un 23 %. Marcan el póster 15,4 % de estudiantes y con el mismo porcentaje el informe escrito.

Cuando se les pregunta sobre el trabajo en equipo, 53 % de los estudiantes elige la opción “en el transcurso del año aprendí a organizarme en el equipo”. En tanto 23 % seleccionan la opción “en los últimos meses logramos formar un gran equipo”.

De 13 respuestas, 11 indican aspectos positivos de las clases de biología. Al fundamentar, cinco estudiantes se refieren a lo bueno del trabajo con investigaciones y dos al trabajo en equipo. Un estudiante responde “ninguna”, otra simboliza con un dibujo y otro agrega que las clases estuvieron muy buenas, pero no le llamó la atención hacer investigaciones.

4.5.12. Resultados de la encuesta respondida por cuarto año

En relación con la pregunta sobre qué capacidad de la competencia científica aprendieron más, cinco estudiantes entienden que aprendieron a realizar experimentos. Cuatro estudiantes indican que aprendieron a elaborar un marco teórico y un estudiante señala que aprendió a formular hipótesis.

Estiman que lo que menos aprendieron fue a pensar preguntas investigables, ya que 4 de los 10 estudiantes eligen esta opción. Luego son seleccionadas por dos estudiantes cada una, las opciones de: hacer un marco teórico, diseñar experimentos, analizar resultados y escribir una discusión y conclusión.

Respecto a los contenidos conceptuales curriculares, ocho estudiantes creen que aprendieron sobre herencia y ADN, seis estudiantes indican que aprendieron los temas de célula y tres señalan las teorías de origen de la vida.

Cinco de los diez estudiantes de cuarto eligen trabajar en equipo como la opción que aprendieron durante la muestra. Cuatro estudiantes seleccionan exponer en público como el aprendizaje que les dejó la muestra.

Cuando se les pregunta qué otros aprendizajes les dejó la muestra, un estudiante agrega: “Trabajar en equipo, hablar en público y tener más responsabilidad”.

Cinco estudiantes estiman que la mejor forma para comunicar la investigación fue el PowerPoint, en tanto dos estudiantes opinan que resultó mejor el informe escrito y el póster.

En tanto sobre el trabajo en equipo cuatro estudiantes piensan que “en los últimos meses se logró formar un gran equipo” y también cuatro estudiantes seleccionan la opción de que “en el transcurso del año aprendí a organizarme en el equipo”.

Una de las estudiantes agrega: “Porque si no entendíamos tratábamos de explicarlo entre nosotras hasta lograr entender, fuimos un gran grupo por la responsabilidad y logramos entregar todos los trabajos”.

De los 10 estudiantes que responden la encuesta, 8 utilizan expresiones positivas para caracterizar las clases de biología del presente año. En tanto los otros dos estudiantes dicen que “le gusta la Biología, pero este año no supo llevarse bien con la materia” y el otro que considera que “hubo mucho descontrol...”.

De los 8 estudiantes que valoraron positivamente las clases, 6 de ellos se refieren con agrado a la investigación y a diferentes capacidades de la competencia científica. Un estudiante indica que le habría gustado realizar una sola investigación en lugar de las tantas que se hicieron.

4.5.13. Encuesta aplicada a los docentes al finalizar el ciclo lectivo

Se consideró importante relevar nuevamente las percepciones de las docentes al finalizar el año lectivo. No pudiéndose implementar un cuarto grupo focal, se toma la decisión de recabar la información a través de un formulario de google.

A continuación, se van describir las respuestas a las preguntas planteadas:

1. ¿Qué temas principales planificados para el curso, pudieron trabajar este año?

Las tres docentes indican que trabajaron los temas principales de todas las unidades.

Mencionan haber trabajado los siguientes temas:

O: “Teorías sobre el origen de la Vida. Células (tipos, estructura, ciclo celular) ADN (estructura, funciones, ubicación, cromosomas, diferencias con ARN)

Síntesis proteica (código genético) Mitosis y Meiosis. Gen, alelos, cruzamientos genéticos”.

P: “Ecosistema. Instrumentos de observación. Reinos. Célula. Nutrición en vegetales. Nutrición en animales (ingestión, digestión). Reproducción (generalidades)”.

AL: “Los temas correspondientes a la unidad 2, inmunidad de forma completa, tipos de inmunidad, barrera de defensas del organismo, antisépticos y desinfectantes, sueros y vacunas. La unidad 3 todo lo referente a sexualidad y la unidad 4 también en su totalidad. La unidad 1 se trabajó, pero considero los contenidos conceptuales de dicha unidad fueron escasos, dándose principalmente concepto de salud e indicadores de esta, lo referente a ecología, fue muy escaso.”

2. ¿Qué temas importantes no se trabajaron?

Las profesoras no mencionan temas sin trabajar, indican que faltó hacer énfasis o profundizar en algunos de ellos.

AL: “El tema que no se trabajó bien fue ecología, pues los que realizaron investigación sobre esos temas buscaron información, y se hicieron algunas puestas en común en clase. Considero no fue un aprendizaje para ellos”.

La docente entiende que debió utilizar otras estrategias de enseñanza para que todos los estudiantes del grupo aprendieran sobre ecología y no solamente los que investigaron sobre el tema.

3. ¿Qué dimensiones de la competencia científica lograron desarrollar mejor los estudiantes?

Las docentes refieren a competencias que difieren en cada grado.

Las competencias desarrolladas en primer año —conocimiento en ciencia, planteamiento y diseño de investigación— son diferentes a las mencionadas en tercero y cuarto. En éstos últimos existe coincidencia en la capacidad de formular hipótesis y se diferencian en las demás. En tercero, la docente manifiesta que se desarrollaron los objetivos y las conclusiones, en tanto en cuarto año, indica lo hicieron la pregunta y la experimentación.

4. ¿En cuáles dimensiones tuvieron mayor dificultad?

Existen diferencias en la opinión de las docentes respecto a lo que consideraron dimensiones difíciles de desarrollar.

En tanto coinciden en primero y cuarto en la dificultad de hacer un marco teórico o manejar la información. Difieren en que en primero resultó difícil la recogida y el procesamiento de datos, en tanto en tercero fue más complicada la dimensión de elaborar preguntas investigables.

5. ¿Cómo abordaron los contenidos conceptuales en el transcurso del año?

Se aprecia un disímil abordaje de los contenidos conceptuales por parte de las tres docentes.

Mientras una de las docentes integró los contenidos conceptuales a través del desarrollo del marco teórico y explica con claridad como lo hizo, las otras docentes manifiestan, dificultad para integrarlos en la secuencia o no describen con claridad cómo lo realizaron.

AL: “Los contenidos se fueron abordando de diferentes maneras: buscando información los alumnos para realizar marco teórico, y se iban haciendo puestas en común de estos, se iba anotando lluvia de ideas en el pizarrón y luego un pequeño esquema con lo principal de cada tema. También a través de vídeos, por ejemplo, con las ITS”.

P: “Al principio costó porque había que relacionarlo con el marco teórico de la investigación. Luego se fue planificando mejor. Pero hubo temas que se profundizaron más que otros”.

O: “Fue en forma circular, a veces a partir de un disparador como una experiencia o a través de la observación o a partir de preguntas; al principio costó mucho, tanto a los alumnos como al profesor salir de la estructura clásica”.

6. ¿Cómo influyeron en el desarrollo de las secuencias los recursos didácticos disponibles?

Las docentes entienden que son importantes y declaran las dificultades que enfrentaron.

Las docentes explican que los recursos son esenciales para generar la atención, pero fueron escasos o faltaron los mismos.

O: “Fundamentales para acaparar la atención”.

P: “No había muchos recursos. Pero se logró trabajar bien. Y la docente aportó durante todo el curso”.

AL: “No se contó con muchos recursos (...) Se notó mucho la falta de computadoras, el acceso a Internet fuera del liceo, el no tener impresoras, ni contar con dinero para imprimir”.

7. ¿Qué diferencias pueden observarse en el desarrollo de la competencia científica entre los estudiantes?

Hay acuerdo en las opiniones de las docentes sobre las diferencias en el aprendizaje de las distintas dimensiones de la competencia científica.

Consideran que las diferentes dimensiones de la competencia científica, posibilitan que todos los estudiantes se involucren.

P: “Todas participan en el aspecto que entienden mejor o les gusta más. Permite que todos los alumnos se involucren”.

O: “A algunos les fue más fácil la parte práctica que la exposición, a otros el análisis y a otros plasmar los resultados, eso fue lo que con el tiempo creo que influyó en el armado de los equipos de trabajo, que al principio costó y los propios estudiantes fueron re armando los mismos”.

8. ¿Qué resultados obtuvieron al trabajar una plataforma como extensión del tiempo pedagógico?

Existieron diferencias en el aprovechamiento de la plataforma para extender el tiempo pedagógico.

En primer año y en tercero no se logró aprovechar la plataforma debido a la falta de recursos, como computadoras e internet. En cambio, fue muy bien utilizada por los estudiantes de cuarto año.

O: “De lo mejor, más en 4.º que es escaso el tiempo de clase, fue difícil llevar a cabo las experiencias teniendo clase una sola vez a la semana, y sin la plataforma sería imposible el seguimiento, se nota claramente la diferencia entre los grupos que mantenían un diálogo a través de la plataforma que fueron los que realizaron las mejores tareas”.

P: “Al principio costó, ya que la mayoría no contaba con correo electrónico. Luego un gran porcentaje no la usaba, porque perdían la contraseña o no tenían *compu*. En general uno o dos del equipo accedían a la plataforma y enviaban trabajo”.

AL: “Sinceramente considero no pudo ser bien aprovechado este recurso, por la falta de computadoras y acceso a Internet, y también su falta de costumbre

de entrar allí. Hubo varias excepciones que si aprovecharon de este recurso y consultaban sus dudas frecuentemente”.

9. ¿Cómo influyó el uso de rúbricas en la evaluación de los estudiantes?

Las expresiones de las docentes difieren en relación al uso de la rúbrica en la evaluación de las producciones realizadas por los estudiantes.

Mientras que dos docentes subrayan los atributos de las rúbricas, que permiten una evaluación más objetiva y que ayudó a los estudiantes a saber cómo se los iba a evaluar, una docente indica que los estudiantes no logran interpretarlas.

10. ¿Cuál es tu opinión sobre el modelo de aprendizaje por indagación?

Las tres docentes coinciden en opiniones favorables sobre el modelo de aprendizaje por indagación.

Las frases que utilizan para describir el modelo son: contempla los intereses de los estudiantes, les gusta realizar las actividades experimentales, estudiantes se muestran participativos, permite la integración de todos, posibilita el aprendizaje, resulta interesante y atrapante.

AL: “Estoy a favor de este modelo, pues, si bien los temas a tratar son los del programa, se buscan los intereses del alumno. El alumno debe realizar varias actividades, utilizando como eje la actividad experimental que a ellos les gusta hacer ellos, no estar sentados en un banco, ellos son partícipes de su aprendizaje, deben seleccionar información, redactar de forma adecuada, saber presentar su trabajo luego de terminado”.

P: “Es un modelo que permite integrar a todos los estudiantes en distintas dimensiones, por lo tanto, todos aportan en el trabajo”.

O: “Fue muy interesante, diría que atrapante; difícil de adaptarnos en un principio y más fácil con el tiempo. El lograr darles cierre a las investigaciones fue fundamental y vincularlo a los contenidos conceptuales, con el tiempo fue fácil. Fue un aprendizaje para nosotros los profesores y cuando trabajamos con el material didáctico adecuado, facilitó al 100 % (...) hoy en día es fundamental mantener la atención de los alumnos con diversidad de actividades (manipulación, observación, interpretación y discusión, que los mantengan entretenidos)”.

11. ¿Cómo incidió en el aprendizaje de los estudiantes la presentación de los proyectos en la muestra?

Los testimonios que brindan aportan impresiones favorables sobre la instancia de la muestra.

Para hablar sobre el aprendizaje logrado en la muestra mencionan el desarrollo de responsabilidad y de motivación, así como la mejora de la expresión oral. Dos docentes hacen referencia a que los hizo sentir importantes. También indican que los ayudó a vencer la timidez y a relacionarse.

O: “Los alumnos se sintieron responsables de su trabajo y de darlo a conocer”.

P: “Los motivó mucho. Se sintieron importantes frente a otros actores de la institución”.

AL: “Se sintieron importantes, que el trabajo que realizaron en clase era importante. También los ayudó a poder expresarse oralmente, a perder en parte la timidez, pues al principio se notaba su vergüenza, su miedo a hablar, al ir pasando la muestra se veía un gran cambio en ellos. Los ayudó a relacionarse con compañeros de otros grupos y de la escuela”.

12. ¿Qué cambios realizarían para mejorar los resultados si aplicaran la experiencia el año siguiente?

Las docentes aportan diferentes perspectivas sobre los cambios que deberían hacerse.

Mientras una docente indica que se debe trabajar diferente el marco teórico, otra apunta a la importancia de lograr Proyectos interdisciplinarios y la tercera reflexiona sobre el uso de la plataforma y una mejor capacitación que le permita guiar mejor el proceso.

O: “Buscaría la forma de hacerlo interdisciplinario, que otros compañeros colaboren en la investigación en lo posible por ejemplo en el armado de un marco teórico, en la utilización de las plataformas, en la elaboración de gráficos a partir de los datos recabados y la elaboración de pósteres. En el mismo sentido, mejoró mucho la presencia de las ayudantes preparadoras de Biología, ya que la demanda de atención de los alumnos en solo dos horas de clase era una dificultad: por momentos terminabas extenuada; y con otro docente era muchísimo mejor, así que apunto a que sean partícipes desde el principio, si es posible. Creo que

va a llevar un tiempo que entre todos nos adaptemos y sería importante que el centro se uniera en un mismo lineamiento, ya que la mayor dificultad que observé es el tiempo”.

4.6. Discusión

4.6.1. La planificación de las secuencias y la observación de las clases

Las estrategias nuevas planificadas e implementadas estuvieron relacionadas con el proceso de investigación. Estas fueron planteadas como actividades: elaborar preguntas investigables, formular hipótesis, construir un marco teórico, realizar un diseño metodológico, efectuar experimentos, analizar resultados y elaborar conclusiones. Zabala y Arnau (2014) expresan que se necesitan ciertas condiciones para la enseñanza de competencias; proponen presentar una situación compleja motivadora; tener en cuenta los conocimientos previos; identificar los problemas que surgen de la situación; formular hipótesis; diseñar estrategias para comprobar las hipótesis; adquirir y comprender el conocimiento y la experimentación; relevar datos y confrontar las hipótesis; comunicar el proceso y la información recabada; entre otras. Lo anterior coincide con lo planificado en las secuencias didácticas a través de proyectos de investigación escolar y lo referido por Vilches y Gil (2007, p. 2) respecto a que es inaplazable cambiar las estrategias de transmisión recepción por formas de enseñar alternativas que guíen el aprendizaje a través de la indagación o investigación. Asimismo, fue referido por ANEP (2007) cuando indican la importancia de favorecer la investigación y producción de saberes a partir de la aplicación de estrategias propias de la actividad científica, apropiadamente ajustadas al nivel del estudiante en esta etapa de su formación.

Cañal (2012, p. 208) respecto a la importancia de las estrategias de enseñanza basadas en la investigación escolar, señala que alcanza con recordar los aportes de autores como Dewey, Freinet, Giordan o Tonucci para valorar el inmenso potencial de la investigación escolar existente para motivar a los estudiantes e incluso a los docentes.

Del mismo modo, Monereo (1998) indica que la preparación del futuro ciudadano para una cultura científica implica que el docente utilice estrategias que

permitan al estudiante leer, comprender y escribir en ciencias, en resumen, es enseñarles a actuar de un modo científico.

Asimismo, Franco Mariscal y Blanco López (2014) indican que este tipo de tareas posibilitan la elaboración de hipótesis, el diseño de experimentos, el análisis de los resultados y avanzar en la “capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación”.

Respecto a la pregunta planteada por Domènech-Casal (2017, p. 55) “¿es posible desarrollar una programación de toda una materia a partir de metodologías de trabajo por proyectos de indagación?”, su investigación evidencia que es posible. En su caso se implementaron ocho proyectos en el curso estudiado. También en esta investigación se planificaron los tres cursos mediante proyectos: cinco en primer año, seis en tercer año y seis en cuarto año, alcanzándose un cambio muy importante en la planificación de las secuencias didácticas.

Bartolomé Pina (1992) considera que “cuando se trata de investigaciones orientadas al cambio social y educativo, la fuente fundamental de validez será, en definitiva, la constatación de si el cambio se ha efectuado realmente en las prácticas a las que supuestamente afecta y la permanencia del mismo” (p. 34). En relación a ello se pudo constatar que el cambio permaneció en el transcurso del año escolar luego de que la investigadora se retiró del trabajo de campo, ya que, aunque la misma dejó de concurrir luego de realizar el seguimiento de tres secuencias en primero y tercero, y cuatro secuencias en cuarto, las docentes planificaron las siguientes secuencias a través de proyectos hasta la finalización de los cursos.

Se logró un trabajo en equipo con las docentes en la planificación de las secuencias con importantes aportes de las mismas, se creó una comunidad de aprendizaje, y se alcanzó la autonomía en el transcurso del año en la propuesta de actividades dentro del modelo de aprendizaje por indagación, así como un pensamiento crítico, como lo expresan Carr y Kemmis (1988, p. 62) cuando se refieren a una comunidad crítica de profesionales pensando y examinando su profesión desde un determinado contexto.

Respecto a ello, De Miguel (1988), enfatiza el carácter transformador y generador del cambio que es una señal indiscutible del fundamento y validez de la investigación cualitativa. “Todos sabemos que aportar soluciones eficaces pasa necesariamente por transformar la educación” (p. 76).

Todas las secuencias elaboradas fueron contextualizadas y plantearon situaciones problema que partían de la realidad de los estudiantes. En cada una de ellas los estudiantes elaboraron preguntas investigables de acuerdo a sus intereses. Harlen (2011) enuncia que, si se desea que los estudiantes desarrollen actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias, es necesario que sus indagaciones estén vinculadas con la realidad de sus experiencias y que ellos las reconozcan como pertinentes e interesantes, y que complementen a su experiencia y desafíen sus ideas previas.

En tanto respecto de la implementación de las clases, los resultados indican que en doce clases de las dieciocho observadas, el nivel de promoción de las capacidades de la competencia científica se encuentra en nivel novel. En tres clases se alcanza el nivel básico y también en tres clases se logra el nivel avanzado.

Asimismo, se aprecia que el nivel avanzado ocurre tanto en el transcurso de la tercera secuencia como en la primera.

En el desarrollo de las tres secuencias observadas no se aprecia un avance en los niveles de implementación, en relación a ello Cañal (2012, p. 232-233) indica que los docentes deben desarrollar ciertas capacidades que forman parte de la competencia didáctica que debe poseer un docente. El desarrollo de dichas capacidades obviamente implica un proceso y determinado tiempo para el logro de las mismas. De las siete capacidades que menciona, dos de ellas se refieren a: 1) Capacidad para seleccionar contextos de construcción del conocimiento escolar relativo a las ciencias que sean próximos a los contextos cotidianos de aplicación previsible. 2) Capacidad de diseñar o adaptar al aula secuencias de enseñanza, coherentes con los requerimientos de significatividad, integración y funcionalidad de los aprendizajes dirigidos al desarrollo de la competencia científica escolar.

Si bien se logró que los docentes adoptaran una nueva forma de planificación en el transcurso de unos meses, el desarrollo de las capacidades que forman parte de la competencia didáctica para llegar al nivel experto, que se visualiza en la implementación de los proyectos, demanda más tiempo que el correspondiente a un año lectivo.

La actitud de las docentes y el acompañamiento realizado posibilitó un trabajo en equipo que permitió lograr una comunidad de profesionales pensando

cómo mejorar las prácticas de aula, a través del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en un liceo de contexto desfavorable.

4.6.2. Los resultados de las evaluaciones y las opiniones de estudiantes y docentes

Las evaluaciones realizadas se aplican antes de comenzar con las secuencias y al finalizar el año, además se evalúan los pósteres presentados por los estudiantes luego de transcurridos seis meses del año lectivo.

En las instancias inicial y final, el instrumento utilizado para la evaluación corresponde a una rúbrica, en esta oportunidad se valoran dos de sus tantas cualidades, las de permitir unificar criterios entre las docentes e investigadora y posibilitar la evaluación de la competencia científica a través de sus diferentes categorías de evaluación, tal como lo sugiere Sanmartí y Marchán (2014), quien plantea utilizar rúbricas para el logro de la evaluación de competencias.

Se atendió además a lo expresado por Cañal (2012) que indica que en la evaluación de la competencia científica se debe tener en cuenta el grado de significatividad, el nivel de integración, funcionalidad, y la evaluación de cada una de las capacidades científicas.

La rúbrica recogió dichas características y en especial la de evaluar cada una de las capacidades de la competencia científica, desarrollando una categoría para cada una de las capacidades.

Se considera que el grupo logró avanzar en el desarrollo de una de las dimensiones de la competencia científica cuando por lo menos el 70 % de los estudiantes lograron un aceptable.

Se aprecia que, con relación al desarrollo de la competencia científica, hay una mejora en los resultados obtenidos al final respecto de los obtenidos al inicio del proceso. En el inicio ninguna de las dimensiones era lograda por la totalidad de los grupos, ya que la dimensión uno referida a “identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente y utilizar evidencia científica”, que es la que obtiene mejores resultados, uno de los grupos no la desarrolla. Por otro lado, en la propuesta final, la dimensión uno y la dimensión ocho correspondiente a “trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones”, son alcanzadas de manera aceptable en el 70 % de los estudiantes

de todos los grupos. En tanto la dimensión dos, que corresponde a “Identificar problemas científicos, definir los objetivos de una investigación, formular las hipótesis” que en el inicio era conseguida por dos grupos, en la propuesta final la desarrollan todos los grupos. En el resto de las dimensiones, si bien no las desarrollan todos los grupos, se aprecian mejoras en el número de grupos que lo logra.

Estos resultados coinciden con lo expresado por Cañal (2012) cuando afirma que “la implicación reiterada de los chicos y chicas en estos procesos de indagación y construcción progresiva de modelos de comprensión y actuación les ayudará, sin duda, a desarrollar su competencia científica” (p. 214).

Respecto a la dimensión dos, en la cual se encuentra la capacidad de formular preguntas investigables, Sanmartí y Márquez (2012) indican que formular buenas preguntas de investigación es la característica más importante de un científico, pero el aprendizaje de la formulación de las mismas resulta una tarea difícil según los resultados de la investigación en educación. De acuerdo a esta afirmación, se encuentran divergencias con los resultados obtenidos.

Si se compara con las opiniones de los estudiantes, surgidas en los grupos focales, puede apreciarse que las actividades más fáciles para los estudiantes de cuarto año son: pensar la pregunta investigable, formular hipótesis y cumplir con los diferentes “pasos” de la investigación. Mientras que a los estudiantes de primer año les resulta difícil hacer la pregunta investigable y plantear hipótesis. En relación a la pregunta investigable, tres estudiantes de primero indican que les resulta difícil la pregunta investigable y un estudiante que es fácil.

En el grupo focal realizado con las docentes, las dimensiones que mencionan difieren de acuerdo al grado: la docente de primer año se refiere a que se pudo lograr el conocimiento en ciencia y el planteamiento y diseño de la investigación. En tanto en tercero y cuarto existe coincidencia en que se logró desarrollar la capacidad de formular hipótesis. En tercero, la docente manifiesta que se desarrollaron los objetivos y las conclusiones, en tanto en cuarto año, indica se progresó en la pregunta y la experimentación.

En tanto las docentes de primero y cuarto coinciden en la dificultad de hacer un marco teórico o manejar la información. Difieren en que en primero resultó difícil la recogida y el procesamiento de datos, en tanto en tercero fue más complicada la dimensión de elaborar preguntas investigables.

Es posible apreciar que la formulación de preguntas investigables es una de las dimensiones consideradas más difícil, tanto para los autores citados, en opinión de los estudiantes de primer año y para la docente de tercer año.

Si se triangula con la planificación, donde se aprecia que se retoman durante el año las distintas dimensiones por la reiteración de las actividades realizadas en cada secuencia. Quizá la recurrencia y espiralización en cada secuencia de las diferentes dimensiones permite que se vayan logrando mejores resultados. Si fuera así ¿a qué se deben las diferencias observadas en las diferentes capacidades y dimensiones?

Las dimensiones con peores resultados son la cinco “procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)” y la seis “formular conclusiones”, que solamente la logran los estudiantes de cuarto año.

En tanto las dimensiones tres “buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva, cuatro “identificar variables, diseñar una metodología, realizar experiencias”, siete “dar a conocer los resultados” y nueve “identificar prácticas científicas beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos”, son logradas por estudiantes de tercero y cuarto solamente.

Puede apreciarse que algunas dimensiones se desarrollan mejor que otras, además se observan diferencias de acuerdo al grado de los estudiantes. Se obtienen mejores resultados en cuarto año. Asimismo, tercer año logra resultados superiores respecto a primer año.

Si se piensa en la competencia científica desde un enfoque holístico, las diferencias que se aprecian en el desarrollo de cada una de las dimensiones revela las dificultades en el progreso de la misma.

Yus Ramos, Fernández Navas, Gallardo Gil, Barquín Ruiz, Sepúlveda y Serván Núñez (2013) indican que, si se acepta la definición holística de competencia, no puede pensarse que por dominar una capacidad el aprendiz ya es competente, se necesitan dominar todas las capacidades para poder resolver problemas reales, por lo cual, si bien se observan avances en algunas capacidades y dimensiones, aún no se logra el desarrollo de la competencia científica desde una concepción holística de la misma.

Todos los grupos mejoran. Se aprecia que de acuerdo al grado obtienen mejores resultados los de mayor grado: cuarto año mejor que tercero, y estos mejores resultados que primero. Es fundamental destacar que en los seis grupos

se aprecia una mejora en los resultados entre la propuesta inicial y final, y que en la propuesta final los grupos del mismo grado logran resultados similares.

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 mismos resultados se obtuvieron en una investigación realizada en España, en la que surge que los implicados con este modelo estuvieron más motivados respecto a otras metodologías, lo que determina mayor protagonismo en el aprendizaje y resultados positivos, como expresan los docentes: “los niños, incluso los repetidores o de notas bajas, los ves animados y les gusta bastante” (Pozuelo, Travé, Cañal, 2007, p. 16).

La otra evaluación que fue considerada en la presente investigación fue la presentación de pósteres. También aquí, en los puntajes totales, se aprecia una graduación: obtienen menor puntaje promedio los grupos de primer año y mayor puntaje en el promedio los grupos de cuarto año.

Si se analiza el ítem correspondiente a la evaluación de la competencia científica en el póster, también se obtiene una graduación: primer año obtiene 83,3 %; tercero, 85 % y; cuarto, 95 %.

Una de las características del modelo didáctico de aprendizaje por investigación es la atención a la diversidad y las características de inclusividad, cumpliendo con lo subrayado por Barrio (2008), lo cual implica planear un currículo y metodologías que se adapten a la diversidad escolar. Luego de aplicado el trabajo con proyectos, al finalizar el curso todos los grupos mejoran, y se igualan los resultados, las diferencias iniciales entre los grupos del mismo grado se desvanecen.

4.6.3. Observación de clases y evaluaciones

Para responder a la pregunta planteada “¿A qué se deben las diferencias observadas en las diferentes capacidades y dimensiones?”, se busca la respuesta en las observaciones de las clases.

En cinco clases de las observadas se trabajó la experimentación y observación, en cuatro clases la pregunta investigable, en tres clases se trabajó con hipótesis, en dos clases con diseño experimental, en dos clases la redacción de

los resultados, dos clases diseño de pósteres y también en dos, defensas del póster realizado, en tanto en una sola clase se laboró con marco teórico. En la tabla 90 se resumen las clases observadas y su relación con las dimensiones de la competencia científica abordadas en cada una de ellas.

Tabla 90
Cantidad de clases observadas en las diferentes capacidades y dimensiones versus resultados obtenidos de acuerdo al grado.

	T. en equipo (8)	Exp y obs. (4.1)	P. inv. (1)	Hipótesis (2)	D. exp. (4.2)	Res (5)	Dis. Póst (7)	Def. Póst (7)	M. teór. (3)	Concl. (6)
Número de clases	18	5	4	3	2	2	2	2	1	0
Grados con buenos Resultados	1.º, 3.º y 4.º	3.º y 4.º	1.º, 3.º y 4.º	1.º, 3.º y 4.º	3.º y 4.º	4.º	3.º y 4.º	3.º y 4.º	3.º y 4.º	4.º

Nota. Fuente: elaboración propia

Las capacidades y dimensiones con mejores resultados se encuentran dentro de las más trabajadas en las clases observadas, exceptuando a la dimensión 4.1 que, si bien en cinco clases se observó que trabajaron con ella, correspondiendo dos de dichas clases a la observación en primer año, solo obtienen buenos resultados en tercer y cuarto año.

Las dimensiones 5 de “analizar los resultados” y 6 “elaborar conclusiones”, fueron las que obtuvieron peores resultados, sin embargo, fueron trabajadas diferentes ya que la dimensión 5 fue tratada en dos clases, en tanto la 6 no fue abordada en ninguna clase.

Sobre la dimensión 5, 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.

En relación a la dimensión 6, Harlen (2007) se refiere a las dificultades que presentan los estudiantes cuando elaboran conclusiones. Enfatiza la diferencia entre saltar a las conclusiones y extraer conclusiones y recomienda evitar las generalizaciones anticipadas. 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.

Otro aspecto a tener en cuenta está relacionado con la elaboración de las pruebas y la graduación en la dificultad, planteada por Qualter y otros (1990) que indican los factores que influyen en la dificultad de las mismas: 1) El enunciado del problema relacionado a sí explicita las variables o no y si refiere o no al material que se necesita. 2) Los contenidos conceptuales que se requieren para resolver el problema. 3) El tipo de variable dependiente. 4) El tipo de variable independiente; la dificultad es mayor en el caso de variables continuas en relación a variables categóricas. 5) La cantidad de variables que se deben controlar. 6) La dificultad de las medidas y de los instrumentos que se utilicen para medir. 7) El contexto en el que se produce la investigación. Respecto a ello, se puede afirmar que las evaluaciones en los tres grados atendieron a dichas características y no se diferenciaron en dichos aspectos, además de realizarse una pre-evaluación de las propuestas de evaluación, controlándose dichas variables. Por esta razón, las diferencias que se obtienen entre los grados se interpreta que dependen de la dificultad que conllevan y no de la prueba.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES, LIMITACIONES E IMPLICACIONES

En relación con cada uno de los objetivos específicos planteados y de acuerdo con los resultados obtenidos se puede arribar nuevamente a datos, muy auspiciosos, que confirman los ya relevados por las vastas investigaciones sobre el tema.

No obstante, la importancia de ello, es fundamental destacar que también surge información inédita, que será necesario continuar contrastando, dicha información es muy valiosa si se pretende lograr una atención a la diversidad, ya que indica que el modelo por indagación favorece en mayor diversidad de estudiantes el desarrollo de la competencia científica, aunque los mismos pertenezcan a contextos socioculturales desfavorables.

5.1. Identificar estrategias de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de la competencia científica

Las formas de enseñar y de aprender planificadas en las secuencias didácticas correspondieron a estrategias ya utilizadas en otros modelos, como la interrogación didáctica, la historia de las ciencias, la recurrencia y espiralización, el trabajo con el error e ideas previas, entre otras.

Las nuevas estrategias ideadas e implementadas estuvieron relacionadas al proceso de investigación y fueron planteadas como actividades: elaborar preguntas investigables, formular hipótesis, construir un marco teórico, realizar un diseño metodológico, efectuar experimentos, analizar resultados y obtener conclusiones. Estas actividades que demandaron desplegar estrategias de investigación, que enfatizan el desarrollo de la competencia científica, se reiteraron en cada uno de los proyectos de investigación escolar implementados en el transcurso del año. Cada uno correspondió a una secuencia didáctica, aunque en algunos casos una secuencia tuvo dos proyectos.

Si se compara el uso de las estrategias investigativas, con los resultados obtenidos en los trabajos de los estudiantes, es posible inferir que la utilización de las estrategias vinculadas a los procesos de investigación permite el progreso de la competencia científica. Por lo tanto, se llega a la conclusión de que las

diferentes formas de enseñar y de aprender que mejor favorecen el desarrollo de esta competencia son aquellas relacionadas con las actividades de investigación. Las estrategias que resultan más productivas permiten a los estudiantes aprender, a partir del planteamiento de problemas abiertos y contextualizados, y realizar el proceso, no necesariamente lineal, desde la elaboración de preguntas investigables, hasta comparar los resultados con los objetivos o hipótesis para extraer una conclusión. También se recomiendan las actividades relacionadas con la comunicación de los proyectos, las estrategias que enseñen la construcción de maquetas y a elaborar pósteres científicos, así como aquellas que permitan la comunicación oral o defensa del trabajo realizado y su vinculación con el uso de tecnologías digitales.

5.2. Analizar la implementación docente del modelo de aprendizaje por indagación

La implementación puede analizarse desde dos perspectivas: 1) La planificación de las secuencias a través de proyectos; y 2) El desempeño de las docentes en el aula.

Con respecto a la primera, las docentes, en el transcurso del año, lograron la autonomía en la planificación de secuencias didácticas a través de proyectos de investigación escolares. Mientras que, en los primeros proyectos, hubo una mayor incidencia de la investigadora, en los siguientes las educadoras lograron una mayor participación e involucramiento, hasta que, en los últimos proyectos, cuando la investigadora se retiró del trabajo de campo, la planificación estuvo a cargo de las docentes, que concibieron con gran autonomía las actividades finales.

En relación a la segunda, en la observación de las dieciocho clases, pudo identificarse el trabajo con estrategias vinculadas a la investigación y se abordaron todas las dimensiones de la competencia científica de acuerdo con doce capacidades diferentes: reconocimiento de problemas científicos, elaboración de preguntas investigables, formulación de hipótesis, identificación de variables, desarrollo de marco teórico, diseño metodológico, experimentación, observación, procesamiento de los resultados, formulación de conclusiones, comunicación de los resultados y trabajo en equipo.

En cinco clases de las observadas, se trabajó la experimentación y la observación; en cuatro clases, la pregunta investigable; en tres clases se ejercitó la investigación con hipótesis; en dos clases, con diseño experimental; en dos clases se trabajó la redacción de los resultados; en otras dos, el diseño y defensa de pósteres; en tanto una sola clase se ocupó del marco teórico.

Se elaboró una rúbrica que se aplicó a la observación de la promoción de las diferentes capacidades de la competencia científica, por parte de las docentes, en la que se describieron cuatro niveles de desempeño: experto, avanzado, básico y novel.

Los resultados indican que, en doce de las dieciocho clases observadas, al trabajar con el modelo de aprendizaje por indagación, el nivel de promoción de las capacidades de la competencia científica correspondió a la categoría de novel. En tres clases se alcanzó el nivel básico y también en tres clases se logró el nivel avanzado. La observación de las clases puso en evidencia las dificultades que surgen en el momento de esgrimir estrategias diferentes a las que se usan de manera habitual, pero debe destacarse la motivación, iniciativa y entusiasmo con los que las docentes asumieron el desafío, lo cual impactó positivamente y mitigó la falta de experiencia de las docentes.

La actitud de las educadoras y el acompañamiento realizado posibilitó un trabajo en equipo que permitió construir una “comunidad de aprendizaje” que se propuso mejorar las prácticas de aula, a través del modelo didáctico de aprendizaje por indagación, en un liceo de contexto desfavorable.

Como la implementación del modelo no evolucionó en el transcurso del año desde el nivel novel al experto, se considera que un año es poco tiempo para afianzar el cambio y que este tipo de experiencias de investigación-acción necesitan una ejecución más prolongada.

El cambio de metodología siguió aplicándose a lo largo del año luego de que la investigadora se retiró del trabajo de campo, tras realizar el seguimiento de tres secuencias en primero y tercero y de cuatro secuencias en cuarto. Posteriormente, las docentes planificaron las siguientes secuencias a través de proyectos hasta la finalización del ciclo lectivo.

Se consiguió que los docentes adoptaran una nueva forma de planificación de clases en el transcurso de unos meses, en cambio, el desarrollo de las capacidades que forman parte de la competencia didáctica, que se visualiza en

la implementación de los proyectos, demanda más tiempo que el correspondiente a un año lectivo.

En investigaciones futuras se debería planificar este tipo de actividad con una duración mayor para lograr una mejor evolución desde el nivel novel al nivel experto.

5.3. Describir el avance de los estudiantes mediante el modelo de aprendizaje por indagación

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.

Todos los cursos lograron una mejora en las dimensiones de la competencia científica, con avances en entre una y cinco dimensiones. El 3.º 2.ª y el 4.º 1.ª fueron los grupos que se posicionaron mejor en el inicio, ya que alcanzaron el “aceptable” en seis de las nueve dimensiones evaluadas. Hacia el final, el 4.º 1.ª logró el “aceptable” en todas las dimensiones de la competencia científica, mientras que el 3.º 2.ª mejoró tan solo en una, con lo cual ascendió de seis a siete dimensiones dominadas. El grupo en el cual se observa la mejor evolución es el 4.º 2.ª, que en el inicio obtuvo un “aceptable” en tres dimensiones y al final llegó a ocho dimensiones con esa calificación.

Los grupos que avanzaron menos fueron el 1.º 1.ª, que pasó de dos dimensiones a tres, y el 3.º 2.ª, que, luego de un buen inicio, avanzó de seis a siete dimensiones.

El grupo con peores resultados al inicio fue el 1.º 3.ª, que obtuvo un “aceptable” en una sola dimensión; no obstante, al finalizar el año, alcanzó el “aceptable” en tres dimensiones, lo cual significa que se produjo un avance en dos. También mejoró en dos dimensiones el 3.º 3.ª, que pasó de cuatro dimensiones a seis.

Los seis grupos, en la evaluación final, coinciden en los resultados aceptables en tres de las dimensiones de la competencia científica: uno (identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente y utilizar evidencia científica), dos (identificar problemas científicos, definir los objetivos y formular hipótesis) y ocho (trabajar en equipo y tomar decisiones), lo que permite varias

interpretaciones. En primer lugar, podría pensarse que son las dimensiones que ofrecieron menor dificultad, aunque también cabe la posibilidad de que hayan sido las que se trabajaron más por el énfasis que se realizó en ellas en el momento de la planificación, entre otros posibles factores.

Se observa además una evolución de acuerdo con el grado, en la que logran mayor avance los grupos de grados superiores: cuarto más que tercero, y este más que primero. Asimismo, se comprueba que los cursos del mismo grado alcanzan el mismo nivel al finalizar el año a pesar de haber comenzado con niveles diferentes.

Los grupos de control a los que se aplicó la misma prueba final, en cambio, obtuvieron resultados muy bajos.

El grupo control de primer año alcanzó mejores resultados que el grupo de control de tercero, lo que difiere de lo observado en los grupos de la investigación-acción, en los cuales, a mayor grado, se observaron mejores resultados en la prueba final. Una de las variables que puede influir en el caso de los grupos de control es el contexto, ya que los estudiantes de este primer año provienen de un contexto favorable, en tanto los de tercer año son estudiantes de la UTU pertenecientes a ámbitos desfavorables. Si se comparan los resultados obtenidos con los de aquellos grupos que formaron parte de la experiencia, las respuestas del grupo testigo de primer año corresponden a un 34,7 % de ítems contestados de forma aceptable, frente a un 54,9 % y 56,9 % de los grupos de primer año de la investigación-acción. Estos promedios permiten interpretar que el trabajo con proyectos durante todo el año influye en el desarrollo de la competencia científica, en éstos estudiantes.

En tercer año, la diferencia se acentúa, con un resultado de un 25 % para el grupo testigo contra un 75,4 % entre los grupos de la investigación-acción.

En tanto, en los grupos de control, primero alcanzó el “aceptable” en dos dimensiones, similar a lo conseguido por el 1.º 1.ª al inicio, el tercero de control no logró obtener resultados aceptables en ninguna de las dimensiones.

En estos grupos, el contexto es un factor determinante con respecto a los niveles conseguidos en las pruebas. No obstante, a pesar de provenir de contextos desfavorables, es evidente que el trabajo con proyectos logra revertir los resultados, ya que se aprecian avances en todos los grupos que intervinieron en la experiencia.

Las dimensiones con peores resultados son la cinco (“Procesar los resultados en distintos formatos”) y la seis (“Formular conclusiones”), que tan solo son dominadas por los estudiantes de cuarto año. En tanto las dimensiones tres (“Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva”), cuatro (“Identificar variables, diseñar una metodología, realizar experiencias”), siete (“Dar a conocer los resultados”) y nueve (“Identificar prácticas científicas beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos”) son logradas por estudiantes de tercero y cuarto solamente.

En conclusión, puede apreciarse que algunas dimensiones se desarrollan mejor que otras, además de que se observan diferencias de acuerdo con el grado de los estudiantes: se obtienen mejores resultados en cuarto año, mientras que tercer año logra promedios superiores respecto a primero. Si se piensa en la competencia científica desde un enfoque holístico, las diferencias que se aprecian en el desarrollo de cada una de las dimensiones revelan las dificultades en el progreso integral de la competencia.

Cuando se comprueba si hay alguna asociación entre la variable curso y la variable dimensión, y se toma en cuenta su distribución en una tabla de contingencia (Crosstab) mediante el índice de χ^2 , a través de la pregunta en todos los análisis de: ¿Existe relación entre el curso y la calificación obtenida por los alumnos en este indicador?

Los resultados indican que en las nueve dimensiones de la competencia científica se rechaza la H_0 , por lo que no se distribuyen al azar.

De igual forma que la anterior, cuando se comprueba mediante Análisis Crosstab, la diferencia en la distribución de insuficientes y el resto de las categorías, según los resultados obtenidos por los estudiantes después de la intervención y se plantea la pregunta para cada uno de los indicadores: ¿Existe relación entre el grupo (experimental/control) y la calificación obtenida por los estudiantes en este indicador?

En los nueve indicadores, se rechaza la H_0 , y se identifica que la distribución entre insuficientes y aprobados porcentualmente correspondería con un porcentaje de insuficientes mayor en el grupo control frente al grupo experimental.

Además, cuando se comprueba si existen diferencias entre los distintos cursos (VVII) y las puntuaciones obtenidas por los participantes en el global de las pruebas y en cada uno de los indicadores (VVDD), 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, el análisis de las diferencias entre los grupos de primer año, tercero y cuarto, indica que mejoran significativamente todos los cursos en la puntuación total de la prueba al compararse los resultados obtenidos antes de la intervención y después de la misma.

Se aprecian diferencias en las dimensiones que mejoran según los grupos. Mientras que en los cursos de primer año ambos mejoran en la dimensión 1 y 2, el primero tres tiene mejoras estadísticamente significativas también en la dimensión 8 y 9.

En el caso de los cursos de tercer año, ambos logran mejoras estadísticamente significativas en la dimensión 2, además, en tercero 2 también en la dimensión 9, en tanto en tercero 3 se suman mejoras estadísticamente significativas en las dimensiones 3 y 4.

En cuarto año, ambos grupos obtienen mejoras estadísticamente significativas en las dimensiones 1, 2, 3, 5, 6 y 7. En tanto en cuarto 1 también mejoran en la dimensión 4 y 8 y en cuarto 2 mejoran significativamente en la dimensión 9.

Si bien todos los grupos mejoran de forma estadísticamente significativa, los grupos de cuarto año logran dicha mejora en mayor cantidad de dimensiones respecto a primero y tercero.

La otra evaluación que fue considerada en la presente investigación fue la presentación de pósteres. También aquí, en los puntajes totales, se aprecia una graduación en la que obtuvieron menor puntaje promedio los grupos de primer año y mayor puntaje los grupos de cuarto. Si se analiza el ítem correspondiente a la evaluación de la competencia científica en el póster, también se comprueba una diferencia gradual, ya que primer año obtuvo un 83,3 %, tercero logró un 85 % y cuarto alcanzó el 95 %.

Una de las características que sobresale en este modelo didáctico de aprendizaje por indagación es la atención a la diversidad y a la inclusividad, lo cual implica planear un currículo y metodologías que se adapten a la pluralidad escolar. Las diferentes dimensiones que constituyen la competencia científica brindan un abanico de posibilidades de actividades de distinta índole que se

adaptan a los diferentes estilos de aprendizajes, intereses, dificultades y facilidades para aprender.

Luego de aplicar el trabajo con proyectos, al finalizar el curso, todos los grupos lograron una mejora y se igualaron los resultados, dado que las diferencias iniciales entre los cursos del mismo grado se anularon.

El contraste de medias aritméticas, realizado entre los grupos, evidencia que la diferencia es estadísticamente significativa por valores de p inferiores a 0,05, en los resultados obtenidos por 4.º 1.ª entre la propuesta inicial y final, así como cuando se compara 1.º 1.ª, 3.º 2.ª y 3.º 3.ª con los grupos de control. Una de las posibles causas, de que no se obtengan discrepancias significativas en los resultados de los otros grupos, puede deberse al tamaño de la muestra, ya que el análisis cuantitativo exige muestras de mayor volumen.

5.4. Determinar la percepción de estudiantes y docentes sobre la metodología implementada

Las opiniones de los estudiantes, sobre las clases planificadas desde el modelo de aprendizaje por indagación y la elaboración de proyectos, son muy positivas en su mayoría. No existen diferencias de acuerdo con el grado, sino que todos coinciden en las valoraciones de agrado y satisfacción. Dichas apreciaciones se mantienen durante el año en los tres grupos focales y en la encuesta final.

Los educandos manifiestan en dichas instancias que: Les gusta trabajar de esta forma y justifican mencionando diferentes aspectos: “trabajar en equipos”, “satisfacción por investigar”, “interés” en los temas seleccionados, “es un trabajo divertido”, “se aprende”, les gusta “hacer experimentos”, “analizar resultados”, “usar instrumentos”, alguno de ellos refiere al mayor compañerismo que se generó, que “fue divertido” y además les “permitió saber más”.

En la encuesta de cuarto año, el 60 % de los alumnos se refiere con complacencia a la investigación y a las diferentes capacidades de la competencia científica aplicadas.

A los estudiantes los motiva esta forma de aprender. No es común que indiquen que las clases de ciencias, en este caso Biología, son divertidas, que tengan interés en temas científicos y que efectúen un proceso de metacognición

sobre su aprendizaje. Estos resultados permiten reafirmar hallazgos que se han comunicado en otras investigaciones ya mencionadas en el presente trabajo.

Los estudiantes consideran que aprendieron siempre que se les plantea la pregunta, durante todo el transcurso del año. Ya sean estudiantes de primero, tercero o cuarto año, se refieren a contenidos conceptuales y procedimentales propios de las diferentes dimensiones de la competencia científica.

En la encuesta, cuando se los interroga sobre los contenidos curriculares, ellos consideran que aprendieron sobre los diferentes temas trabajados, aunque aparecen variaciones con respecto a los temas más seleccionados por los estudiantes. Así, por ejemplo, en primer año señalan el tema de reproducción como el que entendieron más, lo cual puede o no estar influenciado por la variable tiempo por tratarse del último tema abordado en el año.

Si se analiza la progresión durante el ciclo lectivo en las dimensiones de la competencia científica que consideran fáciles y difíciles los educandos, se comprueba que, en el grupo focal de la primera secuencia, solo se refieren a las preguntas e hipótesis, mientras que, en la segunda secuencia, aparecen consideraciones sobre la experimentación y conclusión. Esto puede deberse, a que, cuando se realizó el primer grupo focal, solo habían trabajado la pregunta y las hipótesis, en tanto, hacia el final del año, ya habían trabajado con todas las dimensiones, por lo que se extrae de ello una evolución en el año.

En cuanto a una interpretación de acuerdo con el grado, las respuestas de los estudiantes no coinciden, pero se aprecia una leve tendencia a considerar más fácil el aprendizaje de las diferentes dimensiones en 4.º en comparación con 1.º. Las actividades más sencillas para los estudiantes de cuarto año son: proponer la pregunta investigable, formular hipótesis y cumplir con los diferentes pasos de la investigación. En cambio, en relación con la pregunta investigable, tres estudiantes de 1.º indican que les resulta difícil formularla, y un solo alumno lo considera una tarea fácil.

La práctica con hipótesis es estimada como dificultosa para algunos y sencilla para otros entre los estudiantes de primer y tercer año. De igual modo, trabajar en equipo resulta difícil para algunos estudiantes de 1.º y fácil para otros, mientras que en 4.º declaran que es sencillo si todos trabajan.

Lo mismo ocurre con la experimentación: para un estudiante de 1.º es complicado enfocar y tomar muestras, en tanto que otro estudiante del mismo

grado afirma que no le resulta dificultoso efectuar observaciones, y tres estudiantes de 3.º refieren que es fácil la experimentación. Los estudiantes de primero no están de acuerdo acerca de si el trabajo con marco teórico y la elaboración de pósteres son actividades fáciles o difíciles, ya que lo que algunos educandos dominan con facilidad para otros resulta más arduo. En el caso de 4.º, cuatro estudiantes opinan que todo es sencillo, mientras que otros alumnos del mismo grado marcan como dificultosa la elaboración de marco teórico y conclusiones.

Sería interesante profundizar en este aspecto y contrastar qué relación existe entre el perfil de inteligencias múltiples de cada estudiante y las dimensiones que consideran fáciles o difíciles.

Las docentes refieren que este modelo didáctico atiende más a la diversidad, aspecto que consideran muy positivo, y que los estudiantes inquietos se entusiasman con este tipo de trabajo.

Cabe aclarar que tampoco se observa una relación manifiesta entre lo que los educandos consideran difícil y lo que no les gusta. Entre las actividades que más estudiantes mencionan que no les gustaron, se encuentran elaborar el marco teórico y trabajar con la plataforma Edmodo. Además, hay nueve respuestas que indican que no hubo ninguna tarea que no fuera de su agrado. Por tanto, si bien les resulta difícil trabajar con algunas dimensiones de la competencia científica, no manifiestan que la pregunta investigable, las hipótesis o experimentación les desagraden. Elaborar un marco teórico es la única dimensión en la que aparece una correlación, ya que no les gusta y les resulta difícil.

Con respecto a las apreciaciones de las docentes, las dimensiones que mencionan difieren de acuerdo con el grado. La docente de primer año refiere que se pudo alcanzar el conocimiento en ciencia, así como el planteamiento y diseño de investigaciones, en tanto en tercero y cuarto existe coincidencia en que se logró desarrollar la capacidad de formular hipótesis. En tercero, la docente manifiesta también que se desarrollaron los objetivos y las conclusiones, mientras que en cuarto año se indica se progresó en la pregunta y la experimentación. Las docentes de primero y cuarto coinciden en la dificultad de elaborar un marco teórico y manejar la información. Sin embargo, discrepan en las apreciaciones sobre otras dimensiones, como que en primero resultó difícil la recolección y procesamiento de datos, en tanto en tercero significó más complicaciones la dimensión de elaborar preguntas investigables.

Aunque las docentes identifican diferencias entre los grupos, pueden apreciar algunas capacidades que se comienzan a desarrollar en general, como realizar preguntas investigables, identificar variables y pensar un diseño experimental, así como otras que generan mucha dificultad.

Existe coincidencia con lo expresado por los estudiantes acerca de que en primer año les resulta difícil formar equipos porque no se conocen y que en todos los grados se presentan obstáculos en la lectura y escritura.

En términos generales, las dificultades señaladas por las docentes pueden agruparse en cuatro tipos: 1) Referidas a la falta de materiales, el uso de computadoras, diversas plataformas y organización. 2) Problemas de participación y trabajo en equipo. 3) Obstáculos en la expresión oral. 4) Inconvenientes familiares que llevan a que los estudiantes dejen de concurrir a las clases.

Las educadoras resaltan la incidencia de la modalidad de cada grupo en el avance de los proyectos, que la falta de trabajo domiciliario enlentece el proceso y la importancia de un cambio en los esquemas actuales de calificación, en los cuales los estudiantes saben que los escritos son sobrevalorados frente a otros trabajos y por ello, en su “oficio de estudiantes”, solo cumplen con ese tipo de tareas. A este problema se suma la escasez de recursos (en este caso, la falta de lupas binoculares), que surge como una limitación cuando se trabaja, por ejemplo, con la observación de fenotipos de *Drosophila melanogaster*, ante la cual las docentes plantean la dificultad de realizar la actividad con una sola lupa.

Las docentes reflexionan con una autocrítica elevada y realizan aportes muy interesantes para aplicar en el próximo ciclo, como la idea de dar tiempo para que los estudiantes piensen y se cuestionen y de indicar la bibliografía para el marco teórico y trabajarlo en tiempos breves. Este último aspecto es muy importante, ya que trabajar el marco teórico es una tarea que no solo desagrada a los educandos, sino que además les resulta difícil, por lo que puede ser una buena estrategia la recurrencia y espiralización, de manera de dedicar en cada clase un tiempo sucinto para trabajarlo. Con esta solución al problema detectado, los estudiantes pueden aprender de a poco, sin que les resulte agobiante.

Cuando se les pregunta sobre el aprendizaje de los educandos, se aprecia una reflexión constante de las docentes sobre la modalidad de enseñanza implementada y la inseguridad que les produce un modelo didáctico nuevo. La docente de primer año indica que, si bien observa avances durante el año, tiene

dudas acerca de si en realidad hubo un aprendizaje. Si se triangula con los resultados de las pruebas finales y los pósteres presentados, se observa que los estudiantes en efecto aprendieron, aunque no avanzaron tanto como en los otros grados.

La docente de cuarto plantea las dificultades que se le generaron desde su rol para trabajar de forma sincrónica lo conceptual y procedimental: “Pero me parece que es falta de la tecnicidad de hacerlo nosotros, el no saber entrelazar lo procedimental con lo conceptual, como que nos falta a nosotros también”. La reflexión que realiza coincide por completo con lo observado y con los resultados que brinda la rúbrica. Además, resulta muy valiosa la metacognición que hace, ya que posibilitará que pueda seguir mejorando la implementación del modelo de aprendizaje por indagación.

Los comentarios que hacen las docentes poseen en común la sorpresa por las actitudes positivas de los estudiantes frente a las propuestas de trabajo presentadas, y todas concuerdan en que la experiencia les gustó mucho tanto a ellas como a los educandos. Asimismo, describen una mejora en la producción escrita y en el trabajo en equipo en el transcurso del año e indican que apreciaron progresos en el desarrollo de la competencia científica hasta el punto de alcanzar una autonomía en el proceso que lleva avanzar en dicha competencia.

No estaba previsto hacer referencia en los grupos focales al contexto social crítico que presentan los estudiantes de este liceo, pero el tema surge de manera espontánea de los comentarios de las docentes, que hacen referencia a ciertas carencias que deben enfrentar a diario.

En relación con las percepciones de las docentes sobre la implementación de una muestra en la que los estudiantes expusieron sus proyectos a la comunidad (tanto educativa como en general), las expresiones que emplean para sintetizar las vivencias que dejó la jornada son: “estudiantes entusiasmados” y “eufóricos por sus logros”, “colegas orgullosos por lo realizado en su liceo”. En contraste con ello, y desde una actitud muy modesta, las docentes manifiestan que no valoraron de la misma forma su trabajo, no lo consideran tan bueno, por esa razón se asombran por las felicitaciones recibidas y se sienten felices por el reconocimiento. Destacan además varios resultados positivos de la muestra, como el desarrollo de responsabilidad, la motivación y mejora de la expresión oral. Por otra parte, dos docentes hacen referencia a que la actividad hizo sentir

importantes a los estudiantes e indican que los ayudó a vencer la timidez y a relacionarse.

Las docentes relatan con asombro los trabajos obtenidos, la creatividad evidente en ellos y la visión de los colegas, que también sorprende porque les hace mirar desde otra perspectiva lo que pudieron lograr. Asimismo, manifiestan admiración por el aprendizaje que se produce en la instancia de la muestra gracias a la interacción de estudiantes de diferentes grados.

La información sobre las apreciaciones de los estudiantes a este respecto se obtiene a partir de la encuesta, ya que el tercer grupo focal se realizó antes de la muestra. La encuesta incluye dos preguntas relacionadas con las opiniones de los estudiantes sobre la muestra: una sobre el aprendizaje y otra sobre la mejor manera de comunicar las investigaciones, si bien no alude de modo específico a la muestra. Por tal razón, se debió de elaborar una pregunta abierta para recabar las percepciones de los estudiantes sobre la experiencia vivida en dicha instancia.

Los estudiantes de tercero y cuarto consideran que la muestra les permitió aprender sobre el trabajo en equipo principalmente y, como segunda opción, eligen que les aportó conocimientos sobre la exposición en público. En primero, por otro lado, las opiniones se reparten de manera equitativa en la selección de las tres opciones: aprendizaje para trabajar en equipo, exponer en público y elaborar pósteres.

Las dificultades manifestadas por los estudiantes de primero en los grupos focales en relación con el trabajo en equipo, identificadas también por la docente, siguen apareciendo luego de la muestra, en tanto, en los otros grados, hay una mayor apreciación del trabajo en equipo y consideran que la muestra fue una instancia crucial para mejorar en esa dimensión.

Cuando se les pregunta sobre la mejor forma de comunicar la investigación, las opiniones divergen en los tres grados. Mientras que para primero es fundamental el uso del póster, para tercero lo es la expresión oral, y para cuarto, el uso de PowerPoint. Esta elección coincide con las opiniones de las docentes en relación con las dificultades que se presentaron por la falta de recursos para la elaboración de los pósteres. El uso del PowerPoint o la sola implementación

de la expresión oral no implican la necesidad de más recursos, solamente teniendo la computadora pueden hacerlo. La elaboración de un póster, en cambio, aunque sea artesanal, demanda la compra de materiales.

Debe aclararse que, si bien la necesidad de mayores recursos materiales es siempre una limitación en un liceo de contexto social desfavorable, no fue un impedimento para la planificación del currículo a través de proyectos, la implementación desde otro paradigma en la enseñanza y la promoción de otra forma de aprender. Estos esfuerzos redundaron en una evolución favorable, aunque con diferencias en el desarrollo de la competencia científica en los tres grados.

La igualdad obtenida en los resultados por grado al finalizar el curso, luego de partir de un diagnóstico con desigualdades, amerita que se siga indagando sobre el modelo didáctico de aprendizaje por indagación, que resulta prometedor debido a que apunta a disminuir las inequidades y a actuar como un modelo inclusivo para que todos los estudiantes logren desarrollar la competencia científica.

Si bien se logró un cambio en la planificación y en el desarrollo de las clases, que se mantuvo luego que la investigadora se retiró del trabajo de campo, es importante que experiencias como estas, de investigación-acción, se mantengan durante más de un año para lograr la mejora en la implementación y consolidación del modelo.

5.5. Implicaciones

Fue posible constatar que en este liceo y con éstos participantes, las diferentes formas de enseñar y de aprender que mejor favorecen el desarrollo de la competencia científica son aquellas relacionadas con las actividades de investigación.

Si se compara el uso de las estrategias investigativas, con los resultados obtenidos en los trabajos de los estudiantes, es posible inferir que la utilización de dichas estrategias vinculadas a los procesos de investigación permite el progreso de la competencia científica.

A pesar de provenir de contextos desfavorables, es evidente que el trabajo con proyectos logra revertir las diferencias iniciales entre los grupos, ya que se aprecian avances en todos los grupos que intervinieron en la experiencia.

Puede apreciarse que algunas dimensiones se desarrollan mejor que otras, además de que se observan diferencias de acuerdo con el grado de los estudiantes: se obtienen mejores resultados en cuarto año, mientras que tercer año logra promedios superiores respecto a primero.

Se destaca el poder inclusivo de los proyectos de indagación, en éstos estudiantes. ya que luego de aplicar el trabajo con los mismos, al finalizar los cursos, todos los grupos lograron una mejora y se igualaron los resultados, ya que las diferencias iniciales entre los cursos del mismo grado se anularon.

La mejora en la competencia científica va asociada a una percepción de agrado, por parte de docentes y estudiantes, con la nueva modalidad de trabajo.

5.6 Limitaciones

Se pudieron apreciar cuatro vertientes que limitaron el poder lograr mejores resultados, sin considerar el contexto desfavorable que ya estaba previsto que constituyera una dificultad:

1. Si se piensa en la competencia científica desde un enfoque holístico, las diferencias que se aprecian en el desarrollo de cada una de las dimensiones revelan las dificultades en el progreso integral de la competencia, ya que algunas dimensiones ofrecen mayor dificultad que otras.
2. La implementación del modelo, por parte de las docentes, no evolucionó en el transcurso del año desde el nivel novel al experto, no obstante, se logró un cambio en la planificación y en el desarrollo de las clases, que se mantuvo luego que la investigadora se retiró del trabajo de campo.
3. Se considera que un año es poco tiempo para afianzar el cambio y evolucionar en el mismo, este tipo de experiencias de investigación-acción necesitan una ejecución más prolongada, es importante que los ciclos de investigación-acción, se mantengan mínimamente durante dos años para lograr la mejora en la implementación y consolidación del modelo.
4. En un segundo año de implementación se podría otorgar mayor énfasis al uso de la rúbrica para la autoevaluación de las docentes, ya que

permitiría una mejora sustancial, en cada ciclo y además en cada clase. Al realizarse la investigación acción en un solo año, no se utilizó la rúbrica como forma de autoevaluarse, para disminuir la presión y cuidar a las docentes, ya que implementar un nuevo modelo pedagógico al mismo tiempo de ser observadas conllevó una exigencia importante en las mismas, quienes asumieron el desafío con mucho gusto, no obstante, se apreciaban las dificultades que representaba para ellas, por esa razón luego de iniciado el proceso, se desestimó el uso de la rúbrica para la autoevaluación, ya que el objetivo principal correspondía a que los estudiantes desarrollaran competencia científica y no era lograr nivel de excelencia en la implementación por parte de las docentes.

Si bien se obtuvieron resultados positivos, extender la experiencia durante mayor tiempo que un año lectivo, junto al uso de instrumentos que favorezcan la autoevaluación docente pueden significar una mejora importante en la implementación, que permita obtener logros aún más prometedores que los alcanzados.

En futuras investigaciones, asimismo, sería interesante enfatizar el trabajo en las dimensiones que fueron identificadas como las más difíciles, utilizar otros recursos y otras actividades dentro de las estrategias investigativas como forma de mejorar los resultados en las mismas.

La conclusión en relación a los buenos resultados obtenidos en cuarto año amerita ser tenida en cuenta en próximas investigaciones ya que, en Uruguay en este nivel, un alto porcentaje de estudiantes se desvinculan del sistema educativo y más aún si se tiene en cuenta las valoraciones positivas de estudiantes y docentes en relación al modelo de aprendizaje por indagación.

REFERENCIAS

- Administración Nacional de Educación Pública (2003). *Programa PISA 2003. Primer Informe Nacional. PISA 2003 Uruguay. Versión Preliminar*. Gerencia de investigación y evaluación. Recuperado de <http://www.anep.edu.uy/anep-old/phocadownload/pisa/pisa2003/PISA%20URUGUAY%20-%20Informe%20Nacional%202003.pdf>
- Administración Nacional de Educación Pública (2004). La evaluación de la “Cultura Científica” en PISA 2003. Marco conceptual y actividades de las pruebas. Montevideo: ANEP.
- Administración Nacional de Educación Pública (2007). La ciencia y el conocimiento científico. *Enlaces*, 1, 36-37.
- Administración Nacional de Educación Pública (2010). *Primer informe Uruguay en PISA 2009*. Consejo Directivo Central. División de Investigación, Evaluación y Estadística. Recuperado de <http://www.anep.edu.uy/>
- Administración Nacional de Educación Pública (2013) Uruguay en PISA 2012 Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes de la OCDE. Primeros resultados en Matemática, Ciencias y Lectura. Montevideo: ANEP. Recuperado de <http://www.anep.edu.uy/anep-old/phocadownload/pisa/pisa2012/presentacion2012/informe%20ejecutivo%20preliminar.pdf>
- Administración Nacional de Educación Pública (2016). *Marco teórico de Ciencias Naturales PISA 2015*. Montevideo: ANEP.
- Administración Nacional de Educación Pública (2018) Monitor educativo liceal 2017. Dirección de Planeamiento y Evaluación Educativa del Consejo de Educación Secundaria. Montevideo: ANEP.
- Aguaded, E. (1998) La educación de competencias básicas para el desarrollo de la ciudadanía intercultural en la ESO. *V congreso internacional "educación y sociedad"*. Universidad de Granada.
- Alfonso Sánchez, I. (2016). La sociedad de la Información, Sociedad del Conocimiento y Sociedad del Aprendizaje. Referentes en torno a su formación. *Reflexiones*, 12 (2), 235-243.

- Álvarez, S., Pérez, A. y, Suárez, M. L. (2008). *Hacia un enfoque de la educación en competencias*. Asturias: Consejería de Educación y Ciencia. Dirección General de Políticas Educativas y Ordenación Académica - Servicio de Evaluación, Calidad y Ordenación Académica.
- Arango, N., Chaves, M. y Feinsinger, P. (2009). *Principios y práctica de la enseñanza de Ecología en el patio de la escuela*. Santiago: Instituto de Ecología y Biodiversidad - Fundación Senda Darwin.
- Barrio, J. L. (2008). Hacia una Educación Inclusiva para todos. *Revista Complutense de Educación*, 20 (1), 13-31.
- Bartolomé Pina, M. (1992). Investigación cualitativa en educación: ¿comprender o transformar? *Revista de Investigación Educativa*, 10 (20), 7-36.
- Batthyány, K. y Cabrera, M. (Coords.) (2011). *Metodología de la investigación en Ciencias Sociales. Apuntes para un curso inicial*. Montevideo: Universidad de la República.
- Bruner, J. (1991). *Actos de significado*. Madrid: Alianza.
- Bunge, M. (1997). *Ciencia, técnica y desarrollo*. Uruguay: Sudamericana.
- Caamaño, A. (2002): "¿Cómo transformar los trabajos prácticos tradicionales en trabajos prácticos investigativos?" *Aula de Innovación Educativa*, 113, 21-26.
- Caamaño, A., Corominas, J. (2004): "¿Cómo abordar con los estudiantes la planificación y realización de trabajos prácticos investigativos?" *Alambique*, 39, 52-63.
- Caamaño, A.(Coord.) (2005) Contextualizar la ciencia. Una necesidad en el nuevo currículum de ciencias. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 46, 5-107.
- Caamaño, A. (2012). La investigación escolar es la actividad que mejor integra el aprendizaje de los diferentes procedimientos científicos. En E. Pedrinaci (Coord.), *Once ideas claves. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 127-146). Barcelona: Graó.
- Cabrera, C., Imbert, D. y Rebollo, C. (2017). *Acción y Reflexión: la investigación como potenciadora de aprendizajes*. Uruguay: Gráfica natural.
- Cañal, P. (2011). *Biología y Geología. Investigación, innovación y buenas prácticas*. Barcelona: Graó.

- Cañal, P. (2012). El desarrollo de la competencia científica demanda y produce actitudes positivas hacia la ciencia y el conocimiento científico. En E. Pedrinaci (Coord.), *Once ideas claves. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 197-216). Barcelona: Graó.
- Carlsen, W. S. (1991). Questioning in Classrooms: A Sociolinguistic Perspective. *Review of Educational Research*, 61 (2), 157-178.
- Carr, W., Kemmis, S. (1988). El currículum: más allá de la teoría de la reproducción. Madrid: Morata.
- Cassany, D. (1999). *Construir la escritura*. Barcelona: Paidós.
- Cassany, D. (2006). Tras las líneas. Sobre la lectura contemporánea. Barcelona: Anagrama.
- Castillo Bautista, R. (2009). La hipótesis en investigación. *Contribuciones a las ciencias Sociales*, 3, 1-19. Recuperado de www.eumed.net/rev/cccss/04/rcb2.htm
- Ciari, B. (1980) *Modos de enseñar*. Barcelona: Reforma de la escuela.
- Chin, C. y Chia, L.G. (2004). Problem-based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88 (5), 707-727.
- Chin, C. y Osborne, J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44 (1), 1-39.
- Chinn, C. A. y Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: a theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86 (2), 175-218. doi:10.1002/sce.10001
- Couso, D. (2011). Las secuencias didácticas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: modelos para su diseño y validación. En A. Caamaño (Coord.), *Didáctica de la física y la química* (pp. 57-83). Barcelona: Graó.
- Couso, D. (2013). La elaboración de unidades didácticas competenciales. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 74, 12-24.
- Crujeiras, B. y Jiménez, M. P. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 33 (1), 63-84.
- 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.

- Cuevas, P., Oklee, L., Hart, J. y Deaktor, R. (2005). Improving Science Inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (3), 337-357. doi:10.1002/tea.20053
- De Miguel, M. (1988). Paradigmas de la investigación educativa española. En I, Dendaluce (Coord.) *Aspectos metodológicos de la investigación educativa* (pp. 60-77). Madrid: Narcea.
- De Pro, A. (2012). Los ciudadanos necesitan conocimientos de ciencias para dar respuestas a los problemas de su contexto. En E. Pedrinaci (Coord.), *Once ideas claves. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 83-104). Barcelona: Graó.
- Domènech-Casal, J. (2017). Proyectando BioGeo. Un itinerario en indagación y naturaleza de la ciencia. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 89, 54-61.
- Elliott, J. (1990). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Morata.
- Esteve, A., Solbes, J. (2017) El desinterés de los estudiantes por las ciencias y la tecnología en el bachillerato y los estudios universitarios. *X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*. Sevilla. 5-8 de septiembre de 2017, 573-578. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/12_-_Propuestas_de_educacion_cientifica_en_el_contexto.pdf
- Etkina, E., Karelina, A., Ruibal-Villasenor, M., Rosengrant, D., Jordan, R. y Hmelo-Silver, C. (2010). Design and reflection help students develop scientific abilities: Learning in introductory physics laboratories. *Journal of the Learning Sciences*, 19 (1), 54-98. doi:10.1080/10508400903452876
- Fernández, I., Gil Pérez, D., Valdéz, P., Vilches, A. (2005) ¿Qué visiones de la ciencia y de la actividad científica tenemos y transmitimos? En D. Gil Pérez, B. Macedo, J. Martínez Torregrosa, C. Silfredo, P. Valdéz y A. Vilches (Eds). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18* (pp. 27-62). Santiago de Chile: OREAL/ UNESCO.
- Fernández, R. y Aránzazu, M. (2011). El currículo de biología en el bachillerato. En P. Cañal (Coord.), *Biología y Geología. Complementos de formación disciplinar* (pp. 167-185). España: Graó.

- Freire, P., Faúndez, A. (1985) *Por una pedagogía de la pregunta*. Río de Janeiro: Paz e terra.
- Franco Mariscal, A. J., Blanco López, A. y España Ramos, E. (2014). “El desarrollo de la competencia científica en una unidad didáctica sobre la salud bucodental. Diseño y análisis de tareas”. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3), 649-667.
- 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.
- Franco Mariscal, A. J., Blanco López, A. y España Ramos, E. (2017). “Diseño de actividades para el desarrollo de competencias científicas. Utilización del marco PISA en un contexto relacionado con la salud”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (1), 38-53.
- Friese, S. (2013) ATLAS.ti 7.1.0 0 [Version 7:]. Berlin, Germany: Scientific Software Development GmbH.
- Fullan, M., Langworthy, M. (2014). Una rica veta. Cómo las nuevas pedagogías logran el aprendizaje en profundidad. Londres: Pearson. Recuperado de <https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/global/Files/about-pearson/innovation/open-ideas/ARichSeamSpanish.pdf>
- Furman M. y García González, S. (2014). Categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación. *Praxis & Saber*, 5 (10), 75-91.
- Furman, M. y Podestá, M. E. (2009). *La aventura de enseñar ciencias naturales*. Buenos Aires: Aique.
- Furman, M., Barreto Pérez, M. C. y Sanmartí, N. (2013). El proceso de aprender a plantear preguntas investigables. *Educació Química*, 14, 1–16.
- García, J. (2004). Educación ambiental, constructivismo y complejidad. España: Díada.
- Gardner, H. (2001) Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica. Barcelona: Paidós.
- Gil Pérez, D. (1994) Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 154- 164.

- Gil Pérez, D., Carrascosa, J., Martínez, F. (2000) Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En J. Perales y P. Cañal (Eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 11-34). Alcoy: Marfil.
- Gil Pérez, D. y Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- Gil Pérez, D. y Vilches, A. (2013). Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias. Necesidad de una mayor vinculación. *TED*, 34, 15-27.
- González Picáns, A. y Puig, B. (2017). Analizar una problemática ambiental local para practicar la argumentación en clase de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 280-297.
- Goñi, M. J. (s.f.). *Desarrollo de competencias*. Barcelona: Fundación Universitaria Iberoamericana.
- Goytia, E., Besson, I., Gasco, J. y Domènech, J. (2015). Evaluar habilidades científicas. Indagación en los exámenes. ¿Una vía para cambiar la práctica didáctica en el aula? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 79, 1001-1011.
- Gott, R., Duggan, S. (1995). *Investigative Work in the Science Curriculum*. Buckingham: Open University Press.
- Graesser, A. C. y Olde, B. A. (2003). How does one know whether a person understands a device? The quality of the questions the person asks when the device breaks down. *Journal of Educational Psychology*, 95 (3), 524-536. doi:10.1037/0022-0663.95.3.524
- Harlen, W (2011). *Aprendizajes y enseñanza de ciencias basados en la indagación*. Inglaterra: Universidad de Bristol.
- Harlen, W. (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Morata
- Harlen, W. (Ed.) (2010). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*. Hatfield: Ashford Colour Press.
- Hervada, X., Santiago, M., Vázquez, E., Castillo, C., Loyola, E., Silva, L. (2006) EPIDAT (Análisis epidemiológico de datos tabulados) 3.1. Santiago de Compostela, España: página Web de la Dirección Xeral de Saúde Pública: <http://dxsp.sergas.es>
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *The School Science Review*, 71 (256), 33-40.

- Hodson, D. (1992). Redefining and reorienting practical work in school science. *School Science Review*, 73(264), 65-78.
- Hostetler, K. (2005). What is "Good"? *Education Research*, 34(6), 16-21.
- IBM Corp. Released (2017). *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0*. Armonk, NY: IBM Corp.
- Imbert, D. (2010). Estrategias facilitadoras de aprendizajes de calidad. En E. Fiore (coord.), *Didáctica de la Biología* (pp. 275-314). Montevideo: Monteverde.
- Imbert, D. (2017). *Proyectos de Introducción a la Investigación y la Comunicación en Ciencias*. Recuperado de <http://publicacionesdaisyimbertromero.blogspot.com.uy/2017/>
- Imbert, D. y Franco, F. (2015). *¿Utopía o la educación que es posible?* Uruguay, Durazno: Benzo.
- Jackson, K., Garrison, A., Wilson, J., Gibbons, L., & Shahan, E. (2013). Exploring relationships between setting up complex tasks and opportunities to learn in concluding whole-class discussions in middlegrades mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 44(4), 646–682.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). 10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó.
- Jiménez Aleixandre, M. P., Gallástegui, J.R. (2011) Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en física y química. En A. Caamaño (Ed.) *Didáctica de la Física y la Química* (pp.121-139). Barcelona: Graó.
- Joglar, C., Quintanilla, M. (2015). Preguntas en la clase de biología. Concepciones del profesorado desde un taller de reflexión docente. IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales, 28, 29 y 30 de octubre de 2015, Ensenada, Argentina. EN: Actas. Ensenada: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Ciencias Exactas y Naturales. Recuperado de http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8098/ev.8098.pdf
- Joyce, B. y Weil, M. (1985). *Modelos de enseñanza*. Madrid: Anaya.

- Kang, H., Windschitl, M., Stroupe, D. y Thompson, J. (2016). Designing, launching, and implementing high quality learning opportunities for students that advance scientific thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 53 (9), 1316-1340. Recuperado de <https://escholarship.org/content/qt5qw3675d/qt5qw3675d.pdf>
- Khan, A. (2003) Towards Knowledge Societies (An Interview), *World of Science*, 1 (4) 1-19. UNESCO's Natural Sciences Sector
- Lee, H. S. y Songer, N. B. (2003). Making authentic science accessible to students. *International Journal of Science Education*, 25, 923-948. doi:10.1080/09500690305023
- 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.
- Lozano, L. M. y De la Fuente, E. I. (2009). Diseño y validación de los cuestionarios. En A. Pantoja (Coord.), *Manual básico para la realización de tesis, tesis y trabajos de investigación* (pp. 247- 272). Madrid: EOS Universitaria.
- Luna, M. (2011). Experiencias prácticas en la enseñanza de la biología. En P. Cañal (Coord.) *Biología y Geología. Investigación, innovación y buenas prácticas* (pp. 77-94). España: Graó.
- Malvaez, O., Joglar, C. y Quintanilla, M. (2013). Elaboración de preguntas de los estudiantes para promover la metacognición en el aprendizaje activo de ciencias. En Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, 373-381.
- Martins, A. (2014). Los estudiantes de América Latina “no resuelven problemas de la vida real”. *BBC Mundo*. Recuperado de http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/04/140401_pisa_problemas_vida_am
- Mayorga Fernández, M. J. y Madrid Vivar, D. (2010). Modelos didácticos y Estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Tendencias Pedagógicas*, 1 (15), 91-111.
- Meinardi, E, González Galli, L., Revel, A., Plaza, MV. (2010) *Educación en ciencias*. Buenos Aires: Paidós.

- Meirieu, P. (2007) Es responsabilidad del educador provocar el deseo de aprender. *Cuadernos de Pedagogía*, 373, 42- 47. Doi: 373.010.
- Millar, R., Osborne, J.F. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College.
- Minner, D., Levy, A. & Century, J. (2009). Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 474–496. DOI 10.1002/tea.20347. Recuperado de <https://www.ntnu.no/wiki/download/attachments/8324914/JRST-Inquiry-based+science+instruction+-+what+is+it+and+does+it+matter+-+Results+from+a+research+synthesis+years+1984+to+2002.pdf>
- Monereo, C. (1998). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Madrid: Graó.
- Mora, D. (2009). Proceso de aprendizaje y enseñanza basado en la investigación. *Integra Educativa*, 2 (2), 13-82.
- Moral Santaella, C. (2006). Criterios de validez en la investigación cualitativa actual. *Revista de Investigación Educativa*, 24 (1), 147-164.
- OCDE (2006). PISA 2006. Marco de la evaluación, conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura. Madrid: Santillana.
- Oliveras Prat, B., y Sanmartí Puig, N. (2009). Lectura crítica, una herramienta para mejorar el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona (pp. 926-930).
- Osborne, J. (2006). ¿Qué ciencia necesitan los ciudadanos? Seminario primavera. *La Enseñanza de las Ciencias y la Evaluación en PISA 2006*. Madrid. Santillana, 5-21.
- Osborne, J. y Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections: a report to the Nuffield Foundation*. Londres: Nuffield Foundation.
- Otero, M.R. (2006). Emociones, Sentimientos y Razonamientos en Didáctica de las Ciencias. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*. 1(1), 24-53.
- Pájaro, D. (2002). La formulación de hipótesis. *Cinta de Moebio* 15, 373-388.
- Pedrinaci, E. (Coord.) (2012). *Once ideas claves. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.

- Perales, F., Cañal, P.(Coord.) 2000. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. España: Marfil.
- Perkins, D. (2010). *El aprendizaje pleno: Principios de la enseñanza para transformar la educación*. Buenos Aires: Paidós.
- Porlán, R. (2003) Principios para la Formación del Profesorado de Secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17(1), 23-35
- Pozo, J., Gómez Crespo, M. (1998) *Aprender y enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Pozuelo, F., Travé, G., Cañal, P. (2007) *Acerca de cómo el profesorado de primaria concibe y experimenta los procesos de investigación escolar*. *Revista de Educación*, 344, 403-423.
- Qualter, A. (coord.). (1990). *Exploration. A way of learning science*. Oxford: Blackwell Education.
- Quintanilla, M. (Comp.) (2014). *Las Competencias de Pensamiento Científico desde las "emociones, sonidos y voces" del aula*. Santiago de Chile: Bellaterra.
- Rebollo, M. (2010). *Análisis del concepto de competencia científica: definición y sus dimensiones*. En *I Congreso de Inspección de Andalucía: competencias básicas y modelos de intervención en el aula*. Andalucía: Consejería de Educación.
- Reiser, B. J., Tabak, I., Sandoval, W. A., Smith, B. K., Steinmuller, F. y Leone, A. J. (2001). *BGuILE: Strategic and conceptual scaffolds for scientific inquiry in biology classrooms*. En S. M. Carver y D. Klahr (Eds.), *Cognition and instruction: Twenty-five years of progress* (pp. 263-305). Mahwah: Erlbaum. doi:10.1207/s15327809jls1303_2
- Reverte, J. R., Gallego, A. J., Molina, R. y Satorre, R. (2006). *El APB como modelo docente: experiencia interdisciplinar y herramientas groupware*. En: XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI'07, Teruel, Julio 2007: libro de actas. Madrid: Thomson Paraninfo, 2007. ISBN 978-84-9732-620-9
- Richardson, L. (1997). *Fields of play: Constructing an academic life*. New Brunswick: Rutgers University Press.
- Riu, F. (2009). *Carácter y alcance de las competencias básicas*. En *Currículos y proyecto educativo*. Barcelona: Fundación Edebé.

- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission. Community Research. Recuperado de http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-scienceeducation_en.pdf)
- Rodríguez, C. y Pueyo, S. (s.f.). *Metodología de la investigación científica*. México: FUNIBER-UNINI.
- 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. Recuperado de <http://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/1618/2128>
- Romero, N. y Moncada, J. (2007). Modelo didáctico para la enseñanza de la educación ambiental en la Educación Superior venezolana. *Revista de Pedagogía*, 28 (83), 443-476.
- Sánchez, M. (2013). Aprendizaje colaborativo basado en proyectos en ingeniería. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10.
- Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. En P. Fernández (coord.) *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo*. Colección Aulas de Verano (pp. 103-128). Madrid: MEC
- Sanmartí, N. (2010). Leer para aprender ciencias. En *leer.es*. Madrid: Gobierno de España. Ministerio de Educación. Recuperado de <https://leer.es/-/leer-en-el-area-de-ciencias-6-autorreflexion-coevaluacion>
- Sanmartí, N. (2011). Evaluar para aprender, evaluar para planificar. En P. Cañal (Coord.). *Didáctica de la Biología y la Geología* (pp. 151-170). Barcelona: Graó.
- Sanmartí, N. y Márquez Bargalló, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 27-36.
- Sanmartí N., Marchán I. (2014) ¿Cómo elaborar una prueba de evaluación escrita? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 78, 1-10.
- Santos Guerra, A. (1999) Organización para el desarrollo profesional. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 3, (1), 1-15. Recuperado de <https://www.ugr.es/~recfpro/rev31ART2.pdf>

- Smith, M. K. (1996, 2005) Competence and competencies. *The encyclopaedia of informal education*. Recuperado de <http://infed.org/mobi/what-is-competence-and-competency/>
- Shön, D. (1998) *El profesional reflexivo: cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Paidós
- 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.
- Sutton, C., Caamaño, A. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Revista Alambique*, 12, 8-32.
- Tobón Tobón, S., Pimienta Prieto, J. y García Fraile, J. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México D. F.: Pearson Educación.
- Tonucci, F. (1979). La escuela como investigación. Barcelona: Reforma de la escuela.
- Tornero, B., Ramaciotti A., Truffello A., Valenzuela F. (2015). Nivel cognitivo de las preguntas que formulan las educadoras de párvulos. *Educación y Educadores.*, 18 (2), 261-283. doi: 10.5294/edu.2015.18.2.5
- Vázquez Alonso, A., Manasero, M. (2009) Expectativas sobre un trabajo futuro y vocaciones científicas en estudiantes de educación secundaria. *Revista electrónica de investigación educativa*. 11, (1) 2-20.
- Viennot, L. (2011). Els molts reptes d'un ensenyament de les ciències basat en la indagació: ens aportarà múltiples beneficis en l'aprenentatge? *Ciències*, 18, 22-36.
- Vilches, A y Gil Pérez, D. (2007). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad, *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 67-85.
- Vilches, A y Gil Pérez, D. (2012). El trabajo cooperativo en el aula. Una estrategia considera imprescindible pero infrutilizada. *Aula de Innovación Educativa*. 208, 41-46.
- Vilches, A. y 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.

Yus Ramos, R., Fernández Navas, M., Gallardo Gil, M., Barquín Ruiz, J., Sepúlveda, M. P. y Serván Núñez, M. J. (2013). La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación*, 360, 557-576.

Zabala, A. y Arnau, L. (2014). *Métodos para la enseñanza de las competencias*. Barcelona: Graó.

ANEXO I. ARTÍCULO



IJNE International Journal of New Education
ISSN: 2605-1931 • Nº 3 - Julio 2019

Proyectos de indagación: su impacto en la competencia científica en estudiantes de Uruguay.

Recibido: 10 de febrero de 2019 / Revisado: 12 de marzo de 2019
Aceptado: 29 de marzo de 2019 / Publicado: 22 de julio de 2019

DAISY IMBERT ROMERO
Universidad Internacional Iberoamericana
daisyimbertromero@gmail.com
EDUARDO ELOSEGUI BANDERA
Universidad de Málaga

http://dx.doi.org/10.24310/IJNE2_1_2019_6561

RESUMEN:

Se elaboraron secuencias didácticas a través de Proyectos de Indagación desde un enfoque dual, ya que se integraron aspectos epistemológicos y didácticos, con el objetivo de analizar la influencia de las mismas en el desarrollo de la competencia científica y aunar criterios cuando se diseñan dentro del modelo de aprendizaje por indagación.

La investigación acción se realizó en un liceo de contexto sociocultural desfavorable. Participaron tres docentes, con dos grupos a cargo cada una. Las docentes seleccionaron el mejor grupo y el de mayores dificultades al inicio del año lectivo, de los grupos que les fueron asignados por la institución, a los efectos de cubrir la mayor diversidad posible. Intervinieron 115 estudiantes.

La selección de docentes se efectuó por muestreo casual por pertenecer al centro en el año 2017. Dentro del grupo de docentes del liceo, la muestra se concretó en base a otros criterios: docentes efectivas, con continuidad en dicho año lectivo, que tuvieran al menos dos grupos del mismo grado y asumieran este desafío. Se triangularon dos técnicas: análisis de documentos de las rúbricas

aplicadas a la propuesta diagnóstica y a los pósteres, así como observación de clases y la observación durante la defensa de los pósteres.

Se pudo apreciar un avance en el desarrollo de las dimensiones de la competencia científica en los resultados logrados por los estudiantes de 4to año. Surge como dato inédito que se desvanecieron las diferencias iniciales detectadas por la propuesta diagnóstica en grupos del mismo grado.

Palabras clave: Secuencias didácticas, competencia científica, proyectos de indagación, póster.

ABSTRACT:

Inquiry-based projects: its impact on the scientific competence of students in Uruguay

Didactic sequences were elaborated through Inquiry Projects from a dual approach, since epistemological and didactic aspects were integrated, with the aim of analyzing the influence of these in the development of scientific competence and to combine criteria when they are designed within the model of learning by inquiry.

The action research was carried out in a lyceum with an unfavorable sociocultural context. Three teachers participated, with two groups in charge each. The teachers selected the best group and the one with the greatest difficulties at the beginning of the school year, from the groups that were assigned by the institution, in order to cover as much diversity as possible. 115 students participated.

The selection of teachers was made by casual sampling to belong to the center in the year 2017. Within the group of teachers of the lyceum, the sample was made based on other criteria: effective teachers, with continuity in that school year, who had at least two groups of the same grade and take up this challenge. Two techniques were triangulated: analysis of documents of the rubrics applied to the diagnostic proposal and to the posters, as well as observation of classes and observation during the defense of the posters.

An advance was seen in the development of the dimensions of scientific competence in the results achieved by the students 4th year, it arises as unpublished data that the initial differences detected by the diagnostic proposal in groups of the same degree vanished.

Key words: Didactic sequences, scientific competence, inquiry-based projects, post.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente constituye un desafío planificar los contenidos curriculares para que sean atractivos a estudiantes de este siglo caracterizado por el exceso de información, el cambio permanente y la incertidumbre.

Cañal (2011) refiere a que se debe superar la forma de enseñanza vigente, que el énfasis debe estar en la movilización de los conocimientos, pasar de estudiantes pasivos que solamente escuchan a discentes activos y competentes. Los educandos deben hallarse en un aula que propicie la formulación de preguntas y la toma de decisiones sobre qué investigar.

Este cambio en las formas de aprender a través de la producción de preguntas para investigar, por parte de los estudiantes, implican transformaciones en la forma de enseñar. Los docentes tienen que facilitar ese espacio, para enseñar a través de las investigaciones que realizan los discentes. Para ello las estrategias de investigación deberán incorporarse como estrategias didácticas para que los educandos puedan desarrollar la competencia científica.

Tobón, Pimienta y García (2010), Zabala y Arnau (2014), Cañal (2011), Quintanilla (2014) y Pedrinaci (2012), entre otros autores, si bien manifiestan algunas diferencias en sus planteos, todos ellos coinciden en ciertos aspectos que deben cambiar en las instituciones educativas, en relación al abordaje del currículo, para el logro de estudiantes competentes. Ellos son, una enseñanza de la naturaleza de las ciencias en las que estén implicadas, la resolución de problemas, la contextualización, la toma de decisiones por parte de los estudiantes y el avanzar hacia el aprender a aprender.

El presente artículo que forma parte de la tesis doctoral, comunica una investigación en didáctica en la que se diseñaron proyectos de indagación o de introducción a la investigación (PII), a partir de los contenidos curriculares, con la finalidad de lograr el avance en las distintas dimensiones de la competencia científica.

En un estudio efectuado por Chin y Osborne (2008) obtuvieron como resultado que un 75% de los educandos de 6to año eligieron investigar preguntas elaboradas por ellos mismos. Describieron el trabajo como “emocionante, divertido e interesante” lo que indica la importancia de partir de la curiosidad de los estudiantes, así como plantearse preguntas y desarrollar la habilidad de reconocer cuales son probables de ser investigadas

Los mismos resultados se obtuvieron en una investigación realizada en España, en la que surge que los implicados con este modelo estuvieron más motivados, como expresan los docentes: “los niños, incluso los repetidores o de notas bajas, los ves animados y les gusta bastante” (Travé, Pozuelo, Cañal, 2007, p. 16)

1.1. Competencia científica

Uno de los propósitos a los que se propende corresponde a que los estudiantes durante el transcurso del proyecto puedan avanzar en el desarrollo de las diferentes capacidades y dimensiones de la competencia científica.

Pedrinaci (2012, p. 31) la define de la siguiente manera:

Conjunto integrado de capacidades para utilizar el conocimiento científico a fin de describir, explicar y predecir fenómenos naturales; para comprender los rasgos característicos de la ciencia; para formular e investigar problemas e hipótesis; así como para documentar, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera en él.

La definición integra: conocimiento de la ciencia, práctica de la ciencia y naturaleza de la ciencia vinculada con la tecnología y la sociedad.

En esta investigación se toman en cuenta además las capacidades y dimensiones de la competencia científica elaboradas por Franco Mariscal (2015).

1.2. Proyectos de Indagación

Cuando se menciona el trabajo con Proyectos, los mismos implican diversos tipos. Puede tratarse de Proyectos de producción, tecnológicos, sociales, o de investigación entre tantos otros, en el presente artículo se hace referencia a los últimos. Por tratarse de investigación escolar se los denomina como Proyectos de Introducción a la Investigación (PII) o Proyectos de Indagación.

Las cualidades del trabajo con Proyectos pueden apreciarse en las investigaciones a las que se refieren los antecedentes revisados.

Sánchez (2013) indica que para los discentes la experiencia les permitió desarrollar su proceso de aprendizaje. Tener la posibilidad de seleccionar las actividades a partir de su interés, favoreció la profundización en los contenidos del curso, así como sentirse responsables por el éxito de la actividad, facilitó el aprendizaje de todos los estudiantes y la integración de los mismos y permitió el aprendizaje interdisciplinar. Los proyectos cumplieron con exigencias de alta calidad.

Caamaño y Corominas (2004) en tanto se refieren a que una forma de conectar “la ciencia escolar” y “la ciencia de la calle” es partir del contexto, denominado enfoque basado en el contexto, que está siendo muy utilizado en proyectos británicos. Considera importante preguntar “¿qué problemas se van a abordar con los estudiantes como ciudadanos o como futuros científicos?” Asimismo, enfatizan la importancia de propuestas abiertas y como debe ser la estructura de los guiones escritos que se les brinda a los estudiantes a los efectos de alejarse de las “recetas de cocina” utilizadas frecuentemente.

Esto último es lo que se pretende lograr a través de los Proyectos de Introducción a la Investigación, que los estudiantes puedan identificar problemas en su contexto, plantearse preguntas y a través de los proyectos aprender los contenidos, conceptuales, procedimentales, epistémicos y actitudinales, un aprendizaje que les resulte útil fuera del liceo.

1.3. Secuencias didácticas

Couso (2013) afirma que últimamente existe un marcado interés por las secuencias didácticas, también denominadas secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA).

Una SEA es una planificación de un tema curricular, en la cual se introduce los recursos, las fichas de trabajo, los contenidos, el contexto, el orden de las actividades, y la evaluación de las mismas.

Las secuencias además de ser muy importantes para el docente, son de interés para la investigación en didáctica y actualmente con el enfoque en el desarrollo de competencias, se ha reiniciado la discusión sobre el diseño de las mismas.

Couso (2011) indica que tradicionalmente el diseño ha contemplado dos enfoques: el epistemológico y el didáctico. La primera se centra en la ciencia y su relación con el mundo, la segunda pone el énfasis en el aprendiz y su vinculación con el mundo. Muchos autores han criticado esa dicotomía, por ello actualmente se está esgrimiendo un enfoque dual que conjuga ambos extremos.

Caamaño (2012) propone una secuencia en la que se observa un enfoque dual. El problema planteado se refiere a elegir el tejido que abriga más a partir

de tres muestras correspondientes a algodón, lana y acrílico, de diferentes grosores. Se solicita al estudiante que piense el diseño metodológico, registre las medidas, elabore una conclusión y comunique la misma a través de un informe y de manera oral.

Por otra parte, Franco Mariscal, Blanco López y España Ramos (2014) planificaron una secuencia didáctica sobre salud bucal, que se organizó de la siguiente forma: La **primera tarea** parte de la interrogante “¿Por qué es importante cuidarse la boca?” La misma intenta explicitar las ideas previas. La consigna de la tarea consiste en justificar con cual persona se relacionaría a partir de la observación de fotografías. En la **segunda tarea** se plantea la pregunta “¿Cuáles son los factores que intervienen en la aparición de la caries?” Se espera que el estudiante constate dos factores: la ingesta de alimentos con azúcar y las bacterias en la boca. La **tercera tarea** parte de la cuestión “¿cómo se producen las caries?” se propone a los estudiantes que formulen hipótesis y posteriormente corroborar las mismas, a través de experiencias diseñadas por ellos. Arribaron a la conclusión que la presencia de azúcar como único factor no produce caries. Estos resultados y conclusiones fueron utilizados para discutir la validez de la conclusión y si se habían controlado todas las variables que pueden incidir. En la **cuarta tarea** parte de la pregunta “¿Qué hizo el dentista en tu última revisión?” Es útil para promover la reflexión sobre efectuar visitas periódicas al dentista y la interpretación de la radiografía dental mediante una teatralización. En la **quinta tarea** se plantea “¿Por qué debo cepillar mis dientes?” Previamente debe averiguar sobre los componentes principales de un dentífrico y sus funciones. Debe reconocer los ingredientes a partir de la etiqueta de varias marcas comerciales. En la **sexta tarea** la cuestión presentada es: “¿Qué ocurre si abuso de alimentos azucarados?” Para abordar el trabajo los estudiantes deben conocer la cantidad diaria de azúcar que consume cada uno de ellos. La **séptima tarea** plantea “¿Cómo puedo saber si el contenido de una página web es de calidad y fiable?” La pregunta en la **octava tarea** es: ¿Cómo influyen el tabaco, alcohol y otras drogas en la aparición de la caries? Se propende a que los estudiantes busquen información sobre la influencia de ciertas drogas en la formación de caries y que argumente a favor o no. En la **novena tarea** la interrogante corresponde a “¿Qué he aprendido sobre el problema de la caries?” el autor considera que la fase de evaluación también se implementa desde el enfoque de competencias, el trabajo consiste en la elaboración de un tríptico sobre el problema de las caries y la salud bucodental, donde el estudiante debe sintetizar lo aprendido.

Zabala y Arnau (2014) plantean secuencias didácticas dentro del método de investigación en el medio. Una de ellas se inicia con la interrogante “¿cuánto papel gastamos?”. Las autoras indican que “La finalidad de toda la secuencia es el compromiso con el medio ambiente y con el reciclaje” (Zabala, Arnau, 2014, p. 109)

En esta breve revisión de antecedentes se pueden apreciar planteamientos que buscan el desarrollo de la competencia científica a través del diseño de secuencias didácticas. El desafío actual es lograr proyectar secuencias con un enfoque dual que posibiliten cambios y mejoras en el aprendizaje, que sean inclusivas, transformadoras y emancipadoras.

1.4. Objetivos

1. Desarrollar secuencias didácticas en consenso con los docentes, desde un enfoque dual a través del diseño de proyectos dentro del modelo didáctico de aprendizaje por indagación, a partir de temas curriculares y del interés de los estudiantes.
2. Describir el avance que logran realizar los estudiantes de los grupos seleccionados, en las distintas dimensiones y capacidades que incluye la competencia científica.

2. MATERIAL Y MÉTODO

Correspondió a una investigación-acción, enmarcada en la tesis de doctorado. Se realizó en el año 2017 desde febrero a diciembre, en un liceo de contexto sociocultural desfavorable. La tipificación del liceo surge de las categorizaciones que maneja el Consejo de Educación Secundaria (CES) en Uruguay.

Se organizó un equipo de trabajo colaborativo con tres docentes y se implementó la investigación en 6 grupos, dos de cada docente, un total de 115 estudiantes.

La selección de los docentes, se realizó por muestreo empírico, ya que las docentes involucradas trabajan en el liceo seleccionado. Otros criterios utilizados correspondieron a que fueran efectivas, tuvieran como mínimo dos grupos en un grado, su permanencia en el año lectivo y asumieran el desafío. De acuerdo a los criterios señalados se trabajó con tres grados (1ero, 3ero y 4to).

Respecto a los grupos se acordó, que las docentes seleccionaran de sus grupos (los grupos son adjudicados en elección de horas del CES) los que las mismas estimaron como el mejor grupo y el que tuviera mayores dificultades en cada grado, a los efectos de abarcar la mayor diversidad posible.

Se planteó una propuesta diagnóstica al inicio del año lectivo (marzo) para evaluar el nivel, en las diferentes dimensiones de la competencia científica, que presentaban los estudiantes al comenzar el curso. Posteriormente se comparó dicho nivel con el alcanzado al presentar los pósteres de los proyectos desarrollados (septiembre) y con otra prueba individual al finalizar el año lectivo.

Se trabajó durante el año en el diseño de secuencias a partir de los temas curriculares, correspondiendo cada secuencia a un Proyecto. Se observaron 18 clases en las que las docentes desarrollaron las secuencias. Se participó además en la observación de la Muestra de Proyectos donde comunicaron sus investigaciones a la comunidad. El ciclo de investigación-acción correspondió a tres secuencias-proyectos. Al finalizar cada ciclo se tomó la opinión de estudiantes y docentes a través de "focus group" a los efectos de mejorar la siguiente secuencia-proyecto.

En el presente artículo se hace referencia únicamente a la elaboración de la primera secuencia para los grupos de 4to año 1 y 2, con un total de 44 estudiantes y se analiza el trabajo de una de las tres docentes. Se triangularon o "cristalizaron" (Richardson, 1997) los datos obtenidos en la propuesta diagnóstica inicial, con las clases observadas y los pósteres presentados en la Muestra.

3. RESULTADOS

3.1. Propuesta diagnóstica

La propuesta diagnóstica constó de nueve ítems, los que permitieron evaluar las diferentes dimensiones de la competencia científica. En este artículo se hará referencia al primer ítem ya que el mismo se toma como punto de partida para la primera secuencia de 4to año, y al ítem que evalúa el diseño metodológico, que se comparará con lo logrado y evaluado a través de los posters.

3.1.1. Identificar, explicar y utilizar fenómenos y evidencia científica.

La situación problema planteada fue la siguiente: “Juan escuchó una conversación del padre con un pintor. El padre estaba solicitando que pintaran una habitación porque tenía hongos y el pintor explicaba al padre que los hongos provenían de la humedad que tenía la pared”.

De acuerdo a lo que has estudiado en el liceo indica: 1. La explicación del pintor tiene una base científica. Sí/ No. 2. Redacta una explicación para lo acontecido. 3. Indica que evidencia científica puedes utilizar.

Mediante esta situación problema se pretende evaluar las capacidades de: Identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente y utilizar evidencia científica.

La evaluación del diagnóstico se efectuó empleando una rúbrica, que constó de nueve categorías. En la tabla 1 se observan los descriptores solo para la primera categoría.

Tabla 1. *Primera categoría de la rúbrica para evaluar primera actividad de propuesta diagnóstica. Fuente propia.*

Categoría/ Niveles	Excelente	Muy bueno	Aceptable	Debe Mejorar
Identificar cuestiones científicas	Identifica que la conversación no tiene fundamento científico ya que se refiere a las condiciones de vida de un ser vivo. Logra explicar el origen de un ser vivo a partir de otro ser vivo.	Identifica que la conversación no tiene fundamento científico ya que se refiere a las condiciones de vida de un ser vivo. Logra explicar el origen de un ser vivo a partir de otro ser vivo.	Identifica que la conversación no tiene fundamento científico ya que se refiere a las condiciones de vida de un ser vivo. No logra explicar ni utilizar evidencia científica.	No identifica que la conversación no tiene fundamento científico, no logra explicar ni utilizar evidencia científica.
Explicar fenómenos científicamente	Refiere a la evidencia científica de observar al MO el moho.	No refiere evidencia científica.		
Utilizar evidencia científica.				

En la tabla 2 pueden apreciarse los resultados obtenidos en la propuesta diagnóstica para esta categoría, en el grupo de 4to año 1, que la docente considera el mejor, la cantidad de estudiantes que lograron suficiente fue de 21 y el porcentaje 91,3%, resultados superiores al grupo 4to 2.

Tabla .2. Resultados propuesta diagnóstica para el ítem identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente y utilizar evidencia científica. Fuente propia.

No estudiantes/ grupos	4to 1	%	4to 2	%
Aceptable	16	69,6	12	57,1
Muy bueno	1	4,3	4	19,1
Excelente	4	17,4	0	0
Subtotal suf	21	91,3	16	76,2
Insuficientes	2	8,7	5	23,8
Total estudiantes	23	100	21	100
grupo				

En el grupo 1 veintidós estudiantes logran aceptable o más (91,3%), en tanto en el grupo 2 son dieciséis estudiantes (76,2%). Asimismo, en el grupo 1, cuatro estudiantes obtienen excelente (17,4%), mientras que en el grupo 2 ningún estudiante logra el excelente.

3.1.2. Diseño metodológico

La propuesta diagnóstica evalúa ésta dimensión de la competencia científica junto a la capacidad de identificar variables, y realizar experiencias, a través del siguiente ítem: “De acuerdo a la pregunta investigable que planteaste, identifica las variables. Explica cómo procederás para responder la pregunta investigable”. Se solicitó en un ítem anterior que redactara una pregunta que pudiera responder con un trabajo de campo.

Los resultados obtenidos en esta dimensión, luego de aplicada la rúbrica, se aprecian en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados obtenidos por los estudiantes en la dimensión sobre diseño metodológico. Fuente propia.

No estudiantes/ grupos	4to 1	%	4to 2	%
Aceptable	13	56,5	5	23,8
Muy bueno	4	17,4	6	28,6
Excelente	4	17,4	6	28,6
Subtotal suf.	21	91,3	17	81
Insuficientes	2	8,7	4	19
Total estudiantes	23	100	21	100
grupo				

El grupo 1 obtiene mejores resultados que el 2 igual que en el ítem analizado anteriormente, en tanto el 1 logra 91,3 % de resultados suficientes, el grupo 2 alcanza el 81%. No obstante, si observamos los resultados excelentes son seis estudiantes que lo logran en el grupo 2 (28,6%) y cuatro estudiantes en el grupo 1 (17,4%)

3.2. Secuencia didáctica

Cada una de las secuencias se organizó desde un enfoque dual que tuvo en cuenta tanto aspectos didácticos como epistemológicos. De acuerdo a ello se partió de problemáticas del contexto que permitieran abordar los contenidos curriculares, se priorizó el interés de los estudiantes en la elección de las variables involucradas, y se utilizaron tanto estrategias didácticas como estrategias propias de la metodología de investigación. En el proceso se logró la elaboración de cinco Proyectos de Indagación, uno para cada secuencia. En la tabla 4 se presenta la secuencia que parte de dicha pregunta. Se explicita la primera secuencia didáctica, con las diferentes actividades realizadas en cada clase, para lograr desarrollar el proyecto.

La secuencia se desarrolló en cinco clases, se abordaron los contenidos conceptuales de la unidad 1 y las diferentes dimensiones de la competencia científica en el desarrollo del proyecto. Los estudiantes al finalizar la secuencia elaboraron posters.

Tabla 4. *Primera secuencia didáctica para primero de bachillerato. Fuente propia.*

<p>Pregunta investigable generadora ¿Qué condiciones ambientales se necesitan para que crezcan hongos en el trozo de pared recolectado o sobre otro sustrato?</p> <p>Preguntas problemas ¿Qué condiciones tuvo en cuenta Redi para refutar la teoría de la generación espontánea? ¿Qué otras variables deben tenerse en cuenta para realizar el experimento de Redi?</p> <p>Competencias: todas las capacidades de la competencia científica. Competencia lingüística, competencia matemática y competencia digital.</p> <p>Estrategias: problematización, ideas previas, contextualización, recurrencia y espiralización, trabajo colaborativo, interrogación didáctica, historia de las ciencias y estrategias de investigación.</p> <p>Contenidos conceptuales: Se abordarán los contenidos de la unidad 1: Distintas teorías sobre el origen de la vida. Evolución prebiótica, hipótesis de Oparín. Moléculas precursoras de la vida.</p> <p>Actividad experimental CENTRAL: Experiencia de Redi o similares teniendo en cuenta las siguientes variables: temperatura, humedad, tipo de carne u otro sustrato, luminosidad, tipo de recipiente, entre otras.</p> <p>Temporalización: marzo y abril.</p> <p>Evaluación formativa y formadora: actividades de clase, tareas domiciliarias, diferentes entregas del primer proyecto con sugerencias para mejorar, autoevaluación, evaluación mutua y entrega final del proyecto, elaboración de poster y ppt con defensa oral.</p> <p>Instrumento de evaluación: Listas de cotejo, escalas y rúbrica.</p> <p>Clases - actividades</p> <p>1.Actividad 1. Se retoma situación problema del diagnóstico y se proyectan imágenes. Planteo de preguntas, identificación de variables.</p> <p>Actividad 2. Formación de grupos, elección de tema para investigar, elaboración de la pregunta investigable para cada grupo e hipótesis. Entregar rúbrica.</p> <p>Tarea domiciliaria: buscar información sobre experiencia de Redi en tres fuentes y realizar un marco teórico de una carilla. Subir a la plataforma.</p> <p>2.Actividad 1. Puesta en común de los marcos teóricos, evaluación mutua de contenidos conceptuales y de capacidad de elaborar marco teórico utilizando la rúbrica.</p> <p>Actividad 2. Pensar diseño metodológico para la pregunta de cada equipo (materiales y procedimiento)</p> <p>Tarea domiciliaria: corregir marco teórico, buscar información sobre otras dos teorías de origen de la vida de dos fuentes y agregar al marco teórico, hasta 2 carillas. Subir a la plataforma.</p> <p>3.Actividad 1. Implementación de la experiencia. Grabar videos.</p> <p>Actividad 2. Actividad grupal: Texto para marcar las citas y las paráfrasis con colores distintos, sobre teorías de origen de la vida en una carilla. Elegir una teoría y explicársela al compañero. Puesta en común. Esquema en la pizarra de las teorías.</p> <p>Tarea domiciliaria: Corregir marco teórico. Buscar información sobre otras dos teorías usando dos fuentes y agregar al marco teórico hasta 3 carillas. Realizar observaciones diarias de los experimentos, registrar con fotos y videos (cuando lo amerite) Subir a la plataforma.</p> <p>4.Actividad 1. Observación de los experimentos, relevamiento con fotos o videos, registro de datos, elaboración de tablas de datos y gráficas.</p> <p>Actividad 2. Evaluación mutua de marcos teóricos.</p> <p>Actividad 3. Comenzar a redactar en grupos la discusión y conclusión.</p> <p>Tarea domiciliaria: Continuar con observaciones y registro de datos. Elaborar informe en el que conste: pregunta de investigación, hipótesis, marco teórico, antecedentes, metodología, resultados, discusión, conclusión y referencias bibliográficas. Subir a la plataforma.</p> <p>5.Actividad 1. Puesta en común de las discusiones y conclusiones: evaluación mutua.</p> <p>Actividad 2. Comenzar a preparar póster.</p> <p>Tarea domiciliaria: elaborar póster digital, y afiches para distribuir en la comunidad. Exponer las investigaciones a otro grupo del liceo o a un grupo escolar.</p>

En una de las clases observadas, a partir de la situación problema sobre los hongos de la pared, se propone la pregunta investigable generadora ¿Qué condiciones ambientales se necesitan para que crezcan hongos en el trozo de pared recolectado o sobre otro sustrato?

Esta pregunta investigable generadora posibilita que la docente utilizando la interrogación didáctica vaya recabando diferentes condiciones que mencionan los estudiantes y realice un registro en la pizarra. Posteriormente la docente los invita a que cada subgrupo seleccione la variable y el sustrato que desea investigar y que formulen sus preguntas investigables. Esta decisión que pueden tomar los estudiantes es muy importante, ya que, si bien el tema de investigación fue decidido por la docente, que los discentes puedan elegir las variables, implica tomar en cuenta sus intereses, lo que repercute en la motivación intrínseca (Alonso Tapia, 2005) y el aprendizaje. El uso de la app mentimeter y los celulares es un plus en la motivación.

Las preguntas investigables que elaboraron los estudiantes en la primera instancia fueron las siguientes: “¿En qué condiciones crecen los hongos con mayor rapidez en frutas y verduras?” (N, V y Y) “¿En qué condiciones un hongo descompone la fruta más rápido?” (F, M, B y S) “¿Cuál es el período de formación de hongos en las frutas seleccionadas?” (E, V y L) “¿Por qué surge el hongo en la fruta?” (E, N y H) “¿En qué condiciones surge la vida en la carne?” (M, C y A) “¿En cuánto tiempo surge la vida en la carne putrefacta?” (N, P y D) “¿En qué condiciones aparece el hongo en la fruta?” (S, F y G)

Puede apreciarse que muchas de las preguntas necesitan la orientación del docente para su reformulación ya que no cumplen con los requisitos para ser preguntas investigables (Arango, et al, 2009). Las que refieren a las condiciones deberán acotarse para trabajar una sola variable, ya que dentro del concepto de condiciones hay muchas involucradas y lo recomendable es que la pregunta se refiera a una sola variable independiente para facilitar la medición de la dependiente.

La pregunta “¿por qué surge el hongo en la fruta?” tampoco es investigable ya que conocer las razones por las cuales “surgen” los hongos, implica a muchos factores que pudieron incidir. De nuevo deberán acotar la pregunta a una variable dependiente e independiente. En la pregunta “¿En qué condiciones surge la vida en la carne?” y en la anterior, se puede apreciar información sobre las ideas previas que puede tener el estudiante. No han superado la idea de la generación espontánea. Estos estudiantes con la orientación de la docente y el marco teórico trabajado, posteriormente reformularon la pregunta de esta forma ¿En qué tipo de carne aparecen primero las larvas? Experimentaron con carne de pollo, pescado y vaca, además utilizaron un frasco testigo que colocaron en la heladera. Si bien es importante que trabajen con testigos, también lo es que identifiquen las variables, en este caso no perciben que hay dos variables involucradas, además de ubicar el testigo en un lugar cerrado, variaron la temperatura, lo que puede determinar conclusiones no válidas.

En tanto la pregunta que se encuentra en la figura 1 “¿Cuál es el período de formación de hongos en las frutas seleccionadas?” involucra a una variable dependiente e independiente, por un lado, se medirá el tiempo y por otro lado se seleccionarán las frutas con las que se quiere investigar.

¿Cuál es el periodo de formación de hongos en las frutas seleccionadas?
- Esterani
- Victoria
- Lucía

Figura 1. Pregunta investigable inicial de estudiantes de 1ero de bachillerato (4to año). Fuente propia.

Se trata de una pregunta acotada e investigable. Deberán controlarse las demás variables que inciden en el proceso.

De las siete preguntas elaboradas en este grupo, solamente dos de ellas fueron investigables, las demás necesitaron la orientación de la docente para que se reformularan. Estos resultados indican la dificultad que presenta esta dimensión de la competencia científica.

3.3. Comunicación de los Proyectos.

El 12 de septiembre de 2017 los estudiantes presentaron sus Proyectos de Introducción a la Investigación a la comunidad educativa del liceo, que además abrió sus puertas para recibir a escolares de diferentes escuelas y a la comunidad en general.

Se integró un jurado con las tres docentes y la investigadora. Se utilizaron escalas para la evaluación del póster y la defensa.

El evento de presentación de los trabajos atañe a una de las dimensiones de la competencia científica. Presentar los trabajos involucra ya sea la comunicación oral como la escrita.

Asimismo, a través de los posters se pueden evaluar otras dimensiones de la competencia científica como la redacción de las preguntas investigables, las hipótesis, la metodología, las conclusiones y si refiere correctamente la bibliografía.

En el póster se tomaron en cuenta las siguientes categorías para la evaluación: síntesis de las ideas centrales, organización de la información, competencia científica, originalidad y creatividad, ortografía y sintaxis.

Las categorías que se evaluaron en la defensa fueron: conocimiento sobre el tema, diseño metodológico y participación.

Cada categoría se evaluó con un valor máximo de 10 puntos. En el caso de los posters las cuatro integrantes del jurado debatieron hasta llegar a un puntaje para cada categoría ya que la evaluación se realizó sin la presencia de estudiantes. La evaluación de las defensas se efectuó diferente, por estar en presencia de los estudiantes. Por esa razón cada evaluadora adjudicó un puntaje y luego se promediaron los mismos.

3.3.1. Posters

Los pósteres elaborados por los estudiantes cumplieron con ciertas características de posters científicos: la información se dispuso en dos columnas, en el cuadrante superior izquierdo ubicaron el resumen y en el inferior derecho las conclusiones. Los resultados fueron presentados en tablas y gráficos, entre otros aspectos. Lo que puede apreciarse en la figura 2, 3 y 4.

En la Muestra se presentaron los pósteres de todas las secuencias didácticas trabajadas, de la primera secuencia que es la que se analiza en este artículo, los pósteres representativos fueron: invasión de larvas y hongos en la fruta, los demás corresponden a las otras secuencias de primero bachillerato.

Figura 2. Póster elaborado por los estudiantes de 1er año bachillerato (4to año). Fuente propia.

Figura 3. Presentación de datos en tablas y gráficos. Fuente propia



La confección de los mismos fue artesanal, ya que los estudiantes pertenecen a un contexto desfavorable, pero cumplieron en general con criterios establecidos para un póster científico, existiendo diferencias propias, que surgen de los niveles dentro de cada grupo. Un aspecto a mejorar es que en los pósters de la primera secuencia no diferencian discusión y conclusión, pero no se lo consideró en el puntaje porque no había sido trabajado por la docente en esa secuencia.

Respecto al análisis de los resultados a partir de la tabla elaborada es posible apreciar que los estudiantes realizaron un seguimiento de los cultivos durante ocho días, y efectuaron el recuento de larvas en dicho período, en los tres tipos de carne. Utilizaron un testigo que colocaron en la heladera. Se aprecia

un intento por medir la variable tipo de carne y controlar otras variables, aunque no se explicita claramente cómo se controlan las demás variables.

En relación a los puntajes obtenidos, en la tabla 5 puede apreciarse los mismos.

Tabla 5. Puntajes obtenidos por los pósteres de 1ero de bachillerato (4to año). Fuente propia.

Proyecto	Título	Síntesis	Organización	C. científica	Originalidad	Sintaxis	Total
1	Invasión de larvas	8	10	10	8	10	46
2	Hongos en la fruta	8	10	10	8	10	46
3	Cromatografía remolacha	8	10	10	8	10	46
4	Color en el Morrón	6	10	9	8	10	43
5	Mitosis en la cebolla	6	10	10	8	10	44
6	Mitosis	6	8	10	10	10	44
7	Células de la cebolla	7	8	8	8	10	41
8	Célula animal y vegetal	6	8	8	7	10	39
9	ADN en saliva	4	8	10	8	6	36
10	ADN cebolla	5	8	10	8	6	37
Total		64	90	95	81	92	422
%		15,2	21,3	22,5	19,2	21,8	100

La categoría en la que se aprecia mayor dificultad corresponde a la de síntesis de la información y la que obtienen mayor puntaje es la de competencia científica. En esta última categoría se valora que los estudiantes presenten bien formulados el resumen, la pregunta investigable, las hipótesis, los resultados y la conclusión.

El puntaje logrado por los distintos Proyectos fluctúa entre 36 y 46 puntos, en un total de 50 puntos, sin diferencias significativas. Además de indicar que, todos los estudiantes, han logrado comunicar de forma escrita en un nivel por encima del aceptable sus Proyectos.

Los posters de “invasión de larvas” y “hongos en la fruta” obtienen un total de 46 puntos cada uno, sobre un total de 50 puntos, no encontrándose diferencias entre ambos en las categorías evaluadas.

3.3.2. Defensa

Los estudiantes dispusieron de 10 minutos para realizar la defensa de sus proyectos.

La tabla 6 corresponde a los puntajes otorgados por la investigadora, en la última columna se encuentran los promedios de los puntajes adjudicados por las tres docentes y la investigadora.

Tabla 6. Puntajes obtenidos en la defensa de los Proyectos de 1ero de bachillerato. Fuente propia.

Proyecto	Título	Conocimiento conceptual	Diseño metodológico	Participación grupo	Puntaje total	Promedio tribunal
1	Invasión de larvas	9	8	9	26	26,3
2	Hongos en la fruta	9	8	7	24	25,6
3	Cromatografía remolacha	8	8	8	24	26
4	Color en el Morrón	8	8	4	20	21,3
5	Mitosis en la cebolla	8	10	8	26	26
6	Mitosis	8	10	10	28	26
7	Células de la cebolla	7	10	8	25	26,3
8	Célula animal y vegetal	6	8	4	18	22,6
9	ADN en saliva	8	10	8	26	26,6
10	ADN cebolla	10	10	6	26	26
Total		81	90	72	243	
%		33,3	37,1	29,6	100	

La categoría en la que obtienen mejor puntaje es en diseño metodológico y menor puntaje en participación del grupo.

“Invasión de larvas” y “hongos en la fruta” obtuvieron 26.3 y 25,6 puntos respectivamente. La categoría de diseño metodológico es en la que obtienen menor puntaje en relación a los otros proyectos. Lo que puede estar relacionado a que fueron proyectos correspondientes a la primera secuencia. En tanto que los proyectos de Mitosis y ADN realizados en la tercera y cuarta secuencia obtienen mejores desempeños en dicha categoría.

Los puntajes totales presentados en la tabla 7, obtenidos por todos los Proyectos oscilan entre 61,6 y 72,3 lo que indica diferencias mínimas entre los estudiantes de ambos grupos.

Tabla 7. Puntajes obtenidos en cada proyecto de 4to año. Fuente propia.

Título	Póster	Defensa	Total
Invasión de larvas	46	26,3	72,3
Hongos en la fruta	46	25,6	71,6

Cromatografía remolacha	46	26	72
Color en el morrón	43	21,3	64,3
Mitosis en la cebolla	44	26	70
Mitosis	44	26	70
Células de la cebolla	41	26,3	67,3
Célula animal y vegetal	39	22,6	61,6
ADN en saliva	36	26,6	62,6
ADN cebolla	37	26	63

Los puntajes totales varían entre 61,6 y 71,6, en un total de 90 puntos.

En los resultados totales de los posters y defensas, en la tabla 7 se percibe que invasión de larvas fue el proyecto que obtuvo mejor puntaje.

Puede interpretarse que existió una involución de los trabajos, comenzando el año con trabajos muy buenos para luego ir declinando en el nivel de los mismos. Lo cual invita a “cristalizar” con otros datos y profundizar en el análisis. La docente selecciona para la Muestra proyectos de diferentes estudiantes, para que todos los estudiantes puedan participar, algunos estudiantes presentan proyectos de la primera secuencia y otros estudiantes de las siguientes. Es necesario tomar datos provenientes de los resultados obtenidos en la propuesta diagnóstica por los estudiantes del proyecto “invasión de larvas”. Los resultados individuales se observan en la tabla 8.

Tabla.8. Resultados individuales en la propuesta diagnóstica de los estudiantes que elaboraron el proyecto invasión de larvas. Fuente propia.

Estudiante	1. Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicos mente. Utilizar evidencia científica.	2. Identificar problemas científicos. Definir objetivos de investigación. Formular hipótesis.	3. Buscar información diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.	4. Identificar variables. Diseñar un método logía. Realizar experiencias	5. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)	6. Formular conclusiones	7. Dar a conocer los resultados	8. Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones.	9. Identificar prácticas científicas beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos.	Puntaje
4.DF	3	0	3	2	2	1	1	3	2	17
15NS	1	1	2	3	1	1	1	3	1	14
18PF	1	1	2	3	1	1	1	3	1	14

La numeración proviene de la rúbrica, en la cual el tres representa el excelente, 2 muy bueno, 1 aceptable, y 0 corresponde al insuficiente o “debe mejorar”.

Los tres estudiantes obtienen puntajes suficientes tanto en el ítem 1 como en el ítem 4. Incluso en el ítem 4, los puntajes de dos de ellos corresponden al excelente y el tercero muy bueno.

En la escala que se utiliza para llevar el puntaje de la rúbrica a calificaciones, 1 a 12 es insuficiente, de 13 a 17 es aceptable, de 18 a 22 muy bueno y de 23 a 27 excelentes.

De acuerdo a la escala utilizada para calificar, los tres estudiantes obtienen calificación aceptable. Se ubican dentro de los ocho estudiantes de los veintitrés, del grupo 2, que obtienen calificaciones aceptables. De estos datos es posible interpretar que la docente seleccionó de la primera secuencia, los posters de los mejores estudiantes, ya que fueron los mejores trabajos al inicio del año y selecciona posters de los demás estudiantes para las siguientes secuencias, para que todos los estudiantes puedan presentar sus trabajos y que estén representadas todas las secuencias. Los estudiantes que no logran al inicio resultados favorables, si alcanzan dicho nivel en el transcurso del año.

4. DISCUSIÓN

La investigación acción implica un trabajo en equipo con la docente en la planificación de la secuencia, se logra consenso e importantes aportes de la misma. Se crea una comunidad de aprendizaje, con las tres docentes, desde un enfoque socio crítico y se alcanza la autonomía en el transcurso del año en la propuesta de actividades dentro del modelo de aprendizaje por indagación, así como un pensamiento crítico, que se explicita en acción y reflexión, como lo expresan Carr y Kemmis (1988, p. 62) No obstante ello, en el presente artículo solamente se analiza el trabajo de una de las docentes.

Los resultados obtenidos responden a la pregunta planteada por Domènech-Casal (2017, p. 55) “¿es posible desarrollar una programación de toda una materia a partir de metodologías de trabajo por proyectos de indagación?”, su investigación evidencia que es posible. En su caso se implementaron ocho proyectos en el curso estudiado. También en esta investigación se planificaron los tres cursos mediante proyectos: cinco en primer año, seis en tercer año y seis en cuarto año, alcanzándose un cambio muy importante en la planificación de las secuencias didácticas.

Todas las secuencias elaboradas son contextualizadas y se plantean situaciones problema que parten de la realidad de los estudiantes. En cada una de ellas los estudiantes elaboran preguntas investigables de acuerdo a sus intereses. Harlen (2011) enuncia que, si se desea que los estudiantes desarrollen actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias, es necesario que sus indagaciones estén vinculadas con la realidad.

Respecto a la progresión en el desarrollo de la competencia científica, se observan avances, no obstante en la dimensión dos, en la cual se encuentra la capacidad de formular preguntas investigables, Sanmartí y Márquez Bargalló (2012) indican que formular buenas preguntas de investigación es la característica más importante de un científico, pero el aprendizaje de la formulación de las mismas resulta una tarea difícil según los resultados de la investigación en educación, por lo que se enfatiza la importancia de los resultados obtenidos en las preguntas elaboradas

Puede apreciarse que algunas dimensiones se desarrollan mejor que otras. Yus Ramos, Fernández Navas, Gallardo Gil, Barquín Ruiz, Sepúlveda y Serván Núñez (2013) destacan que, si se acepta la definición holística de competencia, no puede pensarse que por dominar una capacidad el aprendiz ya es competente, se necesitan dominar todas las capacidades para poder resolver problemas reales, por lo cual, si bien se observan avances en algunas capacidades y dimensiones, aún no se logra el desarrollo de la competencia científica desde una concepción holística de la misma.

Uno de los aspectos que se pretende investigar es el vinculado con las características del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en relación a la atención a la diversidad e inclusividad. De acuerdo a lo expresado por Barrio (2008), atender a la diversidad implica planear un currículo y metodologías que se adapten a dicha diversidad escolar. Luego de aplicado el trabajo con proyectos, al finalizar el curso los grupos mejoran, y se igualan los resultados, las diferencias iniciales entre los grupos del mismo grado se desvanecen por lo cual se puede apreciar que el trabajo con proyectos de indagación coadyuva a la inclusividad en el contexto que se desarrolla. Se observan mejoras en la evolución de diferentes capacidades de la competencia científica en todos los estudiantes que participaron en la Muestra.

5. CONCLUSIONES

5.1 . Desarrollar secuencias de aprendizajes duales a través del diseño de proyectos dentro del modelo didáctico de aprendizaje por investigación.

Se desarrollan secuencias duales que involucran aspectos didácticos y epistemológicos. En la secuencia descrita se puede apreciar que a partir de los contenidos curriculares y teniendo en cuenta el interés de los estudiantes, fue posible contextualizar, investigar y lograr la motivación de los mismos.

Los Proyectos se desarrollan en el aula y algunas actividades las cumplen como tareas domiciliarias, lo que permite afirmar que es posible abordar el currículo a través de varios proyectos en éstos grupos.

5.2 Describir el avance que logran realizar los estudiantes de los grupos seleccionados, en las distintas dimensiones y capacidades que incluye la competencia científica.

De las siete preguntas elaboradas en la primera clase observada, solamente dos de ellas son investigables, las demás necesitan que se reformulen. Estos resultados muestran la dificultad en esta dimensión de la competencia científica.

En la jornada de presentación y defensa de los Proyectos todos los estudiantes demuestran haber logrado un avance en las diferentes dimensiones y el aprendizaje en los temas tratados.

En la evaluación del póster, la categoría en la que logran mejor puntaje corresponde a competencia científica. Asimismo, en la defensa obtienen mejor puntaje en la categoría diseño metodológico.

Los puntajes finales logrados oscilan entre 61,6 y 71,6 en un total de 90 puntos lo que indica que en el transcurso del año realizaron una evolución en el desarrollo de la competencia, sin alcanzar aún la excelencia en la elaboración y comunicación de los Proyectos.

Es de destacar que a través de la evaluación de los posters y de las defensas de los Proyectos es posible apreciar que se desvanecen las diferencias iniciales detectadas por la propuesta diagnóstica en las diferentes capacidades y dimensiones de la competencia científica para los estudiantes de los grupos seleccionados, ya que los puntajes obtenidos no indican diferencias importantes en los resultados.

Se puede interpretar que el trabajo con Proyectos de Introducción a la Investigación en estos grupos actúa de forma inclusiva ya que logra neutralizar las desigualdades iniciales en la competencia científica entre los estudiantes,

igualando hacia mejores resultados. La interpretación se representa a través de la figura 4.

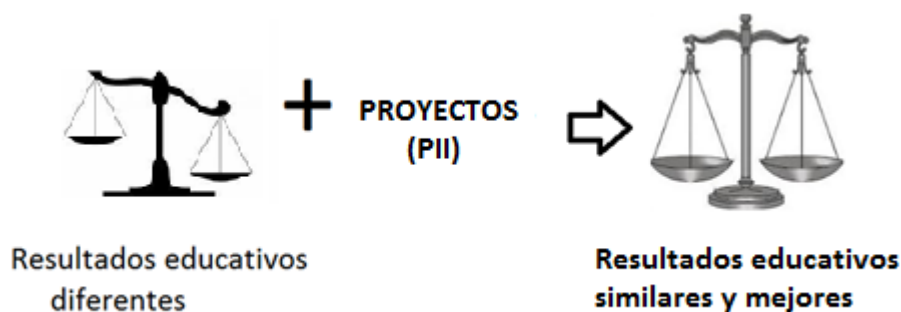


Figura 4. Competencia científica en los estudiantes antes y luego del trabajo con Proyectos de Introducción a la Investigación. Fuente propia.

Los resultados obtenidos ameritan que se continúe investigando sobre este modelo didáctico, dado la evidencia relevada sobre su vinculación en la mejora de la competencia científica.

Una evaluación final individual puede arrojar mayor claridad sobre el avance que logran realizar cada uno de los estudiantes y permitirá confrontar de mejor forma la interpretación de éstos resultados.

6. REFERENCIAS

- Alonso Tapia, J. (2005) Motivación para el aprendizaje: la perspectiva de los alumnos. En Ministerio Educación y Ciencia. *La orientación escolar en centros educativos*. (pp. 209-242). Madrid: MEC. Disponible en: http://www.orientacioncadiz.com/files/EOEs/EOE%20ARCOS/2005_motivacion_para_el_aprendizaje_Perspectiva_alumnos.pdf
- Arango, N., Chaves, M., Feinsinger, P. (2009) *Principios y práctica de la Enseñanza de Ecología en el Patio de la Escuela*. Instituto de Ecología y Biodiversidad. Fundación Senda Darwin, Santiago, Chile. 136 pp. Disponible en: <http://nazari.devmg.com/wp-content/uploads/2015/05/Manual-EEPE.pdf>
- Barrio, J. L. (2008). Hacia una Educación Inclusiva para todos. *Revista Complutense de Educación*, 20 (1), 13-31.
- Caamaño, A., Corominas, J. (2004) ¿Cómo abordar con los estudiantes la planificación y realización de trabajos prácticos investigativos? *Alambique*, 39, 52-63. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/39207519_Como_abordar_con_los_estudiantes_la_planificacion_de_los_trabajos_practicos_investigativos
- Caamaño, A. (2012) La investigación escolar es la actividad que mejor integra el aprendizaje de los diferentes procedimientos científicos. En E. Pedrinaci (coord.) *Once ideas claves. El desarrollo de la competencia científica*. (pp. 127-143). Barcelona: Graó.
- Cañal, P. (2011) *Biología y Geología. Investigación, innovación y buenas prácticas*. Barcelona: Ed. Graó.
- Carr, W., Kemmis, S. (1988) *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona: Martínez Roca.

- Chin, C., Osborne, J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44(1), 1-39. Disponible en:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03057260701828101>
- Couso, D. (2011) Las secuencias didácticas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: modelos para su diseño y validación. En A. Caamaño (coord.) *Didáctica de la física y la química*. (pp. 57-74) Barcelona: Graó
- Couso, D. (2013). La elaboración de unidades didácticas competenciales. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 74, 12-24. Disponible en:
http://cmap.unavarra.es/rid=1RKTWRZXR-1Z8TJRV-2V6/DIGNACOUSO_ELABORACION_UD.pdf
- Domènech-Casal, J. (2017). Proyectando BioGeo. Un itinerario en indagación y naturaleza de la ciencia. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 89, 54-61. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/318041571_Proyectando_Bio-Geo_un_itinerario_de_trabajo_por_proyectos_contextualizados_basado_en_la_indagacion_y_la_Naturaleza_de_la_Ciencia
- Harlen, W (2011). Aprendizajes y enseñanza de ciencias basados en la indagación. Inglaterra: Universidad de Bristol. Disponible en:
<http://www.ecbichile.cl/home/wp-content/uploads/2012/05/Aprendizaje-y-ensenanza-de-ciencias-basados-en-la-indagacion.pdf>
- Franco-Mariscal, A.J., Blanco-López, A., España-Ramos, E. (2014) El desarrollo de la competencia científica en una unidad didáctica sobre la salud bucodental. Diseño y análisis de tareas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3), 649-667. Disponible en:
<https://core.ac.uk/download/pdf/38989802.pdf>
- 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. Disponible en:
<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/293274/381774>
- Pedrinaci, E. (comp.) (2012) Once ideas claves. El desarrollo de la competencia científica. Barcelona: Graó.
- Quintanilla, M.(comp) (2014) Las Competencias de Pensamiento Científico desde las "emociones, sonidos y voces" del aula. Santiago de Chile: Belaterra
- Richardson, L. (1997). *Fields of play: Constructing an academic life*. New Brunswick NJ: Rutgers University Press.
- Sánchez, M. (2013) Aprendizaje colaborativo basado en proyectos en ingeniería. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10. Disponible en:
https://www.researchgate.net/profile/Mario_Roberto_Gatica/publication/280886520_Las_Competencias_de_pensamiento_cientifico_desde_las_emociones_sonidos_y_voces_del_aula/links/55ca9b1a08aea2d9bdcc0586/Las-Competencias-de-pensamiento-cientifico-desde-las-emociones-sonidos-y-voces-del-aula.pdf

Sanmartí, N. y Márquez Bargalló, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 27-36.

Disponible en:

<http://gent.uab.cat/conxitamarquez/sites/gent.uab.cat.conxitamarquez/files/Ense%C3%B1ar%20a%20plantear%20preguntas%20investigables.pdf>

Yus Ramos, R., Fernández Navas, M., Gallardo Gil, M., Barquín Ruiz, J., Sepúlveda, M. P. y Serván Núñez, M. J. (2013). La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación*, 360, 557-576.

http://www.revistaeducacion.mec.es/doi/360_127.pdf

Travé, Pozuelo, Cañal, (2007) ¿Cómo enseñar investigando? Análisis de las percepciones de tres equipos docentes con diferentes grados de desarrollo profesional. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1, 1-24. Disponible en:

<https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/16326>

Tobón, S., Pimienta, J., García Fraile, J. (2010) *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Pearson Educación.

Zabala, A., Arnau, L. (2014) *Métodos para la enseñanza de las competencias*. Barcelona: Ed. Graó.

ANEXO II. TESIS

Anexo A. Secuencias de aprendizaje elaboradas con las docentes y aplicadas en el transcurso del año

A.1. Secuencias de aprendizaje para primer año

A.1.1. Primera secuencia: seres vivos en el patio del liceo

Pregunta investigable generadora: ¿Qué seres vivos hay en el patio del liceo?

Pregunta problema: ¿Qué ecosistemas identificas en el patio del liceo?

Competencias: Todas las capacidades de la competencia científica. Competencia lingüística, competencia matemática y competencia digital.

Estrategias: Problematización, ideas previas, contextualización, recurrencia y espiralización, trabajo colaborativo, interrogación didáctica, historia de las ciencias.

Actividad experimental central: Salida de campo al patio o alrededores del liceo.

Contenidos conceptuales: Se abordarán los contenidos conceptuales de las unidades 1, 2 y 6.

1. Unidad 1: Los sistemas ecológicos. Criterios de clasificación de los ecosistemas. Componentes vivos del ecosistema. Características y funciones de los seres vivos. Componentes no vivos del ecosistema. Interrelaciones. La diversidad ecológica. Homeostasis.
2. Unidad 2: Criterios de clasificación de los seres vivos. Instrumentos de observación: Microscopio, lupa binocular y lupa manual. Los Reinos: Móneras, Protistas, Fungi, Vegetales y Animales.
3. Unidad 6: Asociaciones biológicas intra e interespecíficas. Respuestas de las plantas en relación con factores ambientales. Relación de los animales con el medio. Consecuencias de la incidencia de las radiaciones. El ser humano y su responsabilidad en la homeostasis y el desarrollo sustentable de los sistemas ecológicos.

Perfil de inteligencias que contempla la secuencia: Lógico-matemática (manejo de datos, tablas y gráficos), lingüística (lectura, escritura y defensa oral que haga uso del lenguaje científico), kinestésica (experimentación), espacial

(diseño metodológico, registro con dibujos, fotos, videos), naturalista (estudio de seres vivos), interpersonal (trabajo en equipo), intrapersonal (trabajo individual).

Temporalización: Marzo, abril y mayo.

Evaluación formativa y formadora: Diferentes entregas del primer proyecto con sugerencias para mejorar y entrega final del proyecto con defensa.

Instrumentos de evaluación: Listas de cotejo, escalas y rúbrica.

Clases y actividades:

Primera clase

- *Actividad 1:* Retomar la situación problema del diagnóstico y plantear la pregunta investigable generadora. A partir de lo que los alumnos expresan, guiarlos a que reflexionen sobre diferentes lugares del patio preguntando si se encontrarán los mismos seres vivos en un lugar y en otro. Identificar variables. Proyectar un video que muestre seres vivos de un jardín en diferentes hábitats.
- *Actividad 2:* Formar grupos y seleccionar el tema para investigar. Solicitar a los estudiantes que elijan un lugar para investigar. Elaborar las preguntas investigables y las hipótesis en cada grupo. Entrega de la rúbrica que se utilizará para evaluar el proyecto.
- *Tarea domiciliaria:* Buscar información sobre características y funciones de los seres vivos. Además, recabar información sobre instrumentos de recolección en dos fuentes diferentes. Realizar un marco teórico de una carilla. Subir el borrador a la plataforma.

Segunda clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de los marcos teóricos, evaluación mutua de contenidos conceptuales, registro en la pizarra y evaluación de la capacidad de elaborar un marco teórico mediante la rúbrica.
- *Actividad 2:* Pensar un diseño metodológico para la pregunta de cada equipo (materiales y procedimiento).
- *Tarea domiciliaria:* Corregir el marco teórico, buscar información sobre componentes no vivos de los ecosistemas de dos fuentes y agregarla al marco teórico (hasta dos carillas). Subir el nuevo borrador a la plataforma.

Tercera clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de los marcos teóricos, evaluación mutua de los contenidos conceptuales y de la capacidad de elaborar un marco teórico mediante la rúbrica.
- *Actividad 2:* Proyectar un video que muestre trabajo de campo, variables y diferentes instrumentos.
- *Actividad 3:* Complementar el diseño metodológico con la medición de las variables que se van a controlar (temperatura, humedad, luminosidad, etc.) y los instrumentos que se van a utilizar.
- *Tarea domiciliaria:* Corregir marco teórico previo. Buscar información sobre la construcción de los instrumentos necesarios y agregarlo al borrador del marco teórico (hasta dos carillas y media). Subir el nuevo documento a la plataforma. Construir los instrumentos.

Cuarta clase

- *Actividad 1:* Puesta en común sobre los diseños metodológicos, y los instrumentos construidos de cada subgrupo. Distribución de tareas dentro del subgrupo para el trabajo de campo, incluido el registro.
- *Tarea domiciliaria:* Corregir marco teórico y buscar información sobre tipos de ecosistemas, criterios de clasificación y homeostasis.

Quinta clase

- *Actividad 1:* Salida al patio del liceo a realizar el trabajo de campo.
- *Actividad 2:* De regreso al aula, continuar con el registro, describir lo observado y ordenar los materiales recolectados para seguir con las observaciones en las siguientes clases.
- *Tarea domiciliaria:* Buscar información sobre instrumentos de observación y criterios para clasificar a los seres vivos. Realizar marco teórico de una carilla con base en dos autores.

Sexta clase

- *Actividad 1:* Puesta en común del marco teórico sobre instrumentos de observación. Continuar con la observación de los seres vivos recolectados.
- *Actividad 2:* Entregar un texto sobre reinos de clasificación de los seres vivos para que coloreen las citas de un color y las paráfrasis de otro.
- *Tarea domiciliaria:* Realizar marco teórico sobre reinos con base en dos autores. Extensión: una carilla.

Séptima clase

- *Actividad 1:* Puesta en común del marco teórico sobre reinos y registro en la pizarra.
- *Actividad 2:* Continuar con las observaciones en la lupa y microscopios; y con la identificación de cada ser vivo recolectado en relación con el reino y el filo al que pertenece para avanzar en la discusión.
- *Tarea domiciliaria:* Realizar marco teórico sobre asociaciones biológicas intra e interespecíficas.

Octava clase

- *Actividad 1:* Proyectar un video sobre asociaciones biológicas. Registro en la pizarra.
- *Actividad 2:* Identificar las asociaciones biológicas observadas y registrarlas. Finalizar la redacción de la discusión. Redactar la conclusión.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar una presentación en PowerPoint o un póster digital para presentar a los compañeros.

Novena clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de las investigaciones de cada subgrupo.
- *Actividad 2:* Realizar correcciones del póster virtual.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar afiches para difundir lo investigado.

Décima clase

- *Actividad 1:* Compartir las investigaciones con otro grupo del mismo nivel.

A.1.2. Segunda secuencia: diferencias microscópicas en una ensalada

Pregunta investigable generadora: ¿Qué diferencias presentan los vegetales de un plato de ensalada cuando se observan con el microscopio?

Pregunta problema: ¿Qué colorantes se pueden utilizar para observar las estructuras celulares?

Competencias: Todas las capacidades de la competencia científica. Competencia lingüística, competencia matemática y competencia digital.

Estrategias: Problematización, ideas previas, contextualización, recurrencia y espiralización, trabajo colaborativo, interrogación didáctica.

Actividad experimental central: Observación al microscopio de diferentes células y tejidos.

Contenidos conceptuales: Unidad 3: Niveles de organización (célula, tejido, órgano, aparato, sistema). La unidad de los seres vivos. Características generales de la organización de células animales, vegetales y bacterianas.

Perfil de inteligencias que contempla la secuencia: Lógico-matemática (manejo de datos, tablas y gráficos), lingüística (lectura, escritura y defensa oral que haga uso del lenguaje científico), kinestésica (experimentación), espacial (diseño metodológico, registro con dibujos, fotos, videos), naturalista (estudio de seres vivos), interpersonal (trabajo en equipo), intrapersonal (trabajo individual).

Temporalización: Junio.

Evaluación formativa y formadora: Diferentes entregas del segundo proyecto con sugerencias para mejorar y entrega final del proyecto con defensa.

Instrumentos de evaluación: Listas de cotejo, escalas y rúbrica.

Clases y actividades:

Primera clase

- *Actividad 1:* Proyectar un video que muestre la observación de cebolla, raspado de mucosa, elodea, etc. Pedir a los alumnos que comparen lo que se observa para interpretar diferencias de formas y organelos (cloroplastos).
- *Actividad 2:* Proyectar diversos platos con ensaladas. Plantear la pregunta investigable a los estudiantes: “¿Qué diferencias presentan los vegetales de un plato de ensalada cuando se observan con el microscopio?”. Consultar sobre los vegetales que les gustaría observar. Formar grupos y elegir el tema para investigar. Elaborar la pregunta investigable y las hipótesis en cada grupo. Entrega de la rúbrica que se utilizará para evaluar el proyecto.
- *Tarea domiciliaria:* Buscar información sobre colorantes si se decide observar papa o cebolla y subir, a la plataforma, un video que muestre cómo se procede para la elaboración de preparados.

Segunda clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de los videos subidos. Registro de dos o tres procedimientos en la pizarra.
- *Actividad 2:* Pensar el diseño metodológico para la pregunta de cada equipo (materiales y procedimiento).

- *Tarea domiciliaria:* Elaborar un marco teórico sobre organelos vegetales de una carilla. Subir el borrador a la plataforma.

Tercera clase

- *Actividad 1:* Actividad experimental de observación al microscopio según lo planteado por cada equipo.
- *Actividad 2:* Realizar un registro de las observaciones a través del dibujo y las fotos. Comparar el marco teórico elaborado con los resultados y redactar la discusión. Puesta en común.
- *Tarea domiciliaria:* Buscar información sobre otros organelos celulares (hasta dos carillas y media). Subir el documento a la plataforma.

Cuarta clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de los marcos teóricos. Realizar un reconocimiento de organelos en modelos de célula animal y vegetal.
- *Actividad 2:* Elaborar un mapa conceptual de los organelos celulares en Cmap Tools. Puesta en común con proyección de los mapas elaborados.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar modelos de células animales y vegetales.

Quinta clase

- *Actividad 1:* Defensa de los modelos elaborados.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar las conclusiones de la actividad experimental.

Sexta clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de las conclusiones. Retomar las observaciones y trabajar niveles de organización.
- *Actividad 2:* Elaborar los pósteres.
- *Tarea domiciliaria:* Finalizar el póster.

Séptima clase

- *Actividad 1:* Realizar las correcciones del póster tanto en formato virtual como en cartulina.
- *Actividad 2:* Elaborar afiches o trípticos. Compartir las investigaciones con otro grupo del mismo nivel.

A.1.3. Tercera secuencia

Primer proyecto: Pigmentos en los vegetales que usamos en nuestra comida.

Segundo proyecto: Alimento para los gusanos de seda.

Preguntas investigables generadoras: Se plantean dos proyectos en esta secuencia, uno para estudiar la nutrición vegetal y otro para ver la nutrición en animales. Por esta razón, se registran dos tipos de pregunta investigable generadora; una para cada proyecto.

¿Qué pigmentos se encuentran en los vegetales que utilizamos en nuestras comidas?

¿Cuánto alimento requieren los gusanos de seda desde que eclosionan del huevo hasta que hacen capullo? ¿En qué etapa larvaria requieren mayor cantidad de alimento? ¿Cómo varía el crecimiento en relación a la temperatura? ¿Cómo influye la cantidad de alimento en el crecimiento?

Preguntas problema: ¿Cómo se producen estos pigmentos? ¿Qué se necesita para producirlos? ¿Cómo llegan las sustancias necesarias hasta las hojas? ¿Qué sucede con los alimentos cuando los animales los ingieren? ¿Hasta dónde llegan? ¿Qué hacen las células con las sustancias que llegan? ¿Cómo se eliminan los desechos?

Competencias: Todas las capacidades de la competencia científica. Competencia lingüística, competencia matemática y competencia digital.

Estrategias: Problematización, ideas previas, contextualización, recurrencia y espiralización, trabajo colaborativo, interrogación didáctica, historia de las ciencias.

Actividad experimental central: Extracción de pigmentos. Observación del crecimiento en gusanos de seda.

Contenidos conceptuales: Nutrición vegetal y animal.

Perfil de inteligencias que contempla la secuencia: Lógico-matemática (manejo de datos, tablas y gráficos), lingüística (lectura, escritura y defensa oral que haga uso del lenguaje científico), kinestésica (experimentación), espacial (diseño metodológico, registro con dibujos, fotos, videos), naturalista (estudio de seres vivos), interpersonal (trabajo en equipo), intrapersonal (trabajo individual).

Temporalización: Julio, agosto, septiembre y octubre.

Instrumentos de evaluación: Listas de cotejo, escalas y rúbrica.

Clases y actividades correspondientes al primer proyecto:

Primera clase

- *Actividad 1:* Formar equipos. Presentar la pregunta investigable generadora: “¿Qué pigmentos vegetales se encuentran en los vegetales que consumimos en las comidas?”. Elaborar la pregunta investigable en cada equipo.
- *Actividad 2:* Elaborar las hipótesis.

Segunda clase

- *Actividad 1:* A partir de material traído por la docente, preferentemente de libros, comenzar a elaborar el marco teórico: ¿qué son los pigmentos?, ¿cómo se producen?, ¿qué pigmentos encontramos en los vegetales?, ¿qué se necesita para producirlos?, ¿qué órganos vegetales participan en la nutrición?
- *Actividad 2:* Puesta en común de los marcos teóricos y elaboración de un esquema en la pizarra. Cada equipo debe pensar cómo responder a la pregunta investigable. Sugerir la búsqueda de videos en YouTube. Elaborar el diseño metodológico.
- *Tarea domiciliaria:* Agregar características de la cromatografía al marco teórico.

Tercera clase

- *Actividad 1:* Realizar actividades experimentales de extracción de pigmentos.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar resultados. Buscar, en al menos dos fuentes, qué es la fotosíntesis y cómo se lleva a cabo.

Cuarta clase

- *Actividad 1:* Puesta en común del marco teórico y elaboración de esquema.

Quinta clase

- *Actividad 1:* Redactar la discusión.
- *Actividad 2:* Redactar la conclusión.

Sexta clase

- *Actividad 1:* Elaborar un póster en clase.

Séptima clase

- *Actividad 1:* Presentar el póster.

- Clases y actividades correspondientes al segundo proyecto:

Octava clase

- *Actividad 1:* Presentar las preguntas investigables: “¿Cuánto alimento requieren los gusanos de seda desde que eclosionan del huevo hasta que hacen capullo? ¿En qué etapa larvaria requieren mayor cantidad de alimento? ¿Cómo varía el crecimiento en relación a la temperatura? ¿Cómo influye la cantidad de alimento en el crecimiento?”.
- *Actividad 2:* Plantear las hipótesis.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar marco teórico sobre nutrición animal.

Novena clase

- *Actividad 1:* Efectuar el diseño metodológico.
- *Actividad 2:* Realizar las correcciones del marco teórico y elaborar un esquema en la pizarra.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar marco teórico sobre ingestión, digestión y eliminación.

Décima clase

- *Actividad 1:* Realizar una experimentación.
- *Actividad 2:* Efectuar las correcciones del marco teórico y elaborar un esquema en la pizarra.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar marco teórico sobre respiración y circulación.

Décimo primera clase

- *Actividad 1:* Observación de gusanos y registro de datos (medición de: longitud de los gusanos, masa de las hojas suministradas, etc.).
- *Actividad 2:* Realizar las correcciones del marco teórico y elaborar un esquema en la pizarra.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar marco teórico sobre excreción.

4. Décimo segunda clase

- *Actividad 1:* Continuar con el registro de datos.
- *Actividad 2:* Realizar las correcciones del marco teórico y elaborar un esquema en la pizarra.

5. Décimo tercera clase

- *Actividad 1:* Redactar la discusión.
- *Actividad 2:* Redactar la conclusión.

6. Décimo cuarta clase

- *Actividad 1:* Elaborar un póster en clase.
 - 7. Décimo quinta clase
- *Actividad 1:* Presentar el póster.

A.2. Secuencias de aprendizaje dentro del modelo didáctico de aprendizaje por investigación para tercer año

A.2.1. Primera secuencia: Factores que inciden en la calidad de vida de las personas del lugar

Preguntas investigables generadoras: ¿Qué información nos brindan los indicadores de salud en Paso de los Toros? ¿Cómo incide la acción del hombre en la calidad del agua del río Negro en Paso de los Toros?

Preguntas problema: ¿Qué factores inciden en la calidad del agua? ¿Qué factores inciden en la calidad de vida de las personas?

Competencias: Todas las capacidades de la competencia científica. Competencia lingüística, competencia matemática y competencia digital.

Estrategias: Problematización, ideas previas, contextualización, recurrencia y espiralización, trabajo colaborativo, interrogación didáctica, historia de las ciencias.

Actividad experimental central: Salida de campo. Exposición de recipientes con agua e invertebrados, incluidas cianobacterias, a diferentes condiciones.

Contenidos conceptuales: Unidad 1: Ecología humana y salud. Componentes de los sistemas ecológicos. Homeostasis ecológica. Acciones humanas para la preservación de la homeostasis ambiental. Acciones humanas distorsionantes. El agua como recurso vital. Atmósfera y vida. Desarrollo sustentable. Incidencia de las tecnologías en la sociedad y en el ambiente. El hombre como ser bio-psico-social. Concepto ecológico de salud. Evolución del concepto de salud. OMS. Indicadores de salud física, psíquica y social. Signos y síntomas de salud y de enfermedad. Niveles de atención de la salud. Calidad de vida.

Perfil de inteligencias que contempla la secuencia: Lógico-matemática (manejo de datos, tablas y gráficos), lingüística (lectura, escritura y defensa oral que haga uso del lenguaje científico), kinestésica (experimentación), espacial

(diseño metodológico, registro con dibujos, fotos, videos), naturalista (estudio de seres vivos), interpersonal (trabajo en equipo), intrapersonal (trabajo individual).

Como no está contemplada la inteligencia musical, si en la clase hay estudiantes con dicha inteligencia, en la actividad 1 de la clase 1, se debe agregar música a las imágenes que se proyecten, y los videos que produzcan deberán tener un fondo musical.

Temporalización: Marzo y abril

Evaluación formativa y formadora: Diferentes entregas del primer proyecto con sugerencias para mejorar, autoevaluaciones, evaluaciones mutuas; y entrega final del proyecto con defensa.

Instrumentos de evaluación: Listas de cotejo, escalas y rúbrica.

Clases y actividades:

Primera clase

- *Actividad 1:* Retomar la situación problema del diagnóstico y plantear las preguntas investigables generadoras. A partir de lo que los alumnos expresen, hacer que reflexionen sobre los factores que inciden en la calidad del agua y en la calidad de vida. Identificar variables. Proyectar un video.
- *Actividad 2:* Formar grupos y elegir el tema para investigar. Solicitar que elijan uno de los dos temas para investigar a partir de las variables identificadas. Elaborar la pregunta investigable y la hipótesis para cada subgrupo. Entrega o construcción con los estudiantes de la rúbrica que se utilizará para evaluar el proyecto.
- *Tarea domiciliaria:* Buscar información con base en dos autores sobre homeostasis ecológica, acciones humanas para la preservación de la homeostasis ambiental, acciones humanas distorsionantes y calidad de vida. Realizar un marco teórico de una carilla. Subir el documento a la plataforma.

Segunda clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de los marcos teóricos, evaluación mutua de contenidos conceptuales, registro en la pizarra y evaluación de la capacidad de elaborar un marco teórico a partir de la rúbrica.

- *Actividad 2:* Proyectar un video que muestre trabajo de campo, variables y diferentes instrumentos. Pensar el diseño metodológico para la pregunta de cada equipo (materiales y procedimiento).
- *Tarea domiciliaria:* Buscar información sobre la construcción de los instrumentos necesarios para el marco teórico. Elaborar los instrumentos.

Tercera clase

- *Actividad 1:* Llevar un texto sobre indicadores de salud físicos, psíquicos y sociales para que los estudiantes, en equipo, señalen citas y paráfrasis; y le comenten a un compañero sobre un indicador de salud. Puesta en común. Elaborar un esquema en la pizarra.
- *Actividad 2:* Complementar el diseño metodológico con la medición de las variables que se van a controlar (temperatura, humedad, luminosidad, etc.) y los instrumentos que se van a utilizar. Para las investigaciones del área social, hacer dos o tres preguntas para la encuesta. Si van a sacar fotos a casas, conviene que pidan autorización y que garanticen anonimato. Para el grupo que quiera trabajar con piscina, se los puede orientar para que coloquen dos bidones (de plástico transparente) con agua y se laven las manos sucias en uno solo durante varios días. Deben mantener las otras variables constantes.

Cuarta clase

- *Actividad 1:* Analizar los datos obtenidos en las investigaciones y describir lo observado si trajeron fotos y videos. Elaborar tablas de datos y gráficas.
- *Actividad 2:* Redactar la discusión con el texto coloreado.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar una presentación en PowerPoint para presentar a los compañeros.

Quinta clase

- *Actividad 1:* Presentación frente a los compañeros.
- *Tarea domiciliaria:* Redactar un informe cuya calificación sustituye a la nota de escrito (solicitada en el libro del profesor).

A.2.2. Segunda secuencia

Primer proyecto: El mejor desinfectante

Segundo proyecto: Prevención de ITS en el lugar

Preguntas investigables generadoras: Se plantea el desarrollo de dos proyectos, por lo que se parte de dos tipos de preguntas generadoras que se trabajan de manera secuencial.

¿Cuál es el mejor desinfectante en nuestra casa?

¿Cómo se previenen las ITS en Paso de los Toros?

Preguntas problema: ¿Qué noxas del ambiente pueden afectar nuestra salud? ¿Qué son las ITS?

Competencias: Todas las capacidades de la competencia científica. Competencia lingüística, competencia matemática y competencia digital.

Estrategias: Problematización, ideas previas, contextualización, recurrencia y espiralización, trabajo colaborativo, interrogación didáctica, historia de las ciencias.

Actividad experimental central: Cultivo de bacterias y/u hongos luego del uso de desinfectantes. Investigación escolar dentro del área social para la segunda parte.

Contenidos conceptuales: Unidad 2: Noxas, prevención y defensas. El ambiente como posible agresor: noxas. El terreno individual. Componentes genéticos. Defensa inespecífica: barreras primarias y secundarias. Acciones de prevención: aseo corporal, vestimenta, dieta, vivienda, condiciones laborales. Defensa específica: inmunidad. Sueros y vacunas. Traumatismos: heridas, quemaduras, fracturas, desgarros, otros. *Prevención de accidentes domésticos y de tránsito*. Infecciones. Desinfección y antisepsia. El empleo de antibióticos y la automedicación. *Infecciones de Transmisión Sexual (ITS): gonorrea, sífilis, HPV, SIDA. Prevención de la hepatitis, hidatidosis, toxoplasmosis, dengue, Chagas. Prevención de afecciones cardiovasculares. Prevención del cáncer.*

Los temas destacados con cursiva se trabajan con dramatizaciones y con investigación desde el área social, mientras que el resto de los contenidos se abordan a través de la actividad experimental.

Perfil de inteligencias que contempla la secuencia: Lógico-matemática (manejo de datos, tablas y gráficos), lingüística (lectura, escritura y defensa oral que haga uso del lenguaje científico), kinestésica (experimentación), espacial (diseño metodológico, registro con dibujos, fotos, videos), naturalista (estudio de seres vivos), interpersonal (trabajo en equipo), intrapersonal (trabajo individual).

Temporalización: Mayo y junio.

Evaluación formativa y formadora: Diferentes entregas del proyecto con sugerencias para mejorar, autoevaluaciones, evaluaciones mutuas y entrega final del proyecto con defensa.

Instrumentos de evaluación: Listas de cotejo, escalas y rúbrica.

Clases y actividades:

Primera clase

- *Actividad 1:* Proyectar un video (http://aulasvirtuales2.ces.edu.uy/pluginfile.php/4536/mod_resource/content/1/sesin_1_muchos_microbios_y_un_video_en_pocas_palabras.html). Plantear la pregunta investigable generadora: “¿Cuál es el mejor desinfectante en nuestra casa?”. Pensar diferentes lugares sobre los que se quiere averiguar si están desinfectados o limpios. Registrar la lista de lugares resultante en la pizarra (el piso del salón de clases, el picaporte de la puerta, las manos, el celular, etc.). Discutir cuál es el mejor desinfectante y contemplar un trabajo con diferentes variables de acuerdo al lugar elegido: lavado con agua, lavado con jabón en barra, jabón líquido, hipoclorito, alcohol en gel.
- *Actividad 2:* Dentro de cada grupo, seleccionar el lugar y plantear la pregunta, las hipótesis y el diseño metodológico.
- *Tarea domiciliaria:* Traer, en recipientes similares a cajas de Petri, gelatina sin sabor preparada.

Segunda clase

- *Actividad 1:* Realizar el experimento. Presentar fotos y videos de lo trabajado.
- *Actividad 2:* Trabajar un texto con marco teórico sobre infecciones; desinfección y antisepsia; el ambiente como posible agresor: noxas; defensa inespecífica: barreras primarias y secundarias; y acciones de

prevención: aseo corporal, vestimenta, dieta, vivienda, condiciones laborales. Los estudiantes deben marcar las citas y las paráfrasis con colores diferentes. Puesta en común con un esquema en el pizarrón.

- *Tarea domiciliaria:* Redactar una cita y dos paráfrasis sobre defensa específica: inmunidad, sueros y vacunas.

Tercera clase

- *Actividad 1:* Observar los cultivos y realizar un registro con fotos. Describir lo observado.
- *Actividad 2:* Puesta en común de la cita y paráfrasis solicitadas en la tarea domiciliaria.
- *Tarea domiciliaria:* Redactar la discusión y la conclusión.

Cuarta clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de la discusión y conclusión. Efectuar las correcciones correspondientes.
- *Actividad 2:* Preparar una presentación en PowerPoint para presentarlo a otro grupo.

Quinta clase

- *Actividad 1:* Presentación a otro grupo. Entregar un informe. Aclaración: el informe, la presentación en PowerPoint y la presentación a los compañeros se califican como “escrito mayo” que se solicita en el libro del profesor.

Sexta clase

- *Actividad 1:* Proyectar un video de tres minutos sobre alguna de estas infecciones: gonorrea, sífilis, HPV, SIDA, hepatitis, hidatidosis, toxoplasmosis, dengue, Chagas. Puesta en común y esquema en la pizarra. Solicitar que cada equipo elija trabajar con alguno de los temas anteriores, o con prevención de afecciones cardiovasculares, prevención del cáncer, o prevención de accidentes de tránsito.
- *Tarea domiciliaria:* Cada equipo debe buscar un video de cinco minutos para compartir con los compañeros en la plataforma. Preparar una dramatización de la afección o infección seleccionada para representar durante cinco minutos y un afiche para informar a los compañeros sobre un determinado agente, sus síntomas y prevención.

Séptima clase

- *Actividad 1:* Dramatizaciones de cinco minutos y entrega de afiches, que se usan como disparador para el siguiente proyecto.

Octava clase

- *Actividad 1:* Presentar la pregunta generadora: “¿Cómo previene la población de Paso de los Toros las infecciones y enfermedades trabajadas?”. Cada equipo debe elegir el tema sobre el que quiere trabajar y elaborar su pregunta investigable, las hipótesis y el diseño metodológico. Determinar la muestra (si quieren conocer la opinión de estudiantes en el liceo, gente en el barrio, en la plaza, etc.) y las variables (independientes y dependientes).
- *Actividad 2:* Pensar dos o tres preguntas para la encuesta.
- *Tarea domiciliaria:* Aplicar las encuestas.

Novena clase

- *Actividad 1:* Analizar los datos, tablas y gráficos.
- *Actividad 2:* Elaborar un marco teórico sobre la infección o enfermedad estudiada. Trabajar las ITS y entregar textos cortos sobre el tema.
- *Tarea domiciliaria:* Redactar la discusión, la conclusión y el informe (la calificación corresponde al “escrito junio” solicitado en el libro del profesor).

Décima clase

- *Actividad 1:* Presentación del informe. Autoevaluación y evaluación mutua de la discusión, conclusión e informe.
- *Tarea domiciliaria:* Cada grupo debe realizar una canción que informe a la comunidad sobre cómo prevenir ITS y debe elaborar trípticos con información adecuada.

Décimo primera clase

- *Actividad 1:* Presentación de las canciones y los trípticos.

A.2.3. Tercera secuencia: opiniones sobre el rol de género en el lugar

Preguntas investigables generadoras: Se plantea el desarrollo de dos proyectos, por lo que se parte de dos tipos de preguntas generadoras.

¿Qué opinan los estudiantes del liceo N° 2 de Paso de los Toros sobre el rol que deben cumplir el varón y la mujer en su hogar?

¿Cuál es el método anticonceptivo más utilizado por los jóvenes de Paso de los Toros?

Preguntas problema: ¿Qué significa “rol de género”? ¿Cuáles son los estereotipos de género? ¿Qué métodos anticonceptivos conocen?

Competencias: Todas las capacidades de la competencia científica. Competencia lingüística, competencia matemática y competencia digital.

Estrategias: Problematización, ideas previas, contextualización, recurrencia y espiralización, trabajo colaborativo, interrogación didáctica.

Actividad experimental central: Investigación del área social.

Contenidos conceptuales: Unidad 3: Salud sexual y reproductiva.

Perfil de inteligencias que contempla la secuencia: Lógico-matemática (manejo de datos, tablas y gráficos), lingüística (lectura, escritura y defensa oral que haga uso del lenguaje científico), kinestésica (experimentación), espacial (diseño metodológico, registro con dibujos, fotos, videos), naturalista (estudio de seres vivos), interpersonal (trabajo en equipo), intrapersonal (trabajo individual).

Temporalización: Julio, agosto, septiembre y primera semana de octubre.

Evaluación formativa y formadora: Diferentes entregas del proyecto con sugerencias para mejorar, autoevaluaciones, evaluaciones mutuas y entrega final del proyecto con defensa.

Instrumentos de evaluación: Listas de cotejo, escalas y rúbrica.

Clases y actividades:

Primera clase

- *Actividad 1:* A través de la pregunta investigable generadora, “¿Qué opinan los estudiantes del liceo N° 2 de Paso de los Toros sobre el rol que deben cumplir el varón y la mujer en su hogar?”, cada grupo debe realizar su pregunta investigable e hipótesis. Puesta en común.
- *Actividad 2:* Pensar diseño metodológico en cada grupo.
- *Tarea domiciliaria:* Buscar información sobre género, sexo (sexo cromosómico), caracteres sexuales y gametos. Comenzar a elaborar el marco teórico.

Segunda clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de los avances en el diseño metodológico. Determinar la muestra y las variables; y pensar preguntas para la encuesta.

- *Actividad 2:* Corregir los marcos teóricos. Trabajar temas de género, construcción social de la sexualidad, sexo cromosómico, caracteres sexuales y gametos. Elaborar maquetas.
- *Tarea domiciliaria:* Aplicar la encuesta y finalizar las maquetas.

Tercera clase

- *Actividad 1:* Analizar los datos de la encuesta. Elaborar tablas, gráficos, etc.
- *Actividad 2:* Defensa de las maquetas sobre genitales del varón, genitales de la mujer, espermatozoide y óvulo.
- *Tarea domiciliaria:* Terminar el informe de investigación. Un grupo debe preparar una representación sobre los roles de género en nuestra sociedad.

Cuarta clase

- *Actividad 1:* Elaborar pósteres para presentar las investigaciones.
- *Tarea domiciliaria:* Cada grupo debe subir a la plataforma un video sobre el tema que presentará.

Quinta clase

- *Actividad 1:* Presentación de las investigaciones realizadas frente a los demás compañeros del curso.

Sexta clase

- *Actividad 1:* Proponer una investigación sobre métodos anticonceptivos en nuestra ciudad. Plantear la pregunta investigable generadora: “¿Cuál es el método anticonceptivo más utilizado por los jóvenes de Paso de los Toros?”.
- *Actividad 2:* Cada subgrupo debe elaborar la pregunta investigable y las hipótesis. Puesta en común.
- *Actividad 3:* Pensar el diseño experimental.
- *Tarea domiciliaria:* Buscar información sobre la fecundación y sus etapas y elaborar marco teórico.

Séptima clase

- *Actividad 1:* Corregir la tarea domiciliaria. Trabajar con el marco teórico.
- *Actividad 2:* Pensar la muestra para cada investigación, las variables y las preguntas para la encuesta.

- *Tarea domiciliaria:* Buscar información sobre métodos anticonceptivos para realizar marco teórico.

Octava clase

- *Actividad 1:* Corregir el marco teórico. Trabajar sobre el tema de métodos anticonceptivos.
- *Tarea domiciliaria:* Realizar encuesta.

Novena clase

- *Actividad 1:* Analizar los datos de la encuesta. Elaborar tablas de datos y gráficos.
- *Actividad 2:* Redactar la discusión y la conclusión.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar un póster digital para presentar la investigación.

Décima clase

- *Actividad 1:* Presentación de cada investigación al grupo.

A.3. Secuencias de aprendizaje dentro del modelo didáctico de aprendizaje por investigación para cuarto año

A.3.1. Primera secuencia: Hongos en la pared de casa y Redi

Pregunta investigable generadora: ¿Qué condiciones ambientales deben generarse para que crezcan hongos en el trozo de pared recolectado?

Preguntas problema: ¿Qué condiciones tuvo en cuenta Redi para refutar la teoría de la generación espontánea? ¿Qué otras variables deben tenerse en cuenta para realizar el experimento de Redi?

Competencias: Todas las capacidades de la competencia científica. Competencia lingüística, competencia matemática y competencia digital.

Estrategias: Problematización, ideas previas, contextualización, recurrencia y espiralización, trabajo colaborativo, interrogación didáctica, historia de las ciencias.

Contenidos conceptuales: Unidad 1: Distintas teorías sobre el origen de la vida. Evolución prebiótica, hipótesis de Oparín. Moléculas precursoras de la vida.

Perfil de inteligencias que contempla la secuencia: Lógico-matemática (manejo de datos, tablas y gráficos), lingüística (lectura, escritura y defensa oral que haga uso del lenguaje científico), kinestésica (experimentación), espacial (diseño metodológico, registro con dibujos, fotos, videos), naturalista (estudio sobre seres vivos), interpersonal (trabajo en equipo), intrapersonal (trabajo individual).

Actividad experimental central: Experiencia de Redi. Se deberán tener en cuenta las siguientes variables: temperatura, humedad, tipo de carne, luminosidad y tipo de recipiente. Experiencia sobre un trozo de pared, revoque o en frutos.

Temporalización: Marzo y abril.

Evaluación formativa y formadora: Actividades de clase, tareas domiciliarias, diferentes entregas del primer proyecto con sugerencias para mejorar, autoevaluación, evaluación mutua y entrega final del proyecto. Elaboración de póster y presentación en PowerPoint con defensa oral.

Instrumentos de evaluación: Listas de cotejo, escalas y rúbrica.

Clases y actividades:

Primera clase

- *Actividad 1:* Retomar la situación problema del diagnóstico y proyectar imágenes. Plantear preguntas e identificar variables.
- *Actividad 2:* Formar grupos. Elegir los temas para investigar y elaborar la pregunta investigable y las hipótesis en cada grupo. Entrega de la rúbrica que se utilizará para evaluar el proyecto.
- *Tarea domiciliaria:* Buscar información sobre la experiencia de Redi en tres fuentes y realizar un marco teórico de una carilla. Subir el documento a la plataforma.

Segunda clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de los marcos teóricos. Evaluación mutua, mediante la rúbrica, de contenidos conceptuales y de la capacidad de elaborar marco teórico.
- *Actividad 2:* Pensar el diseño metodológico para la pregunta de cada equipo (materiales y procedimiento).

- *Tarea domiciliaria:* Corregir el marco teórico. Buscar información de dos fuentes sobre otras dos teorías de origen de la vida y agregar al marco teórico (hasta dos carillas). Subir el nuevo documento a la plataforma.

Tercera clase

- *Actividad 1:* Implementar la experiencia. Grabar videos.
- *Actividad 2:* En grupos, marcar, con colores distintos, las citas y las párrafos en un texto de una carilla sobre teorías de origen de la vida. Elegir una teoría y explicársela al compañero. Puesta en común con un esquema de las teorías en la pizarra.
- *Tarea domiciliaria:* Corregir el marco teórico. Buscar información de dos fuentes sobre otras dos teorías y agregarla al marco teórico (hasta tres carillas). Realizar observaciones diarias de los experimentos y registrar con fotos y videos cuando lo amerite. Subir los documentos a la plataforma.

Cuarta clase

- *Actividad 1:* Observar los experimentos y realizar un relevamiento con fotos o videos. Registrar los datos y elaborar tablas de datos y gráficas.
- *Actividad 2:* Evaluación mutua de marcos teóricos.
- *Actividad 3:* Comenzar a redactar la discusión y conclusión en grupos.
- *Tarea domiciliaria:* Continuar con la observación y el registro de datos. Elaborar un informe en el que consten la pregunta de investigación, la hipótesis, el marco teórico, los antecedentes, la metodología, los resultados, la discusión, la conclusión y las referencias bibliográficas. Subir el documento a la plataforma.

Quinta clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de las discusiones y conclusiones. Evaluación mutua.
- *Actividad 2:* Comenzar a preparar el póster y la presentación en PowerPoint.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar un póster digital, una presentación en PowerPoint y afiches para distribuir en la comunidad.

Sexta clase

- *Actividad 1:* Exponer las investigaciones ante otro curso del liceo o a un grupo escolar de primaria.

A.3.2. Segunda secuencia: Biomoléculas en la ensalada

Pregunta investigable generadora: ¿Qué tipo de biomoléculas se encuentran en el plato de ensalada que preparó mi madre?

Pregunta problema: ¿Qué método de extracción puedo utilizar para identificar las biomoléculas presentes en los ingredientes de la ensalada?

Competencias: Todas las capacidades de la competencia científica. Competencia lingüística, competencia matemática y competencia digital.

Estrategias: Problematización, ideas previas, contextualización, recurrencia y espiralización, trabajo colaborativo, interrogación didáctica.

Contenidos conceptuales: Unidad 1: Composición del protoplasma. Biomoléculas. Enzimas.

Perfil de inteligencias que contempla la secuencia: Lógico-matemática (manejo de datos, tablas y gráficos), lingüística (lectura, escritura y defensa oral que haga uso del lenguaje científico), kinestésica (experimentación), espacial (diseño metodológico, registro con dibujos, fotos, videos), naturalista (estudio de biomoléculas), interpersonal (trabajo en equipo), intrapersonal (trabajo individual).

Actividad experimental central: Extracción de pigmentos de diferentes vegetales y cromatografía.

Temporalización: Una semana de abril y mayo.

Evaluación formativa y formadora: Actividades de clase, autoevaluaciones y evaluaciones mutuas, tareas domiciliarias, diferentes entregas del primer proyecto con sugerencias para mejorar, autoevaluación y evaluación mutua del proyecto, entrega final del proyecto. Elaboración de póster y presentación en PowerPoint con defensa oral.

Instrumento de evaluación: Rúbrica.

Clases y actividades:

Primera clase

- *Actividad 1*: Presentar una situación problema en la que dos niños conversan sobre las ensaladas preparadas por sus madres y donde terminan por preguntarse sobre cuáles son los componentes presentes en las verduras. Acompañar la situación problema con imágenes proyectadas. Retomar conceptos sobre moléculas y avanzar a biomoléculas.

En lugar de la situación problema, se puede partir también de fotos. En la clase anterior, se les puede pedir a los alumnos que traigan fotos de ensaladas o de la comida preparada en su casa en alguno de esos días. Si es un guiso o un tuco, por ejemplo, se puede hacer extracción de pigmentos en zanahoria, Morrón, tomate, zapallo, etc.

- *Actividad 2:* Plantear preguntas investigables e hipótesis en cada grupo.
- *Tarea domiciliaria:* Buscar un video sobre métodos de extracción de pigmentos y subirlo a la plataforma.

Segunda clase

- *Actividad 1:* Pensar el diseño metodológico para la pregunta de cada equipo (materiales y procedimiento). Puesta en común.
- *Actividad 2:* Trabajar con textos sobre dos biomoléculas. Colorear citas y paráfrasis. Hacer un mapa conceptual en Cmap Tools o en el cuaderno. Puesta en común en la pizarra.
- *Tarea domiciliaria:* Buscar información sobre otras dos biomoléculas en dos fuentes y agregarla al marco teórico (hasta dos carillas). Subir el documento a la plataforma.

Tercera clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de los marcos teóricos. Evaluación mutua de los contenidos conceptuales y de la capacidad de elaborar un marco teórico mediante una rúbrica.
- *Actividad 2:* Implementar la experiencia. Grabar videos y tomar fotos.

Cuarta clase

- *Actividad 1:* Elaborar tabla de datos y redactar resultados.
- *Actividad 2:* Redactar la discusión y la conclusión.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar un informe.

Quinta clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de las discusiones, conclusiones e informe. Evaluación mutua.
- *Actividad 2:* Comenzar a preparar el póster y la presentación en Power-Point.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar un póster digital, una presentación en PowerPoint y afiches para distribuir en la comunidad.

Sexta clase

- *Actividad 1:* Exponer las investigaciones ante otro curso del liceo o un grupo escolar de primaria.

A.3.3. Tercera secuencia: Las células y su comportamiento en los seres vivos que me rodean y en mi organismo

Pregunta investigable generadora: ¿Qué diferencias presentan las células de los vegetales que me rodean?

Pregunta problema: ¿Cómo debo proceder para observar dichas células?

Competencias: Todas las capacidades de la competencia científica. Competencia lingüística, competencia matemática y competencia digital.

Estrategias: Problematización, ideas previas, contextualización, recurrencia y espiralización, trabajo colaborativo, interrogación didáctica, modelización.

Contenidos conceptuales: Unidad 1: Membrana. Modelo de mosaico fluido y de balsas. Significado biológico de la membrana. Origen de las primeras células procariotas y eucariotas, autótrofas y heterótrofas. Evolución celular.

Perfil de inteligencias que contempla la secuencia: Lógico-matemática (manejo de datos, tablas y gráficos), lingüística (lectura, escritura y defensa oral que haga uso del lenguaje científico), kinestésica (experimentación), espacial (diseño metodológico, registro con dibujos, fotos, videos), naturalista (estudio de la célula), interpersonal (trabajo en equipo), intrapersonal (trabajo individual).

Actividad experimental central: Observación de diferentes tipos de células vegetales en distintas condiciones.

Temporalización: Una semana de mayo y junio.

Evaluación formativa y formadora: Actividades de clase, tareas domiciliarias, maquetas, diferentes entregas del primer proyecto con sugerencias para mejorar, autoevaluación, evaluación mutua y entrega final del proyecto. Elaboración de póster y presentación en PowerPoint con defensa oral.

Instrumentos de evaluación: Lista de cotejo, escala y rúbrica.

Clases y actividades:

Primera clase

- *Actividad 1:* Observación de modelos de células animales y vegetales. Plantear la pregunta investigable generadora: “¿Qué diferencias presentan las células de los vegetales que me rodean?”. Tener en cuenta

los vegetales presentes en casa, en el liceo, en la plaza, en el barrio, en la ciudad, etc.

- *Actividad 2:* Plantear las preguntas investigables e hipótesis en cada grupo.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar, a partir de dos fuentes, un marco teórico sobre célula vegetal y métodos para observarla (una carilla). Subir el documento a la plataforma.

Segunda clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de los marcos teóricos, evaluación mutua de los contenidos conceptuales y de la capacidad de elaborar un marco teórico a partir de una rúbrica.
- *Actividad 2:* Pensar el diseño metodológico para la pregunta de cada equipo (materiales y procedimiento). Puesta en común.
- *Tarea domiciliaria:* Corregir el marco teórico y el diseño metodológico. Buscar información, de otras dos fuentes, sobre otras células vegetales, animales y procariontas y agregarla al marco teórico (hasta 2 carillas). Subir el nuevo documento a la plataforma.

Tercera clase

- *Actividad 1:* Implementar la experiencia. Grabar videos y tomar fotos.
- *Actividad 2:* Elaborar tabla de datos y redactar resultados.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar un informe.

Cuarta clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de las discusiones y conclusiones. Evaluación mutua.
- *Actividad 2:* Comenzar a preparar el póster y la presentación en PowerPoint. Modelizar las células observadas.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar un póster digital, una presentación en PowerPoint y afiches para distribuir en la comunidad.

Quinta clase

- *Actividad 1:* Exponer las investigaciones ante otro curso del liceo o un grupo escolar de primaria.

A.3.4. Cuarta secuencia: Observación macroscópica de ADN en frutos del lugar

Preguntas investigables generadoras: ¿Qué diferencias macroscópicas se pueden observar entre los ácidos nucleicos de diferentes frutos, incluidos los de árboles autóctonos? ¿Qué diferencias macroscópicas existen entre el ADN de algún fruto y el ADN humano?

Pregunta problema: ¿Cómo debemos proceder para extraer ADN?

Competencias: Todas las capacidades de la competencia científica. Competencia lingüística, competencia matemática y competencia digital.

Estrategias: Problematización, ideas previas, contextualización, recurrencia y espiralización, trabajo colaborativo, interrogación didáctica, modelización, historia de las ciencias.

Contenidos conceptuales: Unidad 2: ADN: estructura, duplicación y código genético. Genes. Mutación. Proyecto Genoma Humano. Tecnología del ADN recombinante. Aplicaciones. Las proteínas como producto final de la expresión genética. Biotecnologías tradicionales y actuales. Ingeniería genética. Aspectos bioéticos de la manipulación genética.

Perfil de inteligencias que contempla la secuencia: Lógico-matemática (manejo de datos, tablas y gráficos), lingüística (lectura, escritura y defensa oral que haga uso del lenguaje científico), kinestésica (experimentación), espacial (diseño metodológico, registro con dibujos, fotos, videos), naturalista (estudio del ADN), interpersonal (trabajo en equipo), intrapersonal (trabajo individual).

Como no está contemplada la inteligencia musical, si en la clase hay estudiantes con dicha inteligencia, se utilizará un video con fondo musical atractivo para ver la extracción de ADN antes de realizar el diseño, y los videos que produzcan los estudiantes podrán tener un fondo musical.

Actividad experimental central: Extracción de ADN de diferentes frutos y de mucosa bucal.

Temporalización: Julio y una semana de agosto.

Evaluación formativa y formadora: Actividades de clase, tareas domiciliarias, diferentes entregas del primer proyecto con sugerencias para mejorar, autoevaluación, evaluación mutua y entrega final del proyecto. Elaboración de póster y presentación en PowerPoint con defensa oral.

Instrumento de evaluación: Rúbrica.

Clases y actividades:

Primera clase

- *Actividad 1:* Proyectar video sobre transgénicos. Reflexionar sobre las características de los productos transgénicos.
- *Actividad 2:* Plantear la pregunta generadora. Plantear las preguntas investigables e hipótesis en cada grupo.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar, a partir de dos fuentes, el marco teórico sobre descubrimiento del ADN, el rol de Rosalind Franklin y forma de extracción de ADN (una carilla y media). Subir el documento a la plataforma.

Segunda clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de los marcos teóricos, evaluación mutua de los contenidos conceptuales y de la capacidad de elaborar un marco teórico utilizando la rúbrica.
- *Actividad 2:* Pensar el diseño metodológico para la pregunta de cada equipo (materiales y procedimiento). Identificar las variables que se controlarán (tiempo, cantidad de material que se extrae, temperatura, etc.). Puesta en común.
- *Tarea domiciliaria:* Corregir el marco teórico y el diseño metodológico. Buscar información, de otras dos fuentes, sobre componentes del ADN y ARN y funciones. Agregarla al marco teórico (hasta 3 carillas). Subir el nuevo documento a la plataforma.

Tercera clase

- *Actividad 1:* Implementar la experiencia. Grabar videos y tomar fotos.
- *Actividad 2:* Elaborar tabla de datos y redactar resultados.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar un informe.

Cuarta clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de las discusiones y conclusiones. Evaluación mutua.
- *Actividad 2:* Comenzar a preparar el póster, la presentación en PowerPoint y los modelos.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar un póster digital, una presentación en PowerPoint y afiches para distribuir en la comunidad.

Quinta clase

- *Actividad 1:* Exponer las investigaciones ante otro grupo del liceo o un grupo escolar de primaria.

A.3.5. Quinta secuencia: Reproducción de las células de la cebolla en mi hogar

Preguntas investigables generadoras: ¿Qué fases de la mitosis puedo observar en el preparado fresco o fijo seleccionado? ¿Qué fase predomina en mi preparado?

Pregunta problema: ¿Cómo procedes para realizar un preparado para observar la mitosis en una *Allium cepa*?

Competencias: Todas las capacidades de la competencia científica. Competencia lingüística, competencia matemática y competencia digital.

Estrategias: Problematización, ideas previas, contextualización, recurrencia y espiralización, trabajo colaborativo, interrogación didáctica, modelización.

Contenidos conceptuales: Unidad 2: Núcleo, cromosomas. Ciclo celular. Proceso mitótico, organismos idénticos. Clonación natural y artificial. Proceso meiótico y variabilidad genética. Cariotipo, cariograma. Haploidía y diploidía. Síndromes. Sexo cromosómico.

Perfil de inteligencias que contempla la secuencia: Lógico-matemática (manejo de datos, tablas y gráficos), lingüística (lectura, escritura y defensa oral que haga uso del lenguaje científico), kinestésica (experimentación), espacial (diseño metodológico, registro con dibujos, fotos, videos), naturalista (estudio de seres vivos), interpersonal (trabajo en equipo), intrapersonal (trabajo individual).

Actividad experimental central: Observación de mitosis en raicillas de *Allium cepa*.

Temporalización: Tres semanas de agosto y una semana de septiembre.

Evaluación formativa y formadora: Actividades de clase, tareas domiciliarias, diferentes entregas del primer proyecto con sugerencias para mejorar, autoevaluación, evaluación mutua y entrega final del proyecto. Elaboración de póster, presentación en PowerPoint con defensa oral y modelos.

Instrumento de evaluación: Rúbrica.

Clases y actividades:

Primera clase

- *Actividad 1:* Proyectar video sobre mitosis.

- *Actividad 2:* Plantear la pregunta generadora. Plantear las preguntas investigables e hipótesis en cada grupo.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar, a partir de dos fuentes, un marco teórico sobre mitosis y métodos para observar el proceso (una carilla y media). Subir el borrador a la plataforma.

Segunda clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de los marcos teóricos, evaluación mutua de los contenidos conceptuales y de la capacidad de elaborar un marco teórico utilizando la rúbrica.
- *Actividad 2:* Pensar el diseño metodológico para la pregunta de cada equipo de acuerdo a las variables elegidas para la medición (materiales y procedimiento). Identificar las variables que se controlarán (tiempo, adición de sustancias en el agua, temperatura, etc.). Puesta en común.
- *Tarea domiciliaria:* Corregir el marco teórico y el diseño metodológico. Buscar información sobre funciones de la mitosis y diferencias con la meiosis en otras dos fuentes. Agregarla al marco teórico (hasta tres carillas). Subir el nuevo documento a la plataforma.

Tercera clase

- *Actividad 1:* Implementar la experiencia. Grabar videos y tomar fotos.
- *Actividad 2:* Elaborar tabla de datos y redactar resultados.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar un informe.

Cuarta clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de las discusiones y conclusiones. Evaluación mutua.
- *Actividad 2:* Comenzar a preparar el póster, la presentación en PowerPoint y los modelos.
- *Tarea domiciliaria:* Elaborar un póster digital, una presentación en PowerPoint y afiches para distribuir en la comunidad.

Quinta clase

- *Actividad 1:* Exponer las investigaciones ante otro curso del liceo o un grupo de primaria de una escuela cercana.

A.3.6. Sexta secuencia: Cruzamientos de *Drosophila melanogaster* en el laboratorio del liceo

Pregunta investigable generadora: ¿Qué descendencia se obtiene y en qué cantidad de individuos a partir del cruzamiento de una mosca de alas largas y otra de alas vestigiales?

Pregunta problema: ¿Cómo procedes para realizar cruzamientos de *Drosophila melanogaster*?

Competencias: Todas las capacidades de la competencia científica. Competencia lingüística, competencia matemática y competencia digital.

Estrategias: Problematización, ideas previas, contextualización, recurrencia y espiralización, trabajo colaborativo, interrogación didáctica.

Contenidos conceptuales: Unidad 3: Mendel y sus principios. Fenotipo, genotipo, homocigota, heterocigota, dominante y recesivo. Monohibridismo, dihibridismo, codominancia, deducción de genotipos. Teoría cromosómica. Enlace y entrecruzamiento. Morgan. Herencia humana: métodos de estudio. Herencia ligada al sexo: hemofilia, daltonismo.

Perfil de inteligencias que contempla la secuencia: Lógico-matemática (manejo de datos, tablas y gráficos), lingüística (lectura, escritura y defensa oral que haga uso del lenguaje científico), kinestésica (experimentación), espacial (diseño metodológico, registro con dibujos, fotos, videos), naturalista (estudio de seres vivos), interpersonal (trabajo en equipo), intrapersonal (trabajo individual).

Actividad experimental central: Cruzamiento de *Drosophila melanogaster*.

Temporalización: tres semanas de septiembre, octubre y noviembre.

Evaluación formativa y formadora: Actividades de clase, tareas domiciliarias, diferentes entregas del primer proyecto con sugerencias para mejorar, autoevaluación, evaluación mutua y entrega final del proyecto. Elaboración de póster y presentación en PowerPoint con defensa oral.

Instrumento de evaluación: Rúbrica.

Clases y actividades:

Primera clase

- *Actividad 1*: Situación problema sobre invasión de *Drosophilas* en la cocina de la abuela de Pedro. Su abuela le solicita que le consiga un

insecticida; y como Pedro ha estudiado sobre control biológico y la genética de dicho individuo, piensa una forma para aplicarlos. ¿Qué ideas le podemos aportar a Pedro para ayudarlo?

-
- *Actividad 2:* Observación de los fenotipos de alas largas y vestigiales. Planteo de pregunta generadora y de preguntas investigables en cada grupo. Planteo de hipótesis.
 - *Tarea domiciliaria:* Marco teórico sobre estudios y leyes de Mendel, y sobre cómo realizar cultivo y cruzamientos de *Drosophila*. Extensión: una carilla y media con base en dos fuentes. Subir el documento a la plataforma

Segunda clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de los marcos teóricos, evaluación mutua de los contenidos conceptuales y de la capacidad de elaborar un marco teórico utilizando una rúbrica. Realización de cruzamientos en la pizarra y en cuadernos sobre monohibridismo.
- *Actividad 2:* Pensar diseño metodológico para la pregunta de cada equipo de acuerdo a las variables elegidas para medir (materiales y procedimiento). Escribir los cruzamientos, gametos y descendientes. Identificar las variables que se controlan (ej. tiempo, temperatura, etc.) Puesta en común.
- *Tarea domiciliaria:* Corregir marco teórico y diseño. Buscar información sobre dihibridismo, en otras dos fuentes y agregarla al marco teórico, (hasta 3 carillas). Subir el nuevo documento a la plataforma.

Tercera clase

- *Actividad 1:* Implementar la experiencia. Grabar videos y tomar fotos.
- *Actividad 2:* Realizar cruzamientos sobre dihibridismo en la pizarra y en los cuadernos.
- *Tarea domiciliaria:* Corregir marco teórico. Buscar información sobre trabajos de Morgan en otras dos fuentes y agregarla al marco teórico (hasta 4 carillas). Subir el documento a la plataforma.

Cuarta clase

- *Actividad 1:* Observar el ciclo de las mosquitas. Grabar videos y tomar fotos.

- *Actividad 2:* Realizar cruzamientos sobre enlace y entrecruzamiento en la pizarra y cuadernos
- *Tarea domiciliaria:* Corregir marco teórico. Buscar información sobre herencia ligada al sexo y agregarla al documento elaborado anteriormente (hasta 5 carillas).

Quinta clase

- *Actividad 1:* Observar el ciclo de las mosquitas. Grabar videos y tomar fotos. Contabilizar fenotipos obtenidos. Realizar los cruzamientos. Redactar discusiones y conclusiones.
- *Actividad 2:* Realizar cruzamientos sobre herencia ligada al sexo en la pizarra y cuadernos.
- *Tarea domiciliaria:* corregir marco teórico, buscar información sobre métodos de estudio en la herencia humana. Elaborar informe.

Sexta clase

- *Actividad 1:* Puesta en común de los marcos teóricos. Elaboración de árboles genealógicos. Evaluación mutua.
- *Actividad 2:* Comenzar a preparar póster y ppt.
- *Tarea domiciliaria:* elaborar póster digital, ppt y afiches para distribuir en la comunidad.

Séptima clase

- *Actividad 1:* Exponer las investigaciones ante otro grupo del liceo o un grupo escolar.
- *Actividad 2:* Continuar realizando cruzamientos de los diferentes tipos de herencia estudiados.

Anexo B: propuestas de evaluación aplicadas al inicio del año

B.1. Propuesta de inicio para primer año⁶

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.

¿Cuál es el problema que se plantea?

¿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.

⁶ La propuesta se elaboró junto a la Prof. Paula Amaral.

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

Lee los siguientes textos:

“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)

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).

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

¿Qué información del texto tuviste en cuenta para responder?

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

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

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.

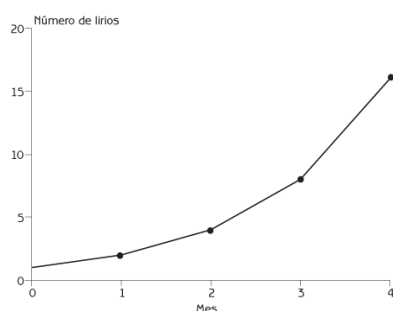


Figura 1. Crecimiento de lirios en lago Maracaibo (Marten, G., 2001, sp)

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?

B.2. Propuesta de inicio para tercer año ⁷

⁷ La propuesta se elaboró junto a la Prof. Ana Laura Sosa.

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

Observación de una fotografía tomada de un anuncio publicitario. ¿Consideras que esa persona tiene salud? Argumenta tu respuesta elaborando un texto de al menos tres renglones.

Observación completa del anuncio publicitario. ¿Consideras que esa persona tiene salud? Argumenta tu respuesta elaborando un texto de al menos cinco renglones.

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

¿En tu barrio existen situaciones similares a las planteadas en el anuncio publicitario?

Redacta una pregunta que puedas responder con un trabajo de campo.

Define el objetivo de la investigación.

Formula hipótesis para la pregunta.

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

Valora críticamente estos textos:

Microalgas tóxicas

Las cianobacterias constituyen un grupo taxonómico de organismos diversos que colonizan ambientes acuáticos ...*Microcystis aeruginosa*, la cepa causante de la mayoría de estos episodios produce la cianotoxina más ubicua, Microcistina de reconocido efecto hepatotóxico (Carvajal, 2011, p.8)

En el verano es cuando se aprecian mayor cantidad de floraciones de colonias de cianobacterias. El hecho está vinculado con el aumento de la temperatura del agua (Colmegna, 2016)

... Antes, en mis tiempos, desde que terminaban las clases hasta que volvían a comenzar, todo era río. Pasábamos la jornada, comíamos, jugábamos y dormíamos en sus costas. De tanto en tanto, se escuchaba a alguien gritar: "¡más afuera!". Hoy los gurises ya no disfrutan tanto, ¿sabe? A veces el olor es fuerte, y la costa [está] manchada de verde, y algunos vecinitos dicen que les duele la panza o los oídos o aparecen con los ojos rojos o les pica el cuerpo. Prefieren quedarse con las compu... Ya no son los mismos tiempos (Del'Acqua, Sosa, 2017)

Los dos tienen información científica.

Uno tiene información científica, el otro, conocimiento vulgar.

Ambos tienen conocimiento vulgar.

En caso de indicar el ítem 2, indica a cuál corresponde cada una de las opciones. ¿Qué información del texto tuviste en cuenta para responder?

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

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

Explica cómo proceder 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).

Analiza la información sobre la presencia de *Microcystis* en el Río de la Plata. Figura 1. (Carvajal, G., 2011, p. 92)

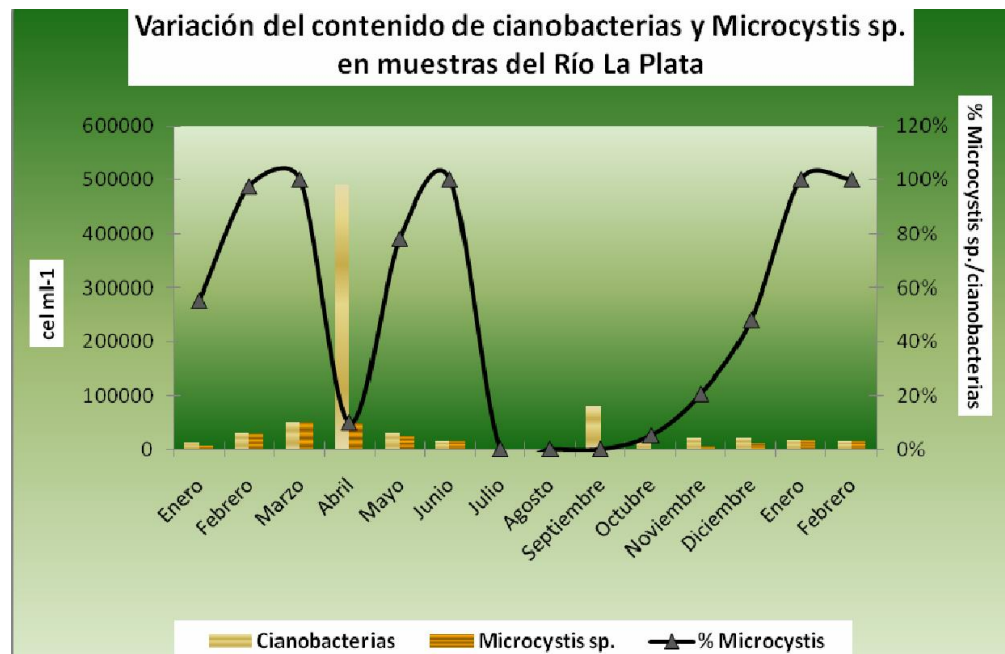


Figura 1. Presencia de *Microcystis* en el Río de la Plata (Carvajal, G., 2011, p. 92)

Capacidad 6. Interesarse por problemas científicos. Reflexionar de forma crítica sobre los resultados. Interpretar los resultados. Formular conclusiones.

Elabora una conclusión para la investigación anterior teniendo en cuenta que el objetivo fue conocer el impacto de contaminación del agua del Río de la Plata de acuerdo a los meses del año.

Capacidad 7: Dar a conocer los resultados.

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

Capacidad 8: 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?

B.3. Propuesta de inicio para cuarto año

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

Juan escuchó una conversación del padre con un pintor. El padre estaba solicitando que pintaran una habitación porque tenía hongos, y el pintor explicaba al padre que los hongos provenían de la humedad que tenía la pared.

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

¿La explicación del pintor tiene una base científica?

Redacta una explicación para lo acontecido.

Indica qué evidencia científica puedes utilizar.

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

Redacta una pregunta para el problema planteado que puedas responder con un trabajo de campo.

Define el objetivo de la investigación.

Formula dos hipótesis para esta pregunta.

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

Valora críticamente estos textos:

La humedad por condensación puede generarse en los meses de otoño e invierno. Se presenta como agua escurriendo por las paredes, especialmente en la mañana y en los días de baja temperatura. Este fenómeno se produce debido a que la humedad del aire interior se condensa al contacto con las superficies frías de muros y ventanas. El problema principal que genera este tipo de humedad es que mancha y suelta la pintura de la pared, daña los papeles murales y favorece la formación de hongos que son dañinos para la salud. Disponible en: <http://www.preguntaleasherwin.cl/2013/que-es-la-humedad-por-condensacion-y-como-eliminarla/>

Los hongos abarcan un amplio rango de organismos. Los métodos tradicionales para su identificación y clasificación están basados en criterios morfológicos y en las características de las estructuras de reproducción; estos métodos involucran subjetividad, por lo que siempre se ha dudado de la afinidad de algunos de ellos. Los estudios comparativos de las secuencias de ácidos nucleicos (4) han demostrado que los organismos considerados como miembros del reino Fungi no comparten un ancestro común reciente y, por tanto, no forman un grupo monofilético en el árbol evolutivo de los eucariontes. (Montes, Restrepo, McEwen, 2003, p.216)

Si el clima ha sido muy húmedo durante unos días continuados, puedes notar que el moho comienza a crecer en tu casa. Cuando llueve durante varios días, es muy común ver moho comenzar a crecer en las paredes, banquetas y otras superficies debido al aire húmedo. Además, cuando la humedad dentro de tu casa se evapora en el aire, aumenta la humedad en el interior. Si tu casa no esté bien ventilada, entonces la humedad se mantendrá alta durante mucho tiempo. Disponible en: <http://eliminarmoho.org/que-causa-moho-en-casa>

Los tres tienen información científica.

Uno tiene conocimiento tecnológico y los otros, científico.

Uno tiene conocimiento vulgar y los otros, tecnológico.

Uno tiene información científica, otro tecnológico y el otro vulgar.

En caso de indicar el ítem 2, 3 o 4, señala a cuál corresponde cada una de las opciones. ¿Qué información del texto tuviste en cuenta para responder?

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

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

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).

Analiza en el gráfico la relación existente entre la humedad interior y exterior y la cantidad de hongos en el interior y el exterior (Herrera, Cobar, Barrios, Pierola, Chamalé, Rosales, Quan, Moreno, Paxtor, y Maas, 2015, p. 50)

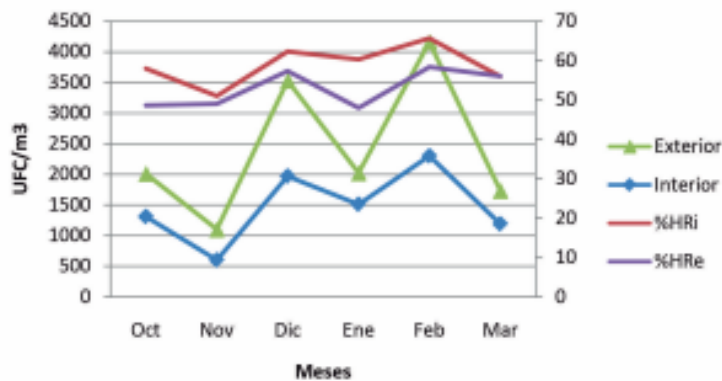


Figura 1. Relación entre la carga de hongos microscópicos en el aire den UFC/m³ y porcentaje de humedad relativa registrada en ambiente interior y exterior en el Index seminum durante los meses muestreados (Herrera et al, 2015, p. 50)

Capacidad 6. Interesarse por problemas científicos. Reflexionar de forma crítica sobre los resultados. Interpretar los resultados. Formular conclusiones.

Elabora una conclusión para la investigación anterior teniendo en cuenta que el objetivo fue plantear la determinación y evaluación de la contaminación

del aire por hongos microscópicos en algunos herbarios de interés científico en la ciudad de Guatemala a través del monitoreo mensual de los niveles de unidades formadoras de colonia por metro cúbico (UFC/m³) de aire exterior (Herrera, Cóbar, Barrios, Pierola, Chamalé, Rosales, Quan, Moreno, Paxtor, y Maas, 2015)

Capacidad 7: Dar a conocer los resultados.

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

Capacidad 8: 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?

B.4. Propuesta final para primer año

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:

El cultivo de tomate en condiciones de sustrato bajo invernadero logra producir frutos de excelente calidad indica Tourat (2000). 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 (Rodríguez et al, 2009).

“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).

“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 1.
Crecimiento de los pollos en la veterinaria del Barrio.

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

Nota. Fuente: Elaboración propia.

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

Capacidad 6:

Curva de crecimiento de corderos

Observa la gráfica y contesta:

¿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?

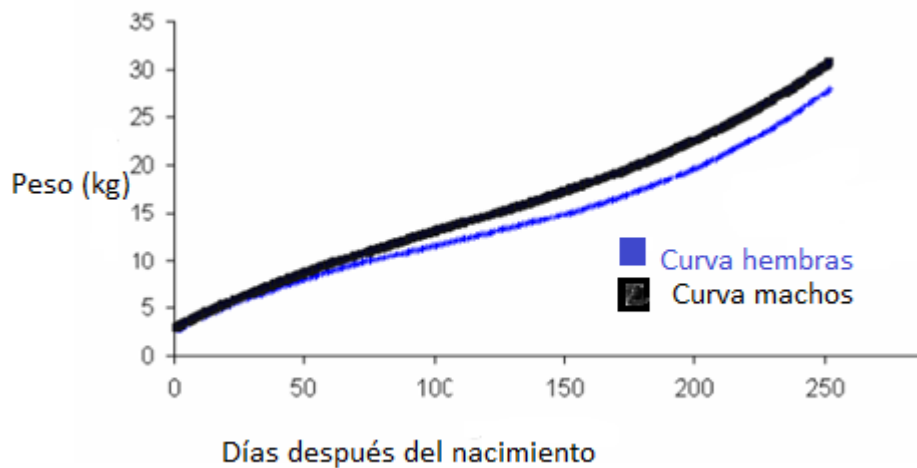


Figura 1. Curva de crecimiento de cordero por sexo (González Garduño, Torres, Castillo, 2002, p. 17) Traducción propia.

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?

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:

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

B.5. Propuesta final para tercer año

Capacidad 1:

En la clase de Biología de 3.º año de un liceo de Tacuarembó, se analizó una noticia publicada en el sitio web de *El Espectador* que sostenía: “Uruguay tiene una tasa de sífilis congénita del 0,8 % del total de embarazos cuando, en general, los países en desarrollo presentan un índice del 0,05 %”. Juan, uno de los estudiantes de 3.º año, preocupado por la noticia, planteó que ellos deberían averiguar si, en la ciudad de Tacuarembó, también se daba ese porcentaje.

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

¿La idea de Juan tiene una base científica?

Redacta una explicación para lo que piensa Juan.

Indica qué evidencia científica puede utilizar.

Capacidad 2:

Redacta una pregunta en relación con tu ciudad que puedas responder con un trabajo de campo.

Define el objetivo de la investigación.

Formula hipótesis para la pregunta.

Capacidad 3:

Selecciona dos textos para realizar un marco teórico:

Una forma de disminuir la sífilis congénita es la identificación de la mujer embarazada en forma temprana, efectuar controles periódicos, realizar el diagnóstico precoz, así como el tratamiento urgente y efectivo en las mujeres embarazadas que la poseen, así como de sus parejas sexuales. A tales efectos, la Administración de los Servicios de Salud del Estado (ASSE) posee el test rápido de sífilis, distribuido en todo el país. El mismo es muy útil impidiendo retrasos en el diagnóstico (*El Espectador*, 2010)

“El 60 % al 78 % de los niños con sífilis congénita temprana son asintomáticos al nacer, de los cuales 2/3 presentarán síntomas entre las 3 y las 8 semanas de vida” (Visconti y Cabrera, 2015, p. 20).

“Es importante detectar la sífilis en sus fases más tempranas ya que su tratamiento es más rápido, sencillo y eficaz. En fases tardías pueden existir complicaciones y los órganos afectados podrían quedar seriamente perjudicados e incluso causar la muerte” (Peyman-Fard, 2012, 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.

Describe la metodología para responder la pregunta investigable.

Capacidad 5:

Diseña una tabla de datos a partir de la gráfica sobre “Evolución de la notificación de VIH por sexo”.

Capacidad 6:

Analiza el gráfico y elabora una conclusión teniendo en cuenta que el objetivo de la investigación fue conocer la evolución de la notificación de casos de VIH por sexo en Uruguay.

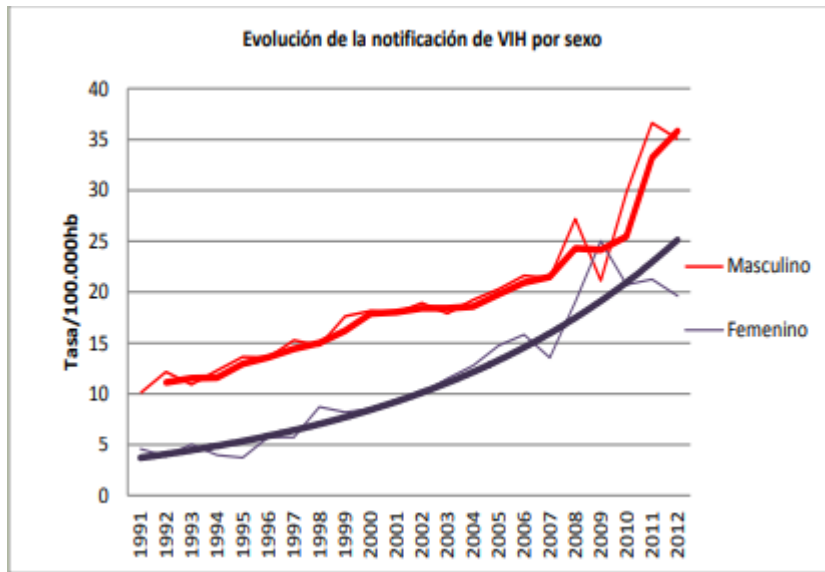


Figura 1. Evolución de la notificación de VIH por sexo. (MSP. Dirección General de Salud. Programa ITS/SIDA, 2013, p. 4)

Capacidad 7:

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

Capacidad 8:

¿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:

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

B.6. Propuesta final para cuarto año

Capacidad 1:

A la abuela de Pedro, le gusta dejar la fruta en el centro de mesa de su cocina ya que ella dice que se debe comer la fruta a temperatura natural, no de la heladera. Con la llegada de noviembre y de los primeros días de temperatura más alta, se ha producido una invasión de *Drosophilas* en su cocina. La abuela le solicita a Pedro que le consiga un insecticida. Pedro sabe que no está bien usar insecticidas y además observó que algunas mosquitas vuelan más que otras y que las que no vuelan son fáciles de atrapar. Ha estudiado sobre el control biológico y la genética de esta especie y piensa que, si pudiera lograr que todas las moscas en un futuro fueran del tipo que vuelan menos, se podría llegar a una solución.

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

¿La idea de Pedro tiene una base científica?

Redacta una explicación para lo que piensa Pedro.

Indica qué evidencia científica puedes utilizar.

Capacidad 2:

Para el problema planteado, redacta una pregunta que puedas responder con un trabajo de campo.

Define el objetivo de la investigación

Formula dos hipótesis para la pregunta.

Capacidad 3:

Selecciona dos textos para realizar un marco teórico:

La mosca de la fruta, *Drosophila melanogaster*, ha sido y actualmente es uno de los organismos predilectos de los genéticos, especialmente de aquéllos interesados en genética del desarrollo. Esto es así porque presenta una serie de ventajas con respecto a otros eucariotas pluricelulares: •Su manejo es muy sencillo y se mantiene fácilmente en el laboratorio. •Presenta un ciclo de vida corto (10-11 días a 25 °C). •Produce muchos descendientes (varios cientos por hembra), lo cual facilita el análisis estadístico. •Presenta un tamaño pequeño (2-3

mm), lo cual evita problemas de espacio en el laboratorio. •Tiene solo cuatro pares de cromosomas (Martín-Nieto, Maldonado, 2010).

“En 1915 Morgan encontró 85 mutantes diferentes con una gran variedad de estructuras afectadas. Conforme se aislaron las mutantes de *D. melanogaster*, fueron criadas, cruzadas y mantenidas como reserva en el laboratorio” (Noreña, Vargas, Rubio y González, 2012, p. 3).

Si alguna vez te has enfrentado en casa contra las pequeñísimas moscas de la fruta, acordarás con nosotros en lo dificultoso que es deshacerse totalmente de estos fastidiosos insectos. Dichas plagas se reproducen rápidamente y pueden vivir mucho tiempo luego de haber descartado el último resto orgánico dudoso, por lo que ganar en esa lucha contra ellas demanda de mucha dosis de paciencia y persistencia (De la Nuez, 2005).

¿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

Cuando cruzaron moscas silvestres (alas largas) con alas vestigiales, obtuvieron en F1 (Filial 1) un 100 % de moscas de alas largas.

¿Cuál es el genotipo de las moscas obtenidas?

Esquematiza el cruzamiento.

¿Cuáles serán los resultados en la F2 (Filial 2)?

Capacidad 6:

Elabora una conclusión para la investigación anterior teniendo en cuenta que el objetivo fue conocer la herencia de la longitud de las alas.

Capacidad 7:

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

Capacidad 8:

¿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:

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

B.7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS UTILIZADAS EN LA ELABORACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE EVALUACIÓN⁸

Alm, M. (2013) Consejos para que las plantas crezcan rápido. *Jardinería on*. Recuperado de <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. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/7929/2333ca3213ff98dec071cc00b977283d3733.pdf>

Carvajal, G., (2011) *Ocurrencia de floraciones de cyanobacterias tóxicas en cuerpos de agua dulce, argentina. Estudio de campo y análisis de datos*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. Universidad de la Plata. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/2702/Documento_completo.pdf%3Fsequence%3D1

Colmegna, A. (2016) El nuevo color del verano. Montevideo: El País. 23 de enero. Recuperado de <https://www.elpais.com.uy/que-pasa/nuevo-color-verano.html>

De León, J. y Gasdía, V. (2008) *Diversidad del Uruguay*. Montevideo: Fin de Siglo.

⁸ Para las propuestas de Evaluación se utilizaron algunos ejemplos de bibliografía no científica, con el objetivo de que los estudiantes aprendan a identificar la misma, por lo que se considera no es apropiado colocarlos junto con la bibliografía de la tesis.

- De la Nuez, D. (2005). 7 consejos para deshacerte de las moscas de la fruta en tu hogar. Vix. Recuperado de <https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/7263/7-consejos-para-deshacerte-de-las-moscas-de-la-fruta-en-tu-hogar>
- 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. Recuperado de <http://www.ejournal.unam.mx/rvm/vol33-04/RVM33408.pdf>
- Herrera, K, Cobar, O, Barrios, R, Pierola, K, Chamalé, W. Rosales, C, Quan, J, Moreno, M, Paxtor, J y Maas, J. (2015) Evaluación de la contaminación del aire por hongos microscópicos en dos colecciones biológicas y dos museos de la ciudad de Guatemala. *Revista Científica*, 25(2), 43-58. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5263264.pdf> Consulta: febrero 2017.
- Marten, G. (2001) *Ecología Humana: Conceptos Básicos para el Desarrollo Sustentable*. Londres: Earthscan. Recuperado de <http://www.gerrymarten.com/ecologia-human/capitulo02.html>
- Martín-Nieto, J., Maldonado, R. (2010). *Drosophila melanogaster. Cruzamientos monohíbridos y dihíbridos*. Alicante: Universidad de Alicante. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10045/14788>
- Ministerio Salud Pública (2013). *Informe de la situación nacional VIH/SIDA*. Montevideo: Dirección General de Salud. Programa ITS/SIDA. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-salud-publica/comunicacion/publicaciones/informes?page=14>
- Montes, B., Restrepo, A., McEwen, J. (2003) Nuevos aspectos sobre la clasificación de los hongos y su posible aplicación médica. *Biomédica*, 23 (2), 213-224. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/843/84323212.pdf>
- Noreña, A., Vargas, C., Rubio, A., y González, C. (2012). Cruces monohíbridos entre variedades mutadas y silvestres de *Drosophila melanogaster* con el fin de corroborar la primera y segunda ley de Mendel. Colombia: Universidad de Caldas. Recuperado de https://www.academia.edu/5970372/CRUCES_MONOHIBRIDOS_ENTRE_VARIEDADES_

MUTADAS_Y_SILVESTRES_DE_DROSOPHILA_MELANOGAS-
TER_CON_EL_FIN_DE_CORROBORAR_LA_PRIMERA_Y_SE-
GUNDA_LEY_DE_MENDEL

Pérez Porto, J., Merino, M. (2013) Definición. De. Recuperado de <http://definicion.de/pasto/>

Peyman-Fard, N. (2012). Sífilis: preguntas frecuentes. *ETS online*. Recuperado de <http://etsonline.info/sifilis-preguntas-frecuentes/>

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. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v27n4/v27n4a6.pdf>

Visconti, A., Cabrera, S., Aguirre, R. (2015) Guía clínica para la eliminación de la sífilis congénita. Montevideo: MSP. Recuperado de <https://docplayer.es/26551694-Ministerio-de-salud-publica-autoridades-ministro-de-salud-publica-dr-jorge-basso-sub-secretaria-dra-cristina-lustemberg.html>

Uruguay: tasa de sífilis congénita es elevada (21 de octubre de 2010) *El Espectador*. Recuperado de <https://www.espectador.com/sociedad/195924/uruguay-tasa-de-sifilis-congenita-es-elevada>

ANEXO C: RÚBRICAS UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS INICIALES

C.1. RÚBRICA APLICADA A PRIMER AÑO

Tabla A 1.

Rúbrica para evaluar las capacidades de la competencia científica en primer año en la propuesta de evaluación inicial.

	Excelente (3)	Muy bueno (2)	Aceptable (1)	No satisface (0)
1 Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicos. Utilizar evidencia científica.	Identifica y explica el problema en la situación propuesta: el pasto es un ser vivo. Propone varias actividades experimentales para comprobar que el pasto es un ser vivo: observación de células en el microscopio, observación del ciclo de vida.	Identifica y/o explica el problema en la situación propuesta: el pasto es un ser vivo. Propone una actividad experimental para comprobar que el pasto es un ser vivo.	Identifica el problema, pero no lo explica o lo hace con errores. No propone actividad experimental (evidencia científica).	No identifica cuestiones científicas y no logra explicar ni utilizar evidencia científica.
2 Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular hipótesis.	Redacta una pregunta investigable. Identifica los objetivos y las hipótesis.	Redacta una pregunta que no es investigable. Define objetivos y formula hipótesis.	No logra redactar una pregunta. Identifica los objetivos, no formula correctamente las hipótesis.	No logra redactar una pregunta, identificar los objetivos ni formular hipótesis.
3 Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.	Interpreta correctamente la información de los textos e identifica conocimiento científico y vulgar. Fundamenta.	Interpreta correctamente la información de los textos e identifica conocimiento científico y vulgar. No fundamenta.	Reconoce el texto de conocimiento o vulgar, pero no logra diferenciar el científico.	No logra diferenciar los tipos de información.
4 Identificar variables. Diseñar una metodología. Diseñar experiencias.	Identifica las variables. Diseña una metodología y experiencias.	Identifica una de las variables. Diseña una metodología acorde al problema planteado.	No logra identificar las variables, pero diseña una	No logra identificar las variables ni diseña una metodología.

Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en Biología, sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de enseñanza secundaria

	Excelente (3)	Muy bueno (2)	Aceptable (1)	No satisface (0)
			metodología	
5	Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos). 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	Formular conclusiones. 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	Dar a conocer los resultados. 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	Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones. Tiene un correcto manejo del trabajo en equipo y el respeto a la opinión de los compañeros para tomar decisiones.	Tiene un correcto manejo del trabajo en equipo y respeta la opinión de los compañeros, pero subvalora la opinión de otros para tomar decisiones.	Le gusta exponer sus ideas, pero no valora la opinión de los compañeros para tomar decisiones o critica sin aportar o trabaja sin criticar.	No interviene en el trabajo en equipo.
9	Identificar prácticas científicas beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos. 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 sobre el	No difunde los resultados de la investigación. Propone concientizar a la	No interactúa con la comunidad.

	Excelente (3)	Muy bueno (2)	Aceptable (1)	No satisface (0)
Participar como integrantes de una comunidad en la reflexión colectiva a partir del proceso de investigación.	Propone concientizar a la sociedad sobre el cuidado de los espacios verdes.	cuidado de los espacios verdes.	sociedad sobre el cuidado de los espacios verdes.	

Nota. Fuente: Elaboración propia.

C.2. RÚBRICA APLICADA A TERCER AÑO

Tabla A 2

Rúbrica para evaluar las capacidades de la competencia científica en tercer año en la propuesta de evaluación inicial.

Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en Biología, sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de enseñanza secundaria

	Excelente	Muy bueno	Aceptable	No satisface	
1	<p>Identificar y relaciona las imágenes con el concepto de "salud".</p> <p>Argumenta y redacta de forma clara y coherente.</p> <p>Utiliza evidencia científica para integrar y explicar el concepto de "salud" teniendo en cuenta todas sus dimensiones.</p>	<p>Identifica y relaciona las imágenes con el concepto de "salud".</p> <p>Argumenta y redacta de forma clara.</p> <p>Utiliza al menos dos de las dimensiones del concepto de "salud".</p>	<p>Identifica la realidad, pero no logra relacionarla con el concepto de "salud".</p> <p>Argumenta y redacta con imprecisiones.</p> <p>Utiliza una dimensión del concepto de "salud" y hace alguna referencia, aunque no de forma clara.</p>	<p>No identifica ni relaciona las imágenes con la salud.</p> <p>No redacta ni argumenta.</p> <p>No utiliza ninguna referencia.</p>	
2	<p>Identificar problemas científicos.</p> <p>Definir los objetivos de una investigación.</p> <p>Formular hipótesis.</p>	<p>Redacta una pregunta investigable.</p> <p>Define los objetivos y formula 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, pero no formula hipótesis.</p>	<p>No logra redactar una pregunta, identificar los objetivos, ni formular hipótesis.</p>
3	<p>Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.</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>Identificar variables.</p> <p>Diseñar una metodología.</p> <p>Diseñar experiencias.</p>	<p>Identifica las variables.</p> <p>Diseña una metodología y experiencias.</p>	<p>Identifica una de las variables.</p> <p>Diseña una metodología acorde al problema planteado.</p>	<p>No logra identificar las variables, pero diseña una metodología.</p>	<p>No logra identificar las variables ni diseña una metodología.</p>

5	Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos).	Interpreta correctamente la información de la gráfica a través de una explicación con detalles.	Interpreta correctamente la información de la gráfica, pero no brinda explicación con detalles.	No logra interpretar toda la información de la gráfica.	No interpreta la información de la gráfica.
6	Formular conclusiones.	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	Dar a conocer los resultados.	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	Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones.	Tiene un correcto manejo del trabajo en equipo y el respeto a la opinión de los compañeros para tomar decisiones.	Tiene un correcto manejo del trabajo en equipo y respeta la opinión de los compañeros, pero subvalora la opinión de otros para tomar decisiones.	Le gusta exponer sus ideas, pero no valora la opinión de los compañeros para tomar decisiones o critica sin aportar o trabaja sin criticar.	No interviene en el trabajo en equipo.
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.	Difunde de diferentes formas los resultados de la investigación que son beneficiosos para la comunidad. Propone buscar soluciones que involucren a la comunidad.	Difunde de dos formas los resultados de la investigación que son beneficiosos para la comunidad. No propone buscar soluciones que involucren a la comunidad.	Propone una actividad para difundir los resultados de la investigación que son beneficiosos para la comunidad.	No interactúa con la comunidad.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

C.3. RÚBRICA APLICADA A CUARTO AÑO

Tabla A 3

Rúbrica para evaluar las capacidades de la competencia científica en cuarto año en la propuesta de evaluación inicial.

Capacidades	Excelente	Muy bueno	Aceptable	No satisface
1 Identificar cuestiones científicas Explicar fenómenos científicamente Utilizar evidencia científica.	Identifica que la conversación no tiene fundamento científico ya que se refiere a las condiciones de vida de un ser vivo. Logra explicar el origen de un ser vivo a partir de otro ser vivo. Refiere a la evidencia científica de observar al MO el moho.	Identifica que la conversación no tiene fundamento científico ya que se refiere a las condiciones de vida de un ser vivo. Logra explicar el origen de un ser vivo a partir de otro ser vivo. No refiere evidencia científica.	Identifica que la conversación no tiene fundamento científico ya que se refiere a las condiciones de vida de un ser vivo. No logra explicar ni utilizar evidencia científica.	No identifica cuestiones científicas, no logra explicar ni utilizar evidencia científica.
2 Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación Formular las hipótesis.	Redacta una pregunta investigable, define los objetivos y formula las hipótesis.	Redacta una pregunta que no es investigable, define objetivos y formula hipótesis.	No logra redactar una pregunta. Identifica los objetivos. No formula hipótesis.	No logra redactar una pregunta, ni los objetivos, ni formula hipótesis.
3 Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de	Interpreta correctamente la información de	Interpreta correctamente la información de	Reconoce el texto de conocimiento vulgar pero no logra	No logra diferenciar los tipos de información.

	forma crítica y reflexiva.	los textos identificando conocimiento científico, tecnológico y vulgar. Fundamenta	los textos identificando conocimiento científico, tecnológico y vulgar. No fundamenta.	diferenciar el tecnológico y científico.	
4	Identificar variables Diseñar una metodología Diseñar experiencias	Identifica las variables, diseña una metodología y experiencias.	Identifica una de las variables, diseña una metodología.	No logra identificar las variables, diseña una metodología.	No logra identificar las variables, ni diseña una metodología.
5	Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)	Interpreta correctamente la información de la gráfica a través de una explicación con detalles.	Interpreta correctamente la información de la gráfica no brinda explicación con detalles.	No logra interpretar toda la información de la gráfica.	No interpreta la información de la gráfica.
6	Formular conclusiones	Confronta objetivos e/o hipótesis con los resultados de forma adecuada.	Hace referencia a los objetivos e/o hipótesis y a los resultados pero no logra confrontarlos para elaborar la 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	Dar a conocer los resultados	Diagrama correctamente un poster con todos los ítem que debe contener y 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	Los ítems mencionados para el póster no son seleccionados correctamente.

					cuado el diseño en el papel	
8	Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones.	Tiene un correcto manejo del trabajo en equipo y el respeto a la opinión de los compañeros para tomar decisiones	Tiene un correcto manejo del trabajo en equipo y respeta la opinión de los compañeros, pero subvalora la opinión de otros para tomar decisiones	Tiene un correcto manejo del trabajo en equipo y respeta la opinión de los compañeros, pero subvalora la opinión de otros para tomar decisiones	Le gusta exponer sus ideas, pero no valora la opinión de los compañeros para tomar decisiones. O critica sin aportar. O trabaja sin criticar.	No interviene en el trabajo en equipo.
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.	Difunde de diferentes formas los resultados de la investigación que son beneficiosos para la comunidad. Propone buscar soluciones que involucren a la comunidad.	Difunde de dos formas los resultados de la investigación que son beneficiosos para la comunidad. No propone buscar soluciones que involucren a la comunidad.	Difunde de dos formas los resultados de la investigación que son beneficiosos para la comunidad. No propone buscar soluciones que involucren a la comunidad.	Propone una actividad para difundir los resultados de la investigación que son beneficiosos para la comunidad.	No interactúa con la comunidad.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

ANEXO D: RÚBRICA PARA LA OBSERVACIÓN DE LAS CLASES

Tabla A 4

Rúbrica para evaluar las capacidades de la competencia científica trabajadas en el transcurso del año y sus diferentes niveles de promoción⁹.

Capacidades de la Competencia Científica	Experto	Avanzado	Básico	Novel
Identificar problemas científicos.	Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante con el problema planteado, promueve a través de actividades un rol protagónico del estudiante en la reflexión sobre la situación. En la clase se observa un hilo conductor en el inicio, desarrollo y cierre, desde la presentación de la situación hasta la elaboración de preguntas y la conexión con contenidos conceptuales.	Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante con el problema planteado, promueve a través de actividades que guían un rol protagónico del estudiante en el pienso de la situación. No se observa un hilo conductor en el guion de la clase.	Promueve a través de actividades un rol protagónico del estudiante en el pienso de la situación. No se observa un hilo conductor en el guion de la clase.	Plantea el problema, interroga al grupo y determina el problema científico.
Formular preguntas investigables	Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante con la pregunta generadora, promueve a través de actividades graduales que guían, un rol protagónico del estudiante en el pienso de la pregunta. En la clase se observa un hilo conductor en el inicio, desarrollo y cierre, desde que plantea pregunta generadora, luego trabaja las características de la pregunta hasta la elaboración de las mismas, la conexión con los conceptos y la	Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante con la pregunta generadora, promueve a través de actividades que guían, un rol protagónico del estudiante en el pienso de la pregunta. No se observa un hilo conductor en el guion de la clase, ni propicia la evaluación mutua y/o autoevaluación.	Promueve a través de actividades un rol protagónico del estudiante en el pienso de la pregunta. No se observa un hilo conductor en el guion de la clase, ni propicia la evaluación mutua y/o autoevaluación.	Plantea la pregunta generadora pero no propone actividades que orienten la formulación de preguntas investigables, ni su evaluación

⁹ En la rúbrica se plantean las diferentes capacidades por separado, para un mejor análisis, lo cual no significa que se trabajen aisladas, pueden trabajarse varias de ellas en una clase.

		evaluación mutua y/o autoevaluación.			
Formular hipótesis.	las	Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante a formular hipótesis, promueve a través de actividades graduales que guían, un rol protagónico del estudiante en el pienso de las hipótesis. En la clase se observa un hilo conductor en el inicio, desarrollo y cierre, desde que plantea las hipótesis, luego trabaja las características hasta la elaboración de las mismas, la conexión con los contenidos conceptuales y la evaluación mutua y/o autoevaluación.	Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante a formular hipótesis, promueve a través de actividades que guían, un rol protagónico del estudiante en el pienso de las hipótesis. En la clase se observa un hilo conductor en el inicio, desarrollo y cierre, pero no trabaja las características y no realiza la evaluación mutua y/o autoevaluación.	Promueve a través de actividades un rol protagónico del estudiante en el pienso de las hipótesis No se observa un hilo conductor en el guion de la clase, ni propicia la evaluación mutua y/o autoevaluación.	Plantea que los estudiantes formulen hipótesis a partir de una pregunta investigable.
Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva, para hacer marco teórico.		Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante para elaborar marco teórico, promueve a través de actividades graduales que guían, un rol protagónico del estudiante en el pienso de paráfrasis, en la clase se observa un hilo conductor en el inicio, desarrollo y cierre, desde que plantea la tarea, luego trabaja las características hasta la elaboración del mismo, la conexión con los conceptos y la evaluación mutua y/o autoevaluación.	Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante para elaborar marco teórico, promueve a través de actividades que guían, un rol protagónico del estudiante en el pienso de paráfrasis, no se observa un hilo conductor en el guion de la clase ni trabaja las características ni la evaluación.	Promueve a través de actividades, un rol protagónico del estudiante en el pienso de paráfrasis, no se observa un hilo conductor en el guion de la clase ni trabaja las características ni la evaluación.	Plantea que los estudiantes elaboren un marco teórico.
Identificar variables		Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante para identificar las variables, promueve a través de actividades graduales que guían, un rol protagónico del estudiante en el pienso de los tipos de variables, en la clase se observa un hilo conductor en el inicio, desarrollo y	Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante para identificar las variables, promueve a través de actividades que guían, un rol protagónico del estudiante en el pienso de los tipos de variables. No	Promueve a través de actividades que guían, un rol protagónico del estudiante en el pienso de los tipos de variables. No se observa un hilo conductor ni evaluación.	Plantea a los estudiantes que identifiquen las variables.

		<p>cierre, desde que plantea la tarea, luego trabaja las características hasta la descripción de las mismas, la conexión con los conceptos y la evaluación mutua y/o autoevaluación.</p>	<p>se observa un hilo conductor a través del guion ni evaluación.</p>	
Diseñar una metodología	<p>Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante para realizar un diseño metodológico, promueve a través de actividades graduales que guían, un rol protagónico del estudiante en el diseño, en la clase se observa un hilo conductor en el inicio, desarrollo y cierre, desde que plantea la tarea, luego trabaja las características hasta el diseño del mismo y la evaluación mutua y/o autoevaluación.</p>	<p>Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante para realizar un diseño metodológico, promueve a través de actividades que guían, un rol protagónico del estudiante en el diseño. No se observa un hilo conductor en el guion de la clase ni la evaluación.</p>	<p>Promueve a través de actividades, un rol protagónico del estudiante en el diseño. No se observa un hilo conductor ni evaluación.</p>	<p>Plantea a los estudiantes que realicen un diseño metodológico .</p>
Realizar experiencias	<p>Constata coherencia entre materiales presentes y metodologías. Promueve a través de actividades graduales que guían, un rol protagónico del estudiante en la experimentación. En la clase se observa un hilo conductor durante el inicio, desarrollo y cierre, desde que recuerda precauciones, hasta la experimentación, posterior observación y la evaluación mutua y/o autoevaluación.</p>	<p>Constata coherencia entre materiales presentes y metodologías. Promueve a través de actividades que guían, un rol protagónico del estudiante en la experimentación. No se observa un hilo conductor durante el inicio, desarrollo y cierre, ni evaluación.</p>	<p>Promueve a través de actividades, un rol protagónico del estudiante en la experimentación . No se observa un hilo conductor durante el inicio, desarrollo y cierre, ni evaluación.</p>	<p>Plantea que se realicen las experiencias.</p>
Observar sistemáticamente.	<p>Propicia diferentes registros de la observación. Promueve a través de actividades graduales que guían, un rol protagónico del estudiante en la observación, en la clase se aprecia un hilo</p>	<p>Propicia diferentes registros de la observación. Promueve a través de actividades que guían, un rol protagónico del estudiante en la observación. No</p>	<p>Promueve a través de actividades, un rol protagónico del estudiante en la observación y el registro. No se aprecia un hilo</p>	<p>Plantea que los estudiantes observen y registren.</p>

	conductor en el inicio, desarrollo y cierre, desde que plantea la tarea, luego trabaja las características hasta el registro y la evaluación mutua y/o autoevaluación.	se aprecia un hilo conductor en el guion de la clase ni evaluación.	conductor en el guion de la clase ni evaluación.	
Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)	Propicia el uso de diferentes formatos para procesar los resultados. Promueve a través de actividades graduales que guían, un rol protagónico del estudiante, en la clase se aprecia un hilo conductor en el inicio, desarrollo y cierre, desde que plantea la tarea, luego trabaja los distintos formatos hasta la puesta en común y la evaluación mutua y/o autoevaluación.	Propicia el uso de diferentes formatos para procesar los resultados. Promueve a través de actividades que guían, un rol protagónico del estudiante. En la clase no se aprecia un hilo conductor ni la evaluación.	Promueve a través de actividades, un rol protagónico del estudiante. En la clase no se aprecia un hilo conductor ni la evaluación.	Plantea a los estudiantes que procesen los resultados
Formular conclusiones	Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante para elaborar conclusiones. Promueve a través de actividades graduales que guían, un rol protagónico del estudiante. En la clase se aprecia un hilo conductor en el inicio, desarrollo y cierre, desde que plantea la tarea, trabaja la estructura de una conclusión y realiza la evaluación mutua y/o autoevaluación.	Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante para elaborar conclusiones. Promueve a través de actividades que guían, un rol protagónico del estudiante. No se aprecia un hilo conductor ni realiza evaluación mutua y/o autoevaluación.	Promueve a través de actividades que guían, un rol protagónico del estudiante. No se aprecia un hilo conductor ni realiza evaluación mutua y/o autoevaluación.	Plantea que los estudiantes formulen conclusiones .
Dar a conocer los resultados	Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante para comunicar. Promueve a través de actividades graduales que guían, un rol protagónico del estudiante. En la clase se aprecia un hilo conductor en el inicio, desarrollo y cierre, desde que plantea la tarea, trabaja las posibles formas de comunicar, así como las	Utiliza recursos adecuados para motivar al estudiante para comunicar. Promueve a través de actividades que guían, un rol protagónico del estudiante. No se aprecia un hilo conductor, ni realiza evaluación.	Promueve a través de actividades, un rol protagónico del estudiante en la elaboración. No se aprecia un hilo conductor, ni realiza evaluación.	Plantea la elaboración de un póster o PowerPoint u otros.

	estructuras correspondientes y realiza la evaluación mutua y/o autoevaluación.		
Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones.	Propone que se distribuyan roles en el equipo. Atiende a que cada estudiante asuma su rol. Promueve la evaluación mutua y/o la autoevaluación del trabajo en equipo.	Propone que se distribuyan roles en el equipo. Promueve la evaluación mutua y/o la autoevaluación del trabajo en equipo.	Propone que se distribuyan roles en el equipo. No promueve la evaluación. Propone trabajo en equipo.

Nota. Fuente: elaboración propia

ANEXO E: SIGNIFICATIVIDAD ESTADÍSTICA

¿Existen diferencias significativas en la puntuación obtenida por los participantes antes y después de la intervención, con independencia del grupo al que pertenezcan?

Resultados:

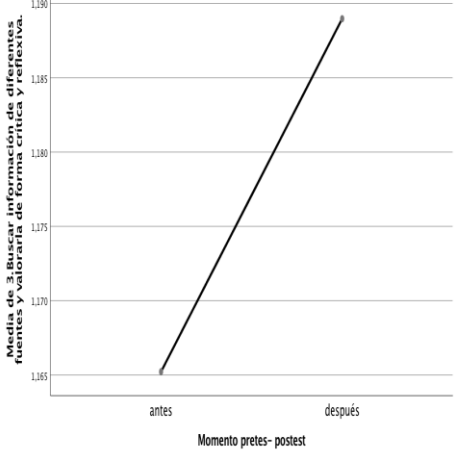
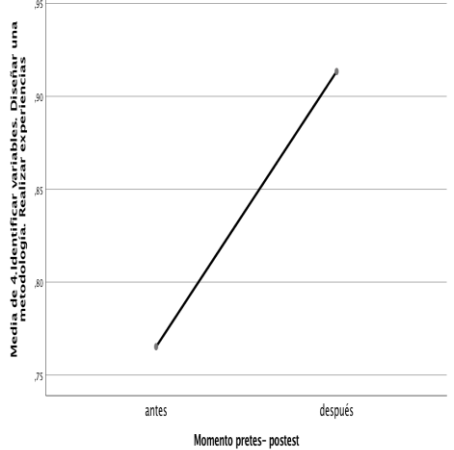
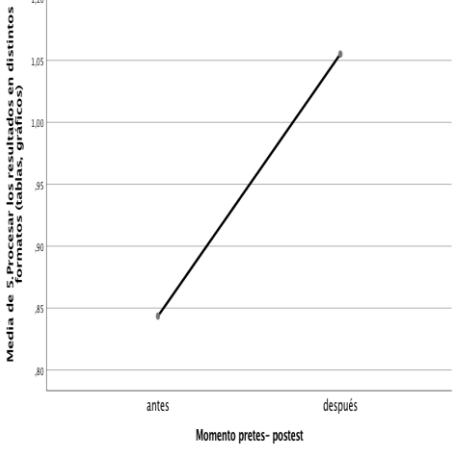
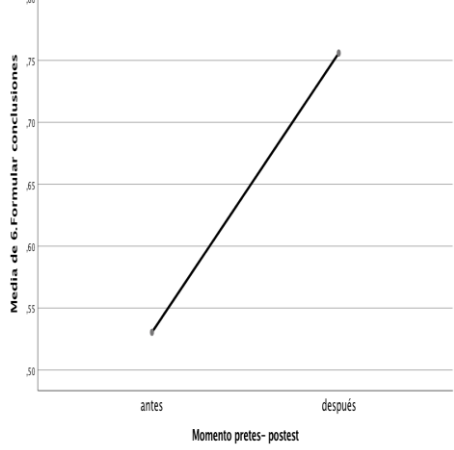
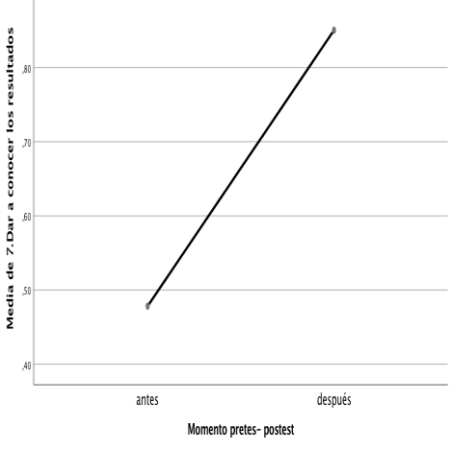
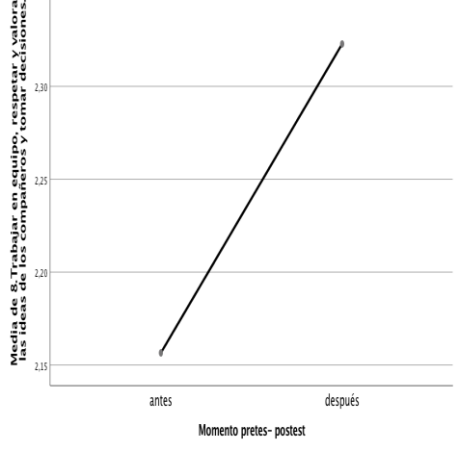
Antes: $M=8,947$ $DT= 4,416$

Después: $M=11,677$ $DT=7,215$

$U = 5712,5$ $p= 0,003$

¿Estas diferencias significativas, se establecen igualmente para cada uno de los indicadores medidos?

<p>Antes: $M=1,130$ $DT= 0,789$ Después: $M=1,834$ $DT=1,067$ $U = 4675,00$ $p= 0,000$</p>	<p>Antes: $M=1,130$ $DT= 0,922$ Después: $M=1,598$ $DT=1,229$ $U = 5794,00$ $p= 0,004$</p>

 <p>Media de 3. Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.</p> <p>Momento pretes- postest</p>	 <p>Media de 4. Identificar variables, plantear una metodología, realizar experimentos</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: M=1,165 DT= 1,161 Después: M=1,189 DT=1,219 $F(1,240) = 0,024$ $p= 0,877$</p>	<p>Antes: M=0,765 DT= 0,939 Después: M=0,913 DT=1,039 $F(1,240) = 1,343$ $p= 0,248$</p>
 <p>Media de 5. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)</p> <p>Momento pretes- postest</p>	 <p>Media de 6. Formular conclusiones</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: M=0,843 DT= 0,894 Después: M=1,055 DT=0,986 $F(1,240) = 3,035$ $p= 0,083$</p>	<p>Antes: M=0,530 DT= 0,692 Después: M=0,755 DT=0,989 $U = 6727,00$ $p= 0,236$</p>
 <p>Media de 7. Dar a conocer los resultados</p> <p>Momento pretes- postest</p>	 <p>Media de 8. Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones</p> <p>Momento pretes- postest</p>

<p>Antes: M=0,478 DT= 0,582 Después: M=0,850 DT=1,084 U = 6405,00 p= 0,066</p>	<p>Antes: M=2,156 DT= 1,295 Después: M=2,322 DT=1,246 F(1,240) = 1,035 p= 0,310</p>
<p>Medida de 0 Identificar prácticas científicas beneficiosas para la mayoría de los ciudadanos.</p> <p>Momento pretes- postest</p>	<p>Medida de Puntuación total alumno antes</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: M=0,747 DT= 0,698 Después: M=1,157 DT=1,237 U = 6416,50 p= 0,084</p>	<p>Antes: M=8,947 DT= 4,416 Después: M=11,677 DT=7,215 U = 5712,5 p= 0,003</p>

Figura A 1. Medias antes y después de la intervención de todos los participantes para las diferentes dimensiones de la competencia científica. Fuente: elaboración propia.

¿Estas diferencias significativas, se establecen igualmente para cada uno de los indicadores medidos, en cada uno de los cursos?

CURSO: PRIMERO 1

<p>Curso: Primero 1</p> <p>Medida de 1 Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicos. Utilizar evidencia científica.</p> <p>Momento pretes- postest</p>	<p>Curso: Primero 1</p> <p>Medida de 2 Identificar problemas científicos. Definir los términos de investigación. Formular las hipótesis.</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: M= 0,944 DT= 0,802 Después: M= 2,058 DT= 0,899</p>	<p>Antes: M= 0,889 DT= 0,963 Después: M= 1,941 DT= 1,088</p>

<p>$F(1,33) = 15,000$ $p= 0,000$</p>	<p>$F(1,33) = 9,202$ $p= 0,005$</p>
<p>Curso: Primero 1</p> <p>Medida de 3. Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.</p> <p>Momento pretes- postest</p>	<p>Curso: Primero 1</p> <p>Medida de 4. Identificar variables. Diseñar una metodología. Realizar experiencias</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: $M= 1,111$ $DT= 1,022$ Después: $M= 0,8235$ $DT= 1,236$ $F(1,33) = 0,565$ $p= 0,458$</p>	<p>Antes: $M= 0,222$ $DT= 0,428$ Después: $M= 0,823$ $DT= 1,014$ $U = 105,00$ $p= 0,060$</p>
<p>Curso: Primero 1</p> <p>Medida de 5. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)</p> <p>Momento pretes- postest</p>	<p>Curso: Primero 1</p> <p>Medida de 6. Formular conclusiones</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: $M= 1,166$ $DT= 0,857$ Después: $M= 1,059$ $DT= 0,966$ $F(1,33) = 0,122$ $p= 0,729$</p>	<p>Antes: $M= 0,500$ $DT= 0,618$ Después: $M= 0,412$ $DT= 0,795$ $F(1,33) = 0,135$ $p= 0,715$</p>

Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en Biología, sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de enseñanza secundaria

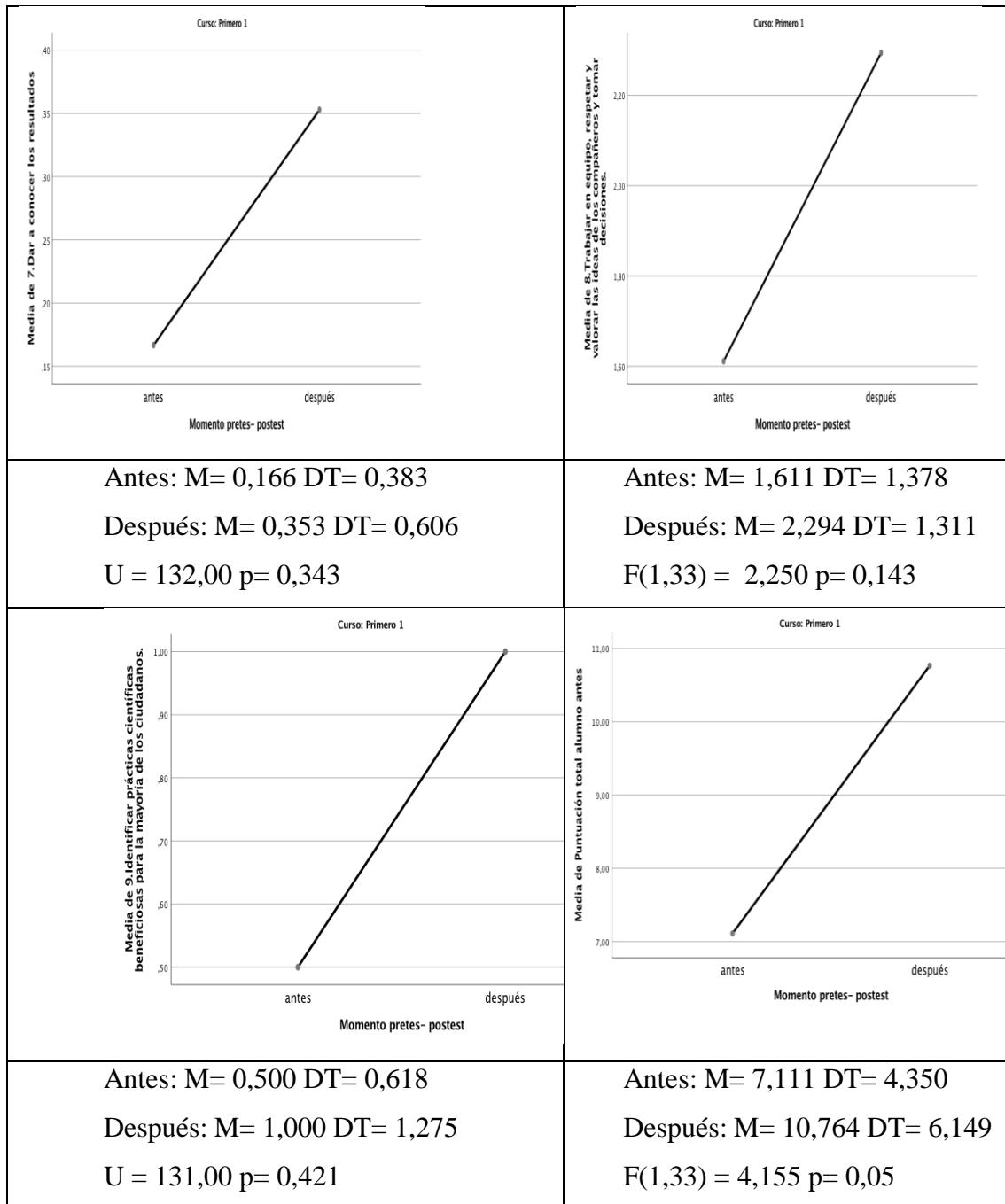
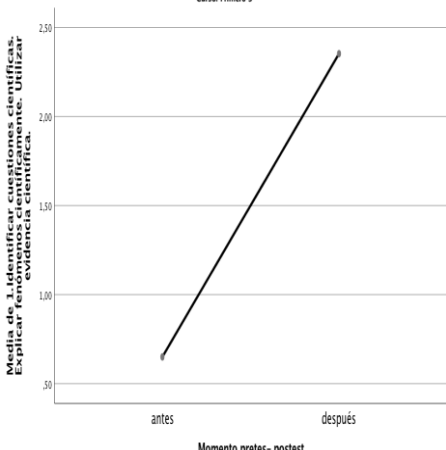
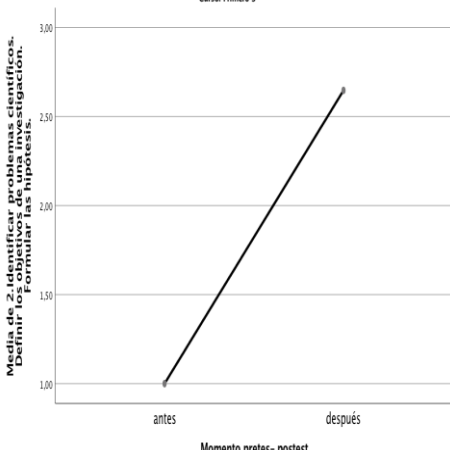
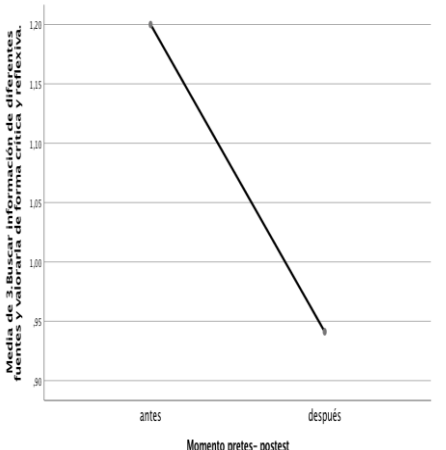
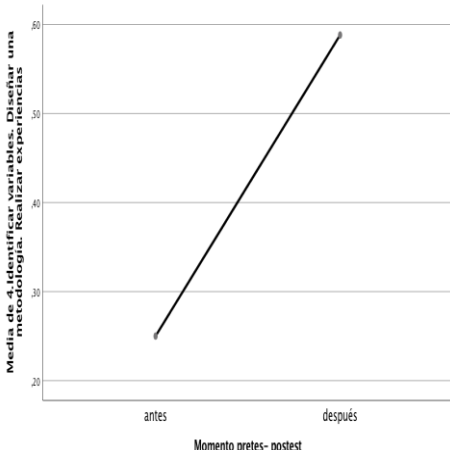
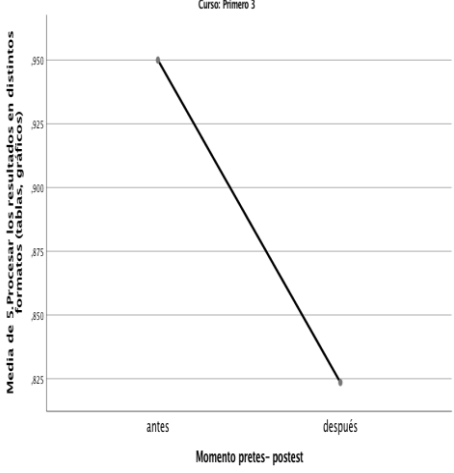
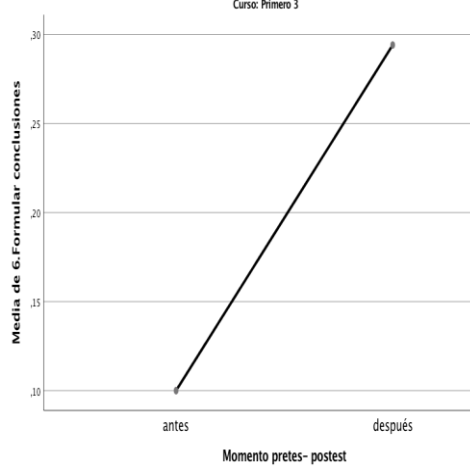
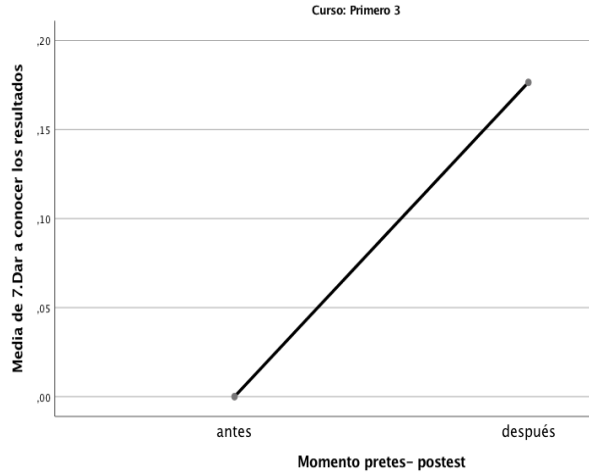
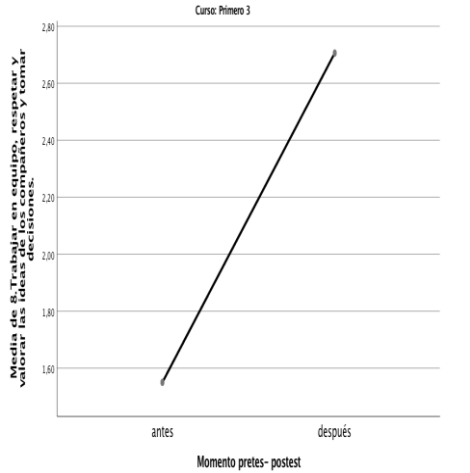


Figura A 2. Medias antes y después de la intervención en primero 1 para las diferentes dimensiones de la competencia científica. Fuente: Elaboración propia.

CURSO: PRIMERO 3

<p>Curso: Primero 3</p>  <p>Medida de 1. Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos Científicamente. Utilizar evidencia científica.</p> <p>Momento pretes- postest</p>	<p>Curso: Primero 3</p>  <p>Medida de 2. Identificar problemas científicos. Definir la hipótesis. Formular las hipótesis.</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: M= 0,650 DT= 0,587 Después: M= 2,353 DT= 0,861 F(1,36) = 50,602 p= 0,000</p>	<p>Antes: M= 1,000 DT= 1,026 Después: M= 2,647 DT= 0,861 F(1,36) = 27,366 p= 0,000</p>
<p>Curso: Primero 3</p>  <p>Medida de 3. Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.</p> <p>Momento pretes- postest</p>	<p>Curso: Primero 3</p>  <p>Medida de 4. Identificar variables. Placar una metodología. Realizar experimentos.</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: M= 1,200 DT= 0,951 Después: M= 0,941 DT= 1,248 F(1,36) = 0,511 p= 0,479</p>	<p>Antes: M= 0,250 DT= 0,444 Después: M= 0,588 DT= 1,003 U = 152,50 p= 0,494</p>

Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en Biología, sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de enseñanza secundaria

 <p>Curso: Primero 3</p> <p>Media de E. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)</p> <p>Momento pretes- postest</p>	 <p>Curso: Primero 3</p> <p>Media de 6. Formular conclusiones</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: M= 0,950 DT= 1,146 Después: M= 0,823 DT= 0,883 F(1,36) = 0,137 p= 0,713</p>	<p>Antes: M= 0,100 DT= 0,307 Después: M= 0,294 DT= 0,771 U = 156,00 p= 0,472</p>
 <p>Curso: Primero 3</p> <p>Media de 7. Dar a conocer los resultados</p> <p>Momento pretes- postest</p>	 <p>Curso: Primero 3</p> <p>Media de 8. Trabaja en equipo, respeta y valora las ideas de los compañeros y tomar decisiones.</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: M= 0,000 DT= 0,000 Después: M= 0,176 DT= 0,528 U = 150,00 p= 0,120</p>	<p>Antes: M= 1,550 DT= 1,503 Después: M= 2,706 DT= 0,771 U = 105,50 p= 0,019</p>

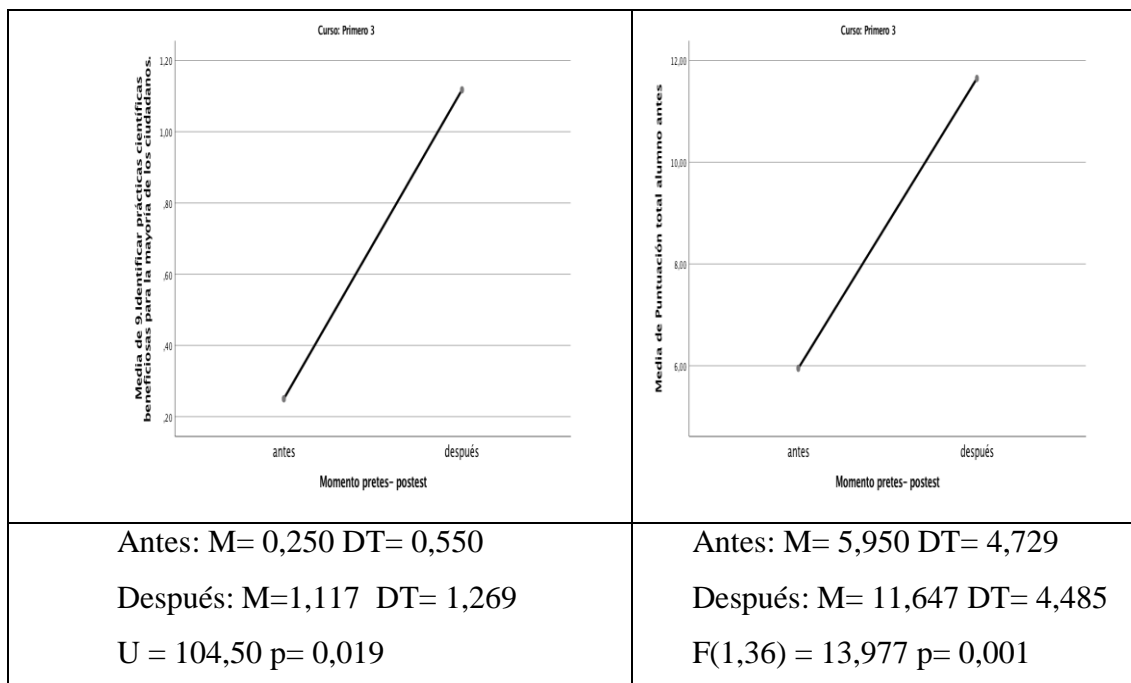
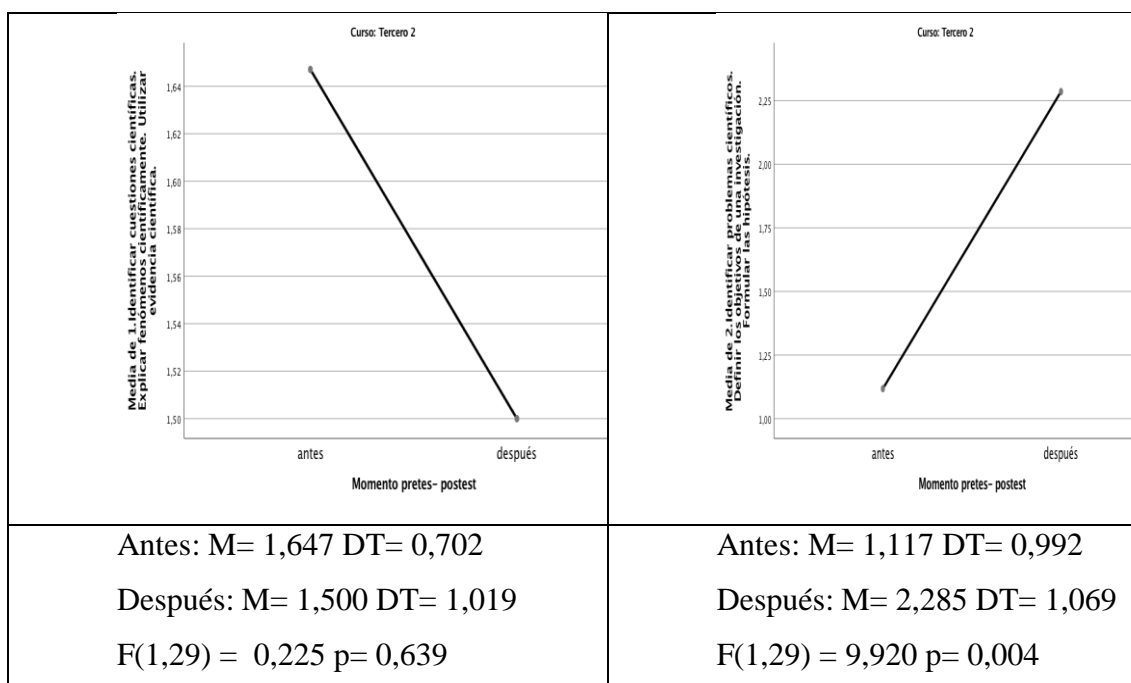


Figura A 3. Medias antes y después de la intervención en primero 3 para las diferentes dimensiones de la competencia científica. Fuente: Elaboración propia.

CURSO: TERCERO 2



Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en Biología, sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de enseñanza secundaria

<p>Curso: Tercero 2</p> <p>Media de 3. Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.</p> <p>Momento pretes- postest</p>	<p>Curso: Tercero 2</p> <p>Media de 4. Identificar variables. Diseñar una metodología. Realizar experiencias</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: M= 1,588 DT= 1,175 Después: M= 1,071 DT= 0,917 F(1,29) = 1,799 p= 0,190</p>	<p>Antes: M= 0,647 DT= 0,492 Después: M= 1,143 DT= 0,949 U = 83,50 p= 0,121</p>
<p>Curso: Tercero 2</p> <p>Media de 5. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)</p> <p>Momento pretes- postest</p>	<p>Curso: Tercero 2</p> <p>Media de 6. Formular conclusiones</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: M= 0,706 DT= 1,160 Después: M= 0,928 DT= 0,997 F(1,29) = 0,320 p= 0,576</p>	<p>Antes: M= 0,470 T= 0,800 Después: M= 0,928 DT= 0,997 F(1,29) = 2,016 p= 0,166</p>

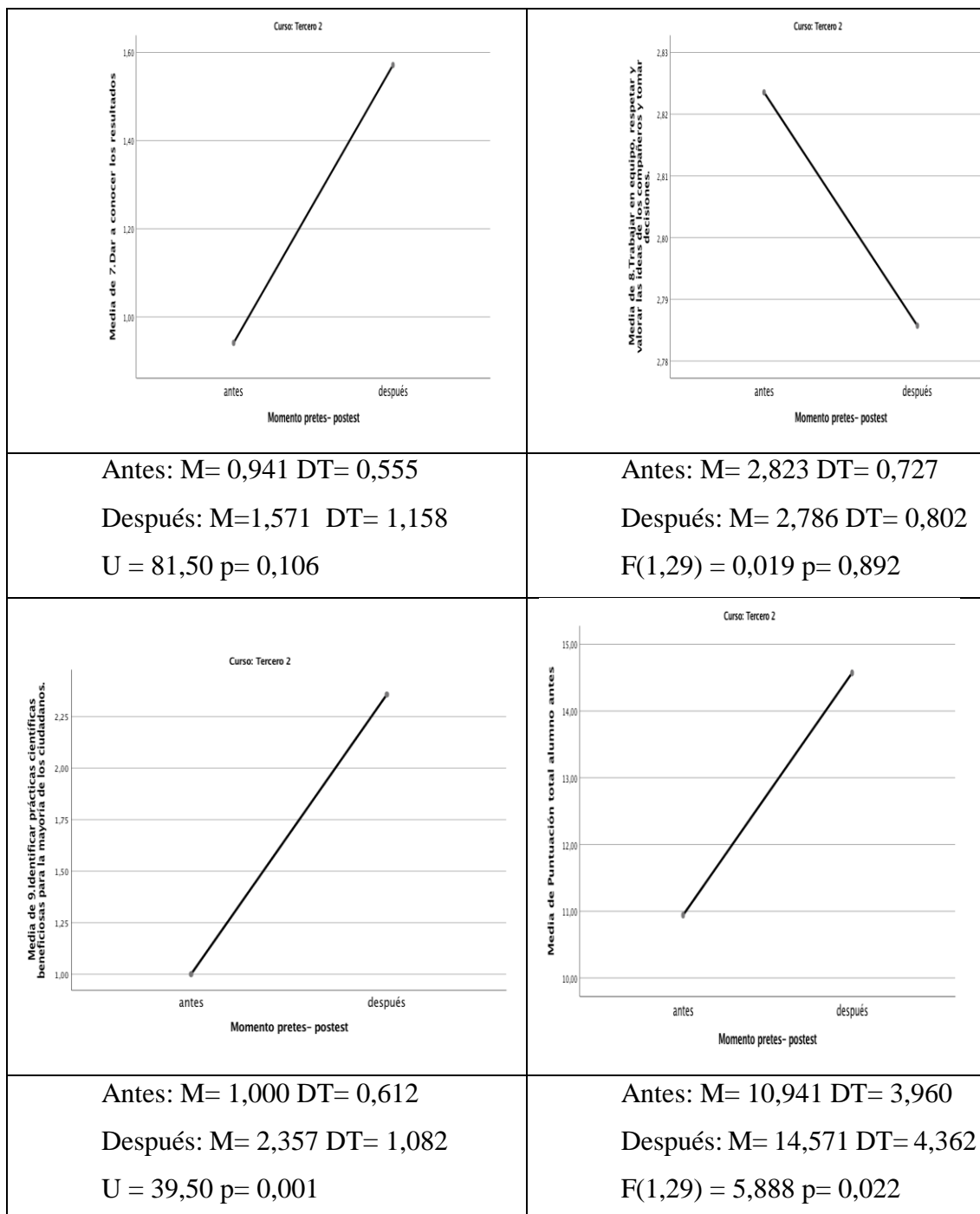
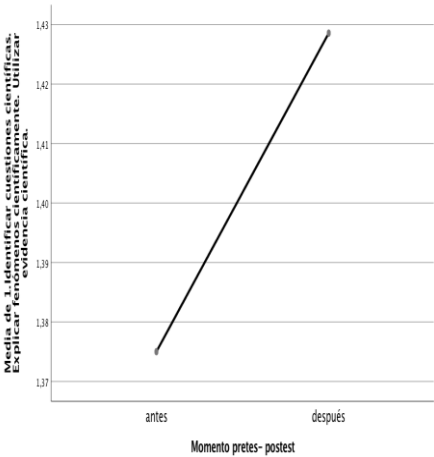
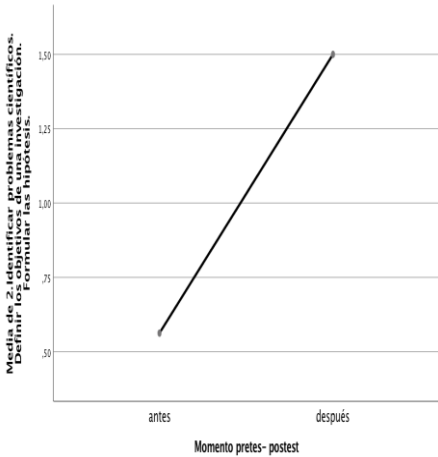
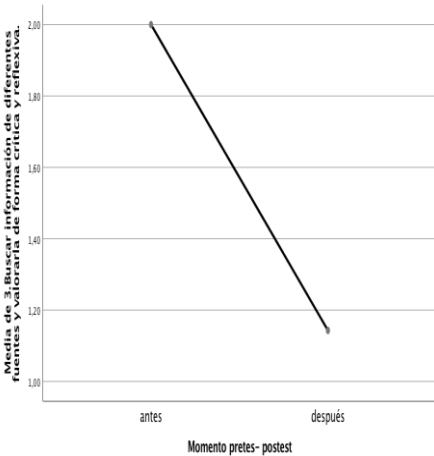
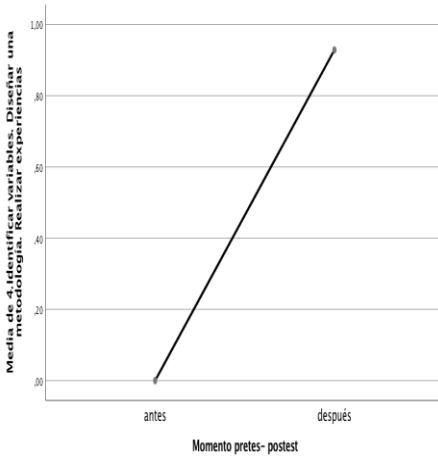
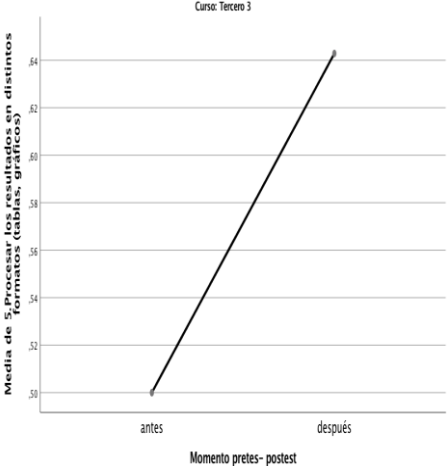
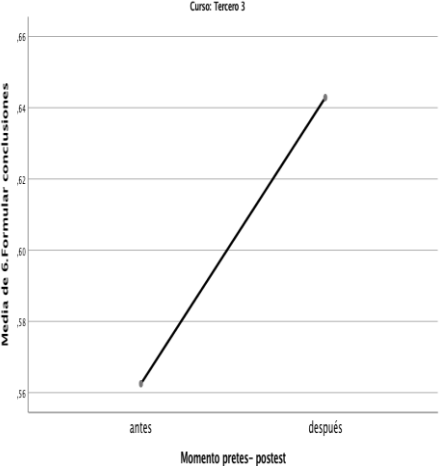
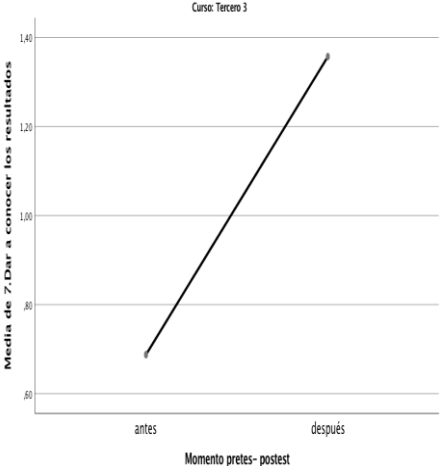
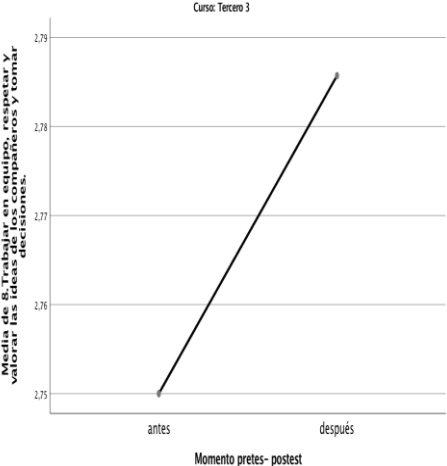


Figura A 4. Medias antes y después de la intervención en tercero 2 para las diferentes dimensiones de la competencia científica. Fuente: Elaboración propia.

CURSO: TERCERO 3

 <p>Curso: Tercero 3</p> <p>Medida de 1 Identificar cuestiones científicas. Explicar fenómenos científicamente. Utilizar evidencia científica.</p> <p>Momento pretes- postest</p>	 <p>Curso: Tercero 3</p> <p>Medida de 2 Identificar problemas científicos. Definir los objetivos de una investigación. Formular las hipótesis.</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: M= 1,375 DT= 0,719</p> <p>Después: M= 1,428 DT= 0,851</p> <p>F(1,28) = 0,035 p= 0,853</p>	<p>Antes: M= 0,562 DT= 0,512</p> <p>Después: M= 1,500 DT= 1,019</p> <p>U = 51,00 p= 0,007</p>
 <p>Curso: Tercero 3</p> <p>Medida de 3 Buscar información de diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y reflexiva.</p> <p>Momento pretes- postest</p>	 <p>Curso: Tercero 3</p> <p>Medida de 4 Identificar variables. Diseñar una metodología. Realizar experiencias.</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: M= 2,000 DT= 1,154</p> <p>Después: M= 1,143 DT= 0,864</p> <p>F(1,28) = 5,169 p= 0,031</p>	<p>Antes: M= 0,000 DT= 0,000</p> <p>Después: M= 0,929 DT= 0,917</p> <p>U = 40,00 p= 0,000</p>

 <p>Curso: Tercero 3</p> <p>Media de 5. Procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficos)</p> <p>Momento pretes- postest</p>	 <p>Curso: Tercero 3</p> <p>Media de 6. Formular conclusiones</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: M= 0,500 DT= 0,816</p> <p>Después: M= 0,643 DT= 0,633</p> <p>$F(1,28) = 0,280$ $p= 0,601$</p>	<p>Antes: M= 0,562 DT= 0,814</p> <p>Después: M= 0,643 DT= 0,633</p> <p>$F(1,28) = 0,089$ $p= 0,768$</p>
 <p>Curso: Tercero 3</p> <p>Media de 7. Dar a conocer los resultados</p> <p>Momento pretes- postest</p>	 <p>Curso: Tercero 3</p> <p>Media de 8. Trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones.</p> <p>Momento pretes- postest</p>
<p>Antes: M= 0,687 DT= 0,793</p> <p>Después: M= 1,357 DT= 1,082</p> <p>$F(1,28) = 3,803$ $p= 0,061$</p>	<p>Antes: M= 2,750 DT= 0,774</p> <p>Después: M= 2,785 DT= 0,801</p> <p>$F(1,28) = 0,015$ $p= 0,902$</p>

Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en Biología, sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de enseñanza secundaria

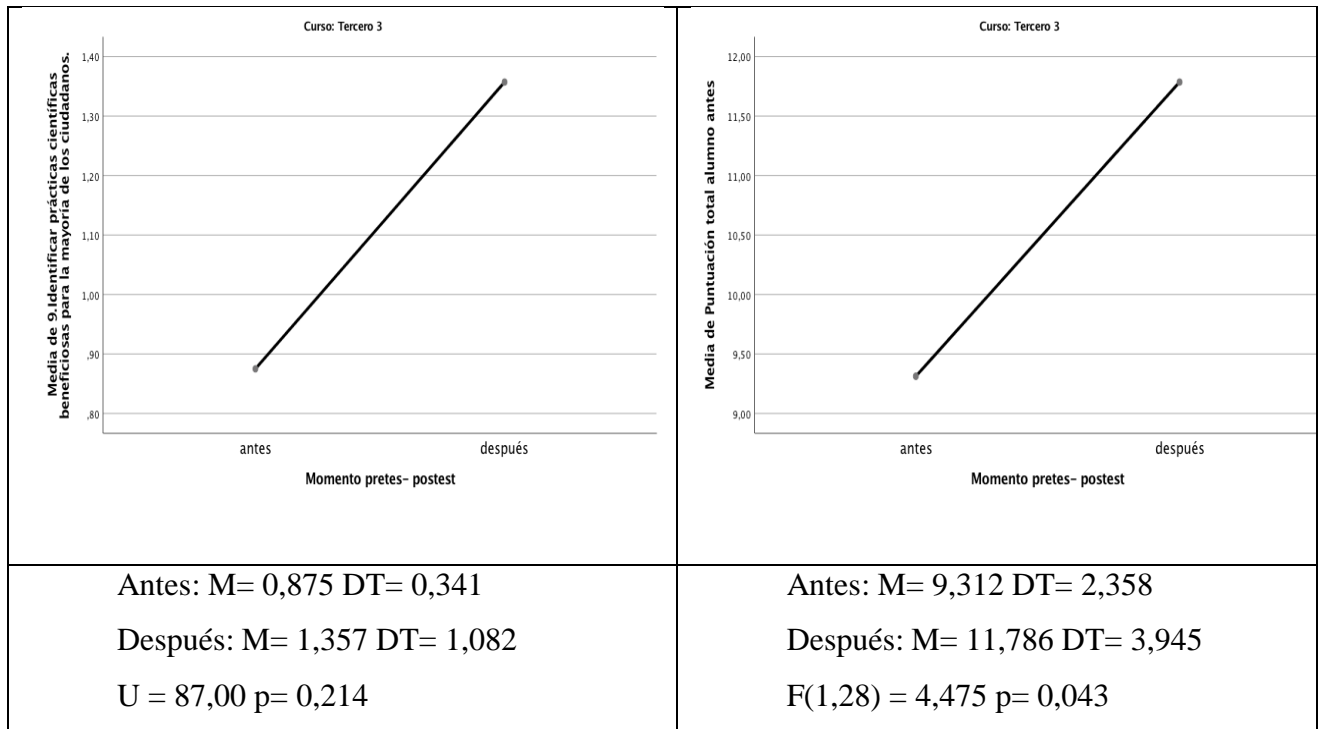
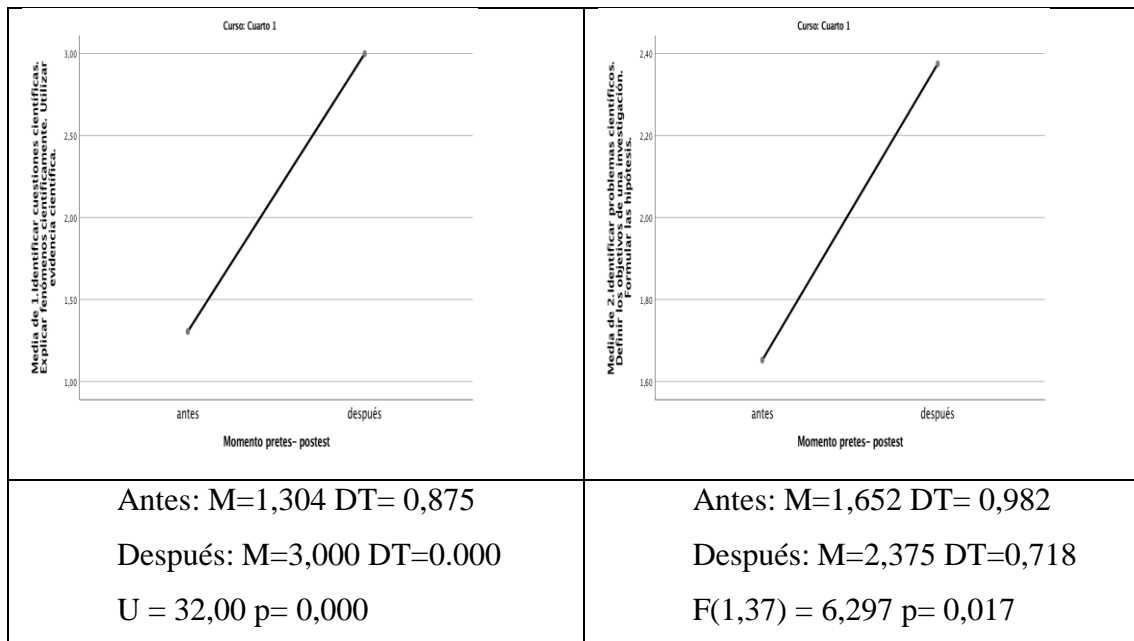
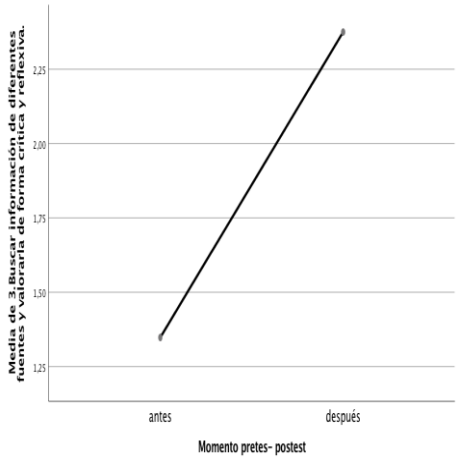
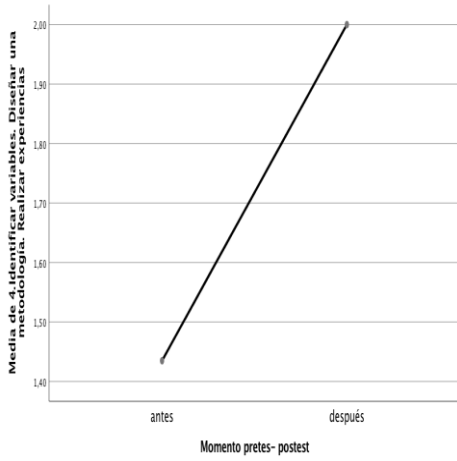
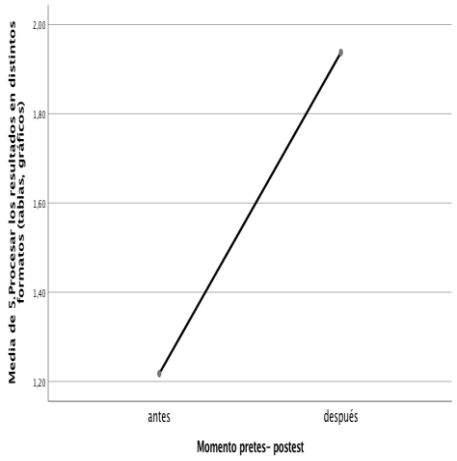
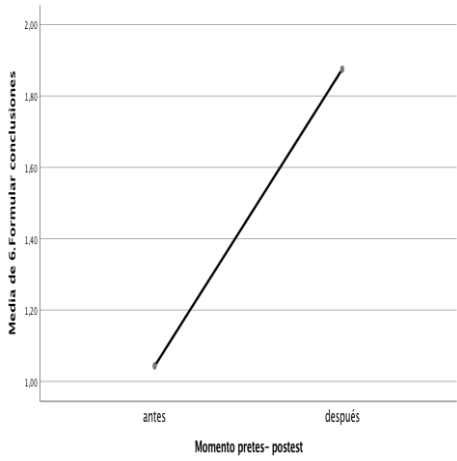


Figura A 5. Medias antes y después de la intervención en tercero 3 para las diferentes dimensiones de la competencia científica.

CURSO: CUARTO 1



	
<p>Antes: M=1,347 DT= 1,228 Después: M=2,375 DT=1,024 $F(1,37) = 7,523$ p= 0,009</p>	<p>Antes: M=1,434 DT= 0,895 Después: M=2,000 DT=0,816 $F(1,37) = 4,034$ p= 0,05</p>
	
<p>Antes: M=1,217 DT= 0,421 Después: M=1,937 DT=0,853 $F(1,37) = 12,191$ p= 0,001</p>	<p>Antes: M=1,043 DT= 0,705 Después: M=1,875 DT=0,718 $F(1,37) = 12,904$ p= 0,001</p>

Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en Biología, sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de enseñanza secundaria

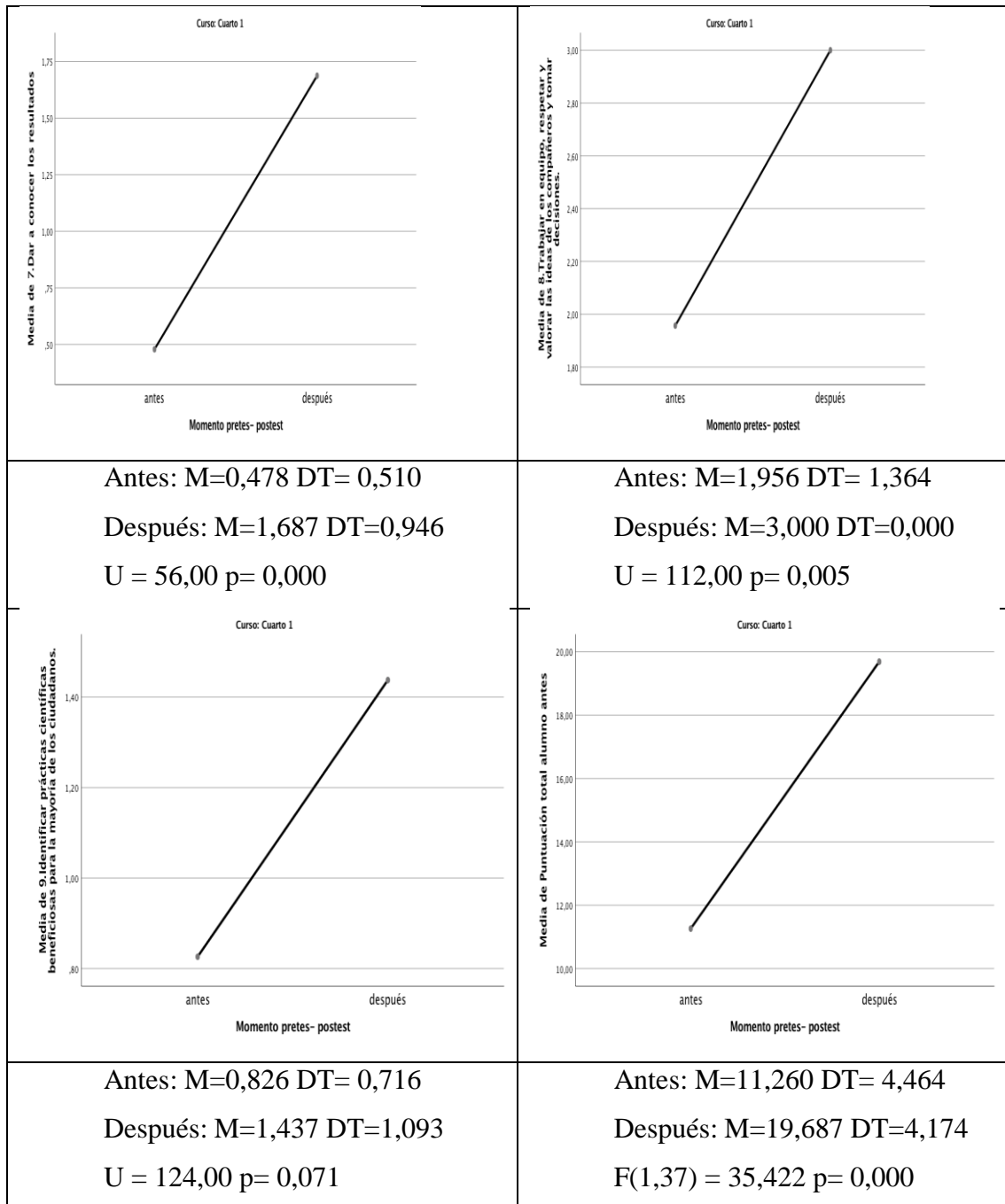
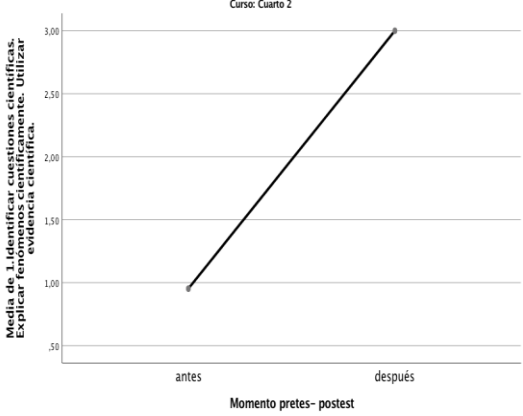
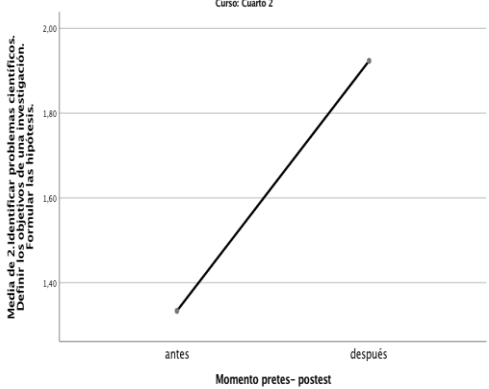
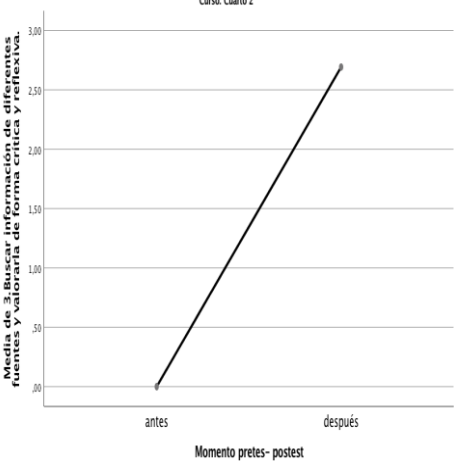
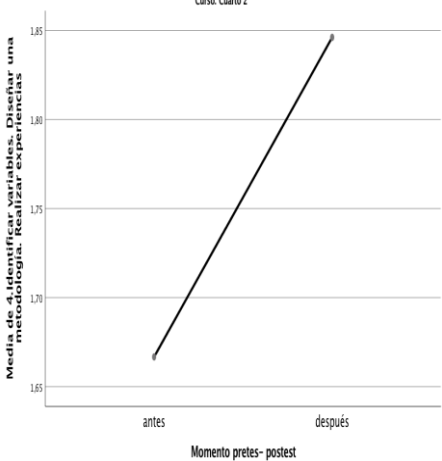


Figura A 6. Medias antes y después de la intervención en cuarto 1 para las diferentes dimensiones de la competencia científica. Fuente: Elaboración propia.

CURSO: CUARTO 2

	
<p>Antes: M= 0,952 DT= 0,669 Después: M= 3,000 DT= 0,000 U = 0,00 p= 0,000</p>	<p>Antes: M= 1,333 DT= 0,577 Después: M= 1,923 DT= 0,954 U = 90,50 p= 0,006</p>
	
<p>Antes: M= 0,000 DT= 0,000 Después: M=2,692 DT= 0,751 U = 0,00 p= 0,000</p>	<p>Antes: M= 1,667 DT= 1,110 Después: M= 1,846 DT= 0,899 F(1,32) = 0,241 p= 0,627</p>

Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en Biología, sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de enseñanza secundaria

<p>Antes: M= 0,428 DT= 0,597 Después: M= 2,154 DT= 0,800 $F(1,32) = 51,553$ p= 0,000</p>	<p>Antes: M= 0,428 DT= 0,507 Después: M= 1,769 DT= 1,165 $U = 49,50$ p= 0,001</p>
<p>Antes: M= 0,667 DT= 0,483 Después: M= 2,308 DT= 0,630 $F(1,32) = 73,330$ p= 0,000</p>	<p>Antes: M= 2,428 DT= 1,207 Después: M= 3,000 DT= 0,000 $U = 110,50$ p= 0,099</p>

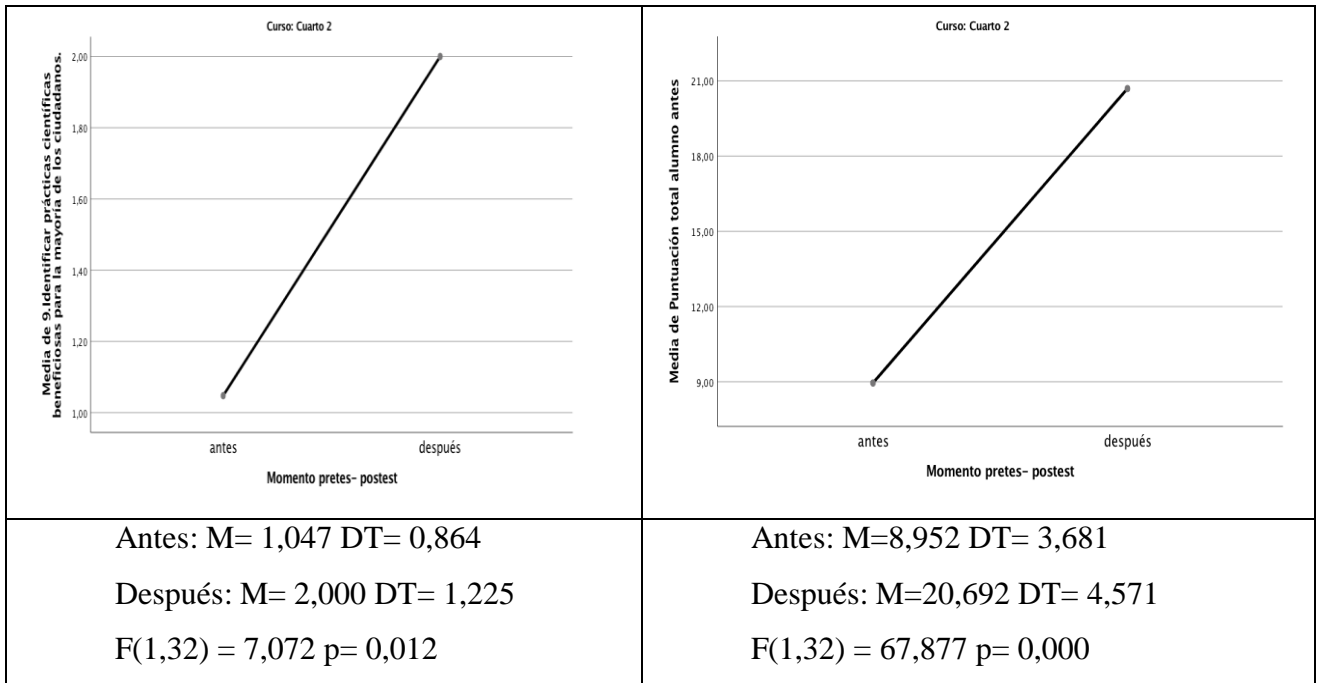


Figura A 7. Medias antes y después de la intervención en cuarto 2 para las diferentes dimensiones de la competencia científica. Fuente: Elaboración propia.

ANEXO F: MUESTRA DE PÓSTERES



Figura A 8. Afiche para invitar a la Muestra. Fuente: elaboración propia.



Figura A 9. Escolares visitando la muestra. Fuente: elaboración propia.



Figura A 10. Estudiantes de diferentes proyectos intercambiando sobre los mismos. Fuente: elaboración propia.

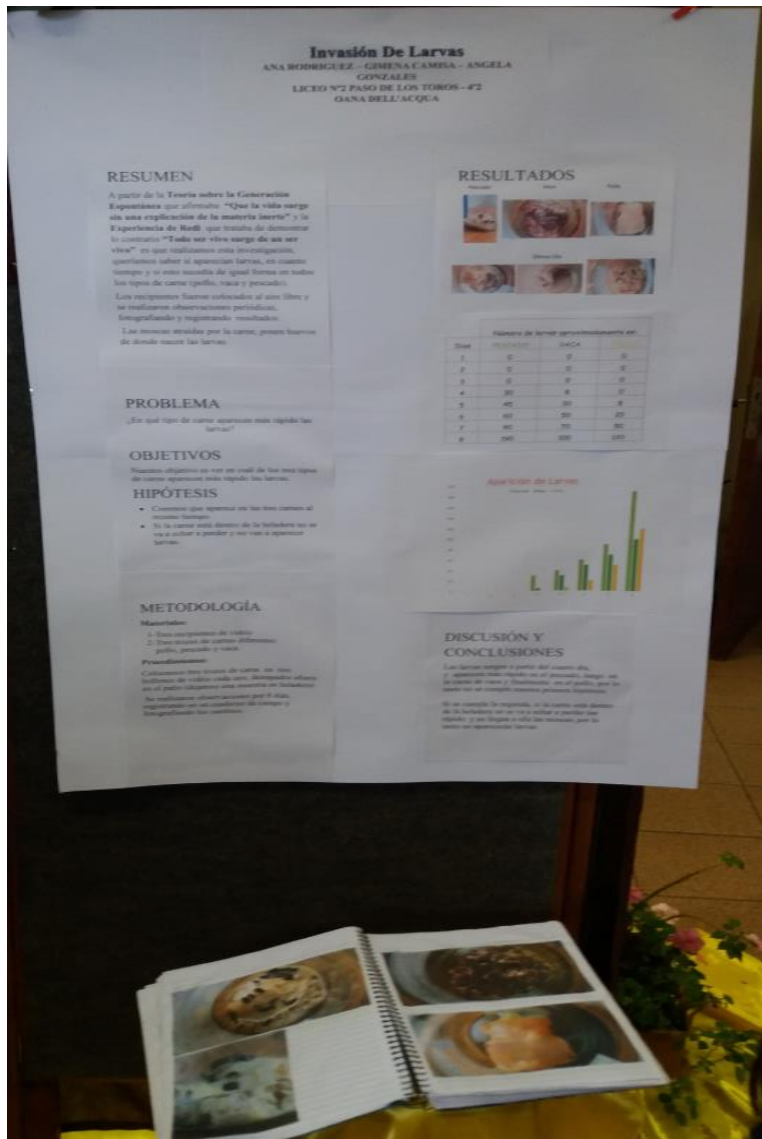


Figura A 11. Póster de cuarto presentado en la muestra. Fuente: elaboración propia.

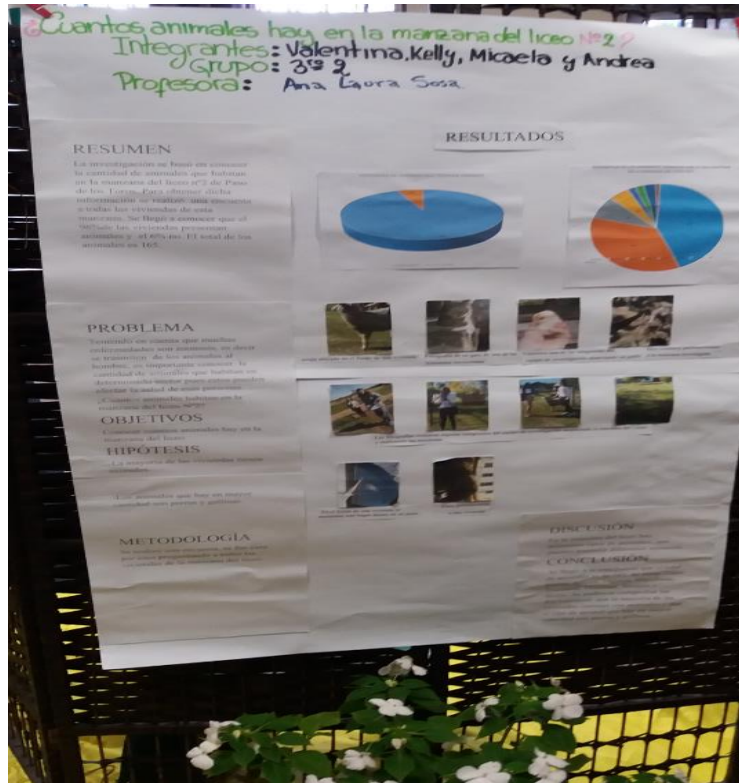


Figura A 12. Póster de tercero presentado en la muestra. Fuente: elaboración propia.

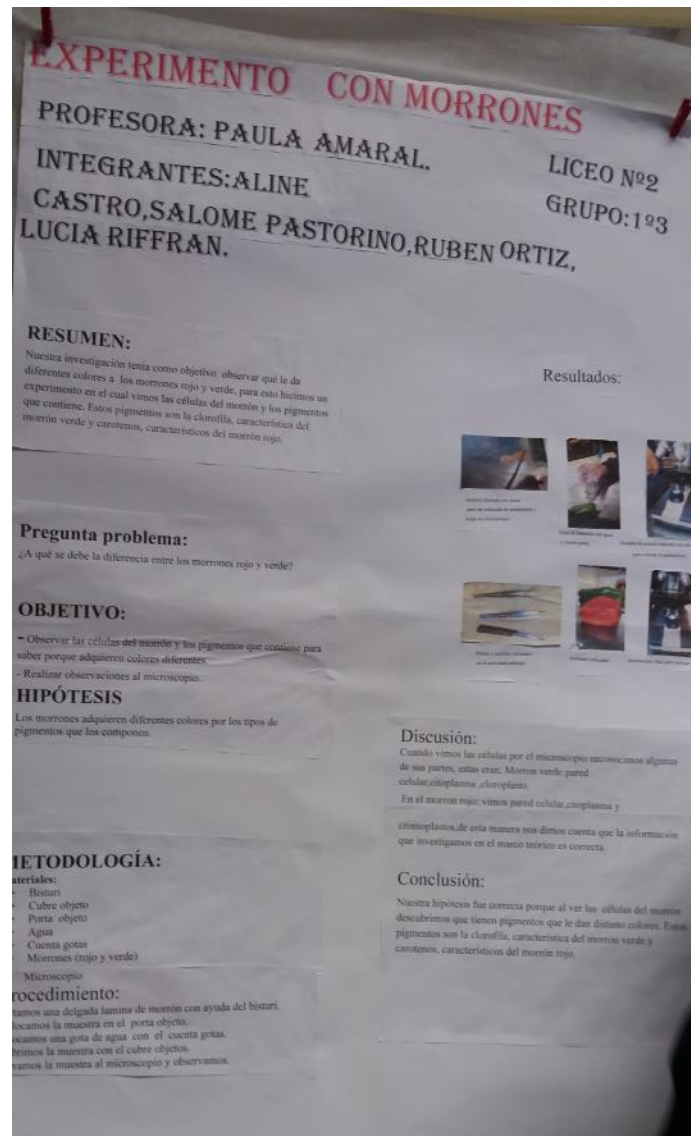


Figura A 13. Póster de primero presentado en la muestra. Fuente: elaboración propia.

ANEXO G: GRUPOS FOCALES ANALIZADOS CON ATLAS TI

G. 1. Grupo focal con estudiantes una vez terminada la primera secuencia

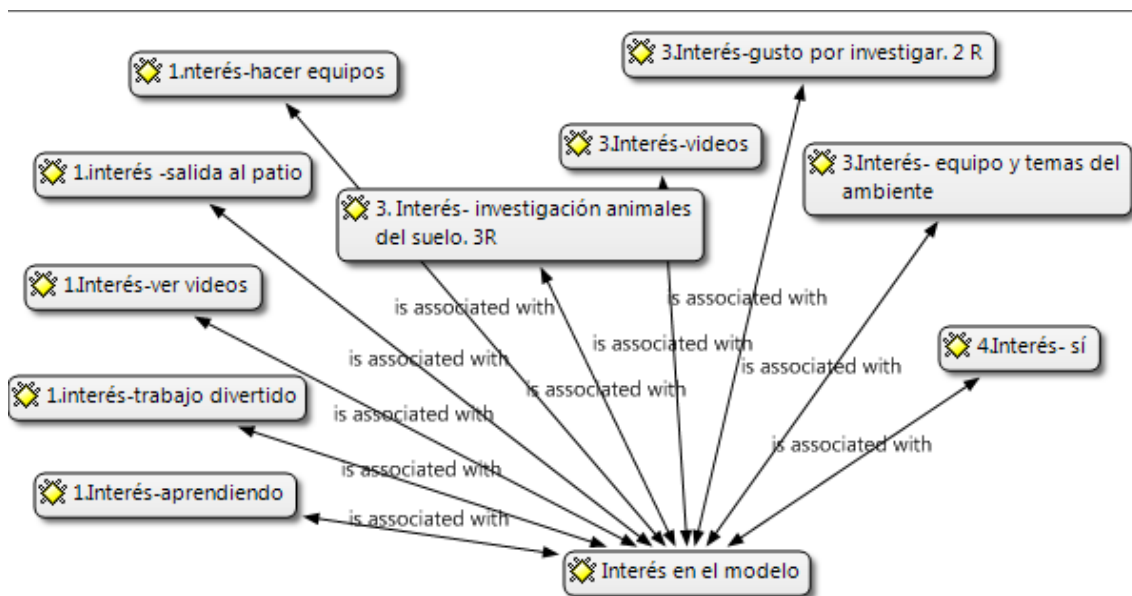


Figura A 14. Respuestas de estudiantes sobre interés en el modelo, en grupo focal realizado al finalizar la primera secuencia. Fuente: elaboración propia.

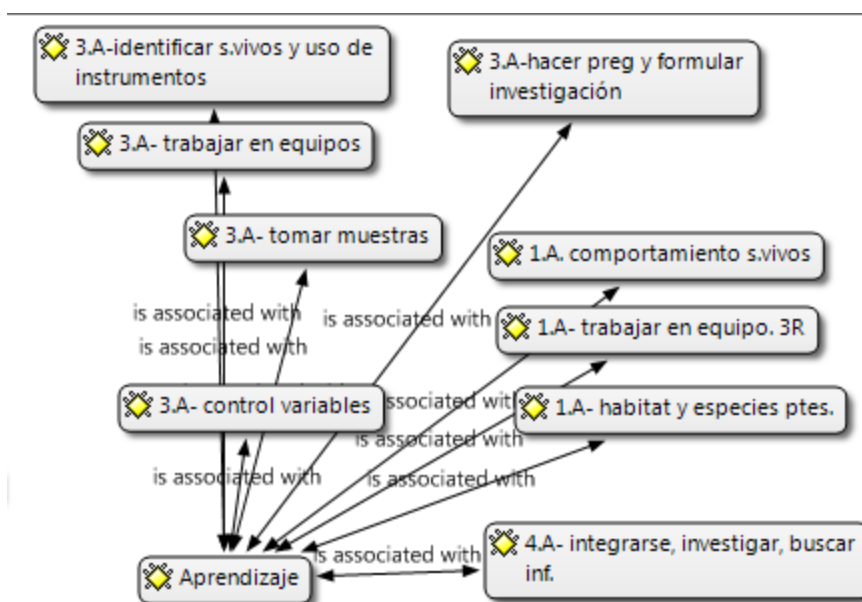


Figura A 15. Respuestas de estudiantes sobre su aprendizaje, en grupo focal realizado al finalizar la primera secuencia. Fuente: elaboración propia.

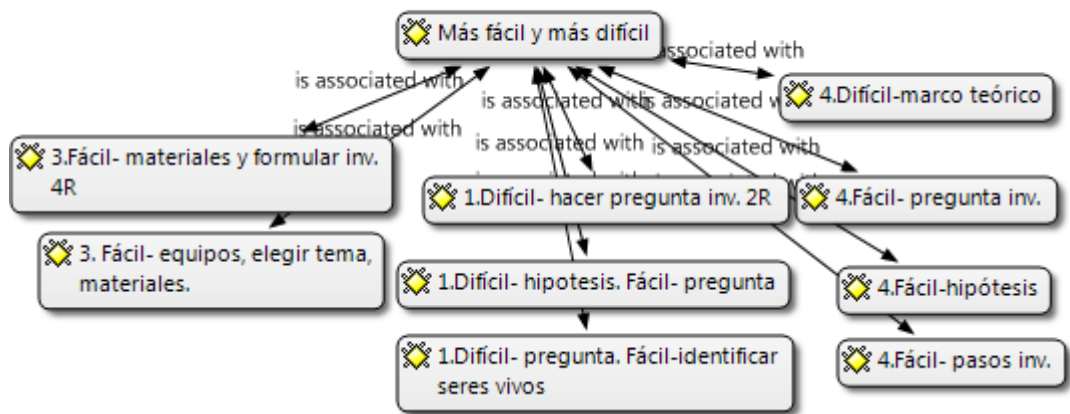


Figura A 16 Respuestas de estudiantes acerca de las actividades más fáciles y difíciles, a partir de grupo focal realizado al finalizar la primera secuencia. Fuente: elaboración propia.

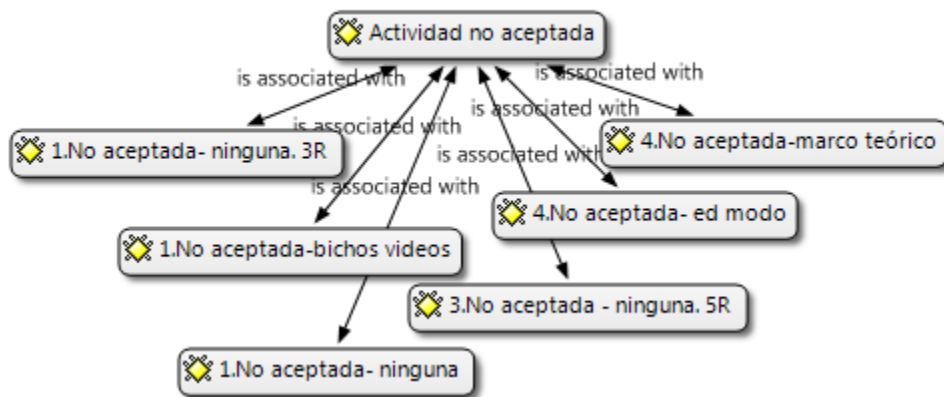


Figura A 17 Respuestas de estudiantes acerca de las actividades que no les gustaron, a partir de grupo focal realizado al finalizar la primera secuencia. Fuente: elaboración propia.

G.2. Grupo focal realizado con estudiantes en la segunda secuencia

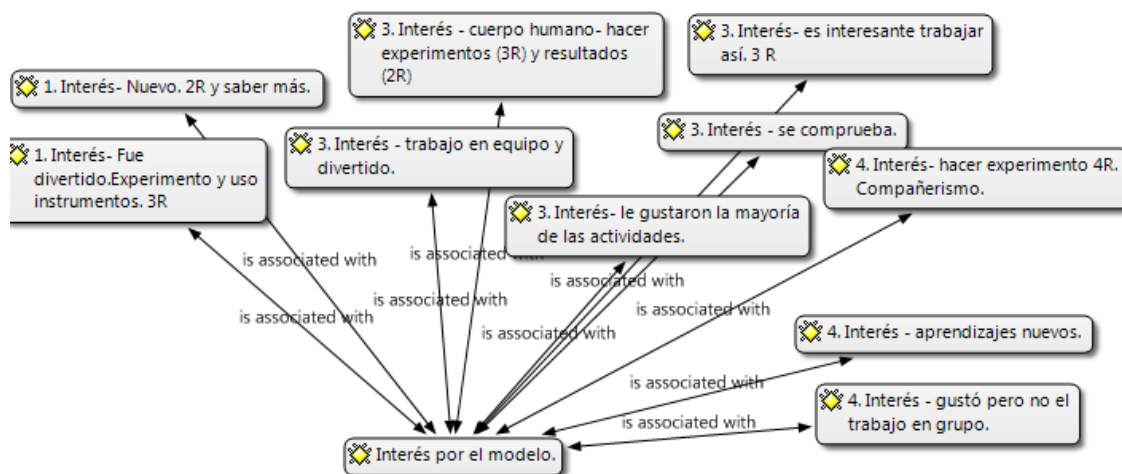


Figura A 18 Respuestas de estudiantes sobre interés en el modelo, obtenidas a partir de grupo focal realizado en la segunda secuencia. Fuente: elaboración propia.

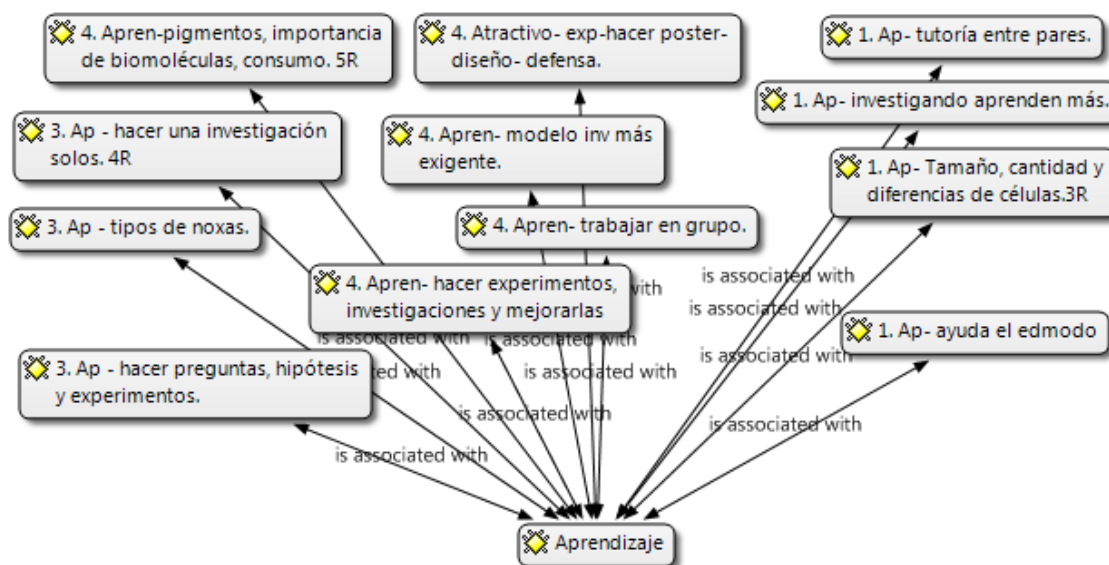


Figura A 19. Respuestas de estudiantes sobre los temas que ellos consideran que aprendieron, obtenidas de grupo focal realizado en la segunda secuencia. Fuente: elaboración propia.

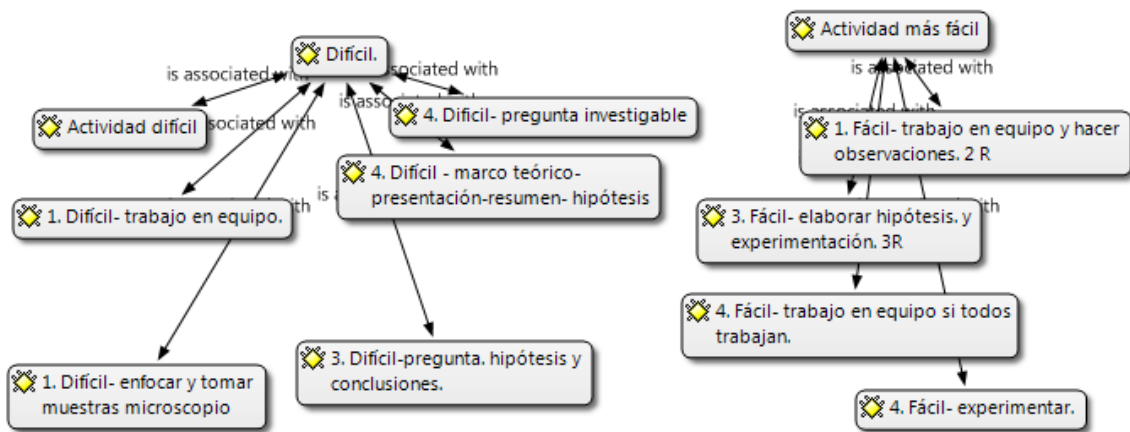


Figura A 20. Respuestas de estudiantes sobre los temas que les resultaron más fáciles o más difíciles, a partir de grupo focal realizado en la segunda secuencia. Fuente: elaboración propia.

G.3. Grupo focal estudiantes tercera secuencia

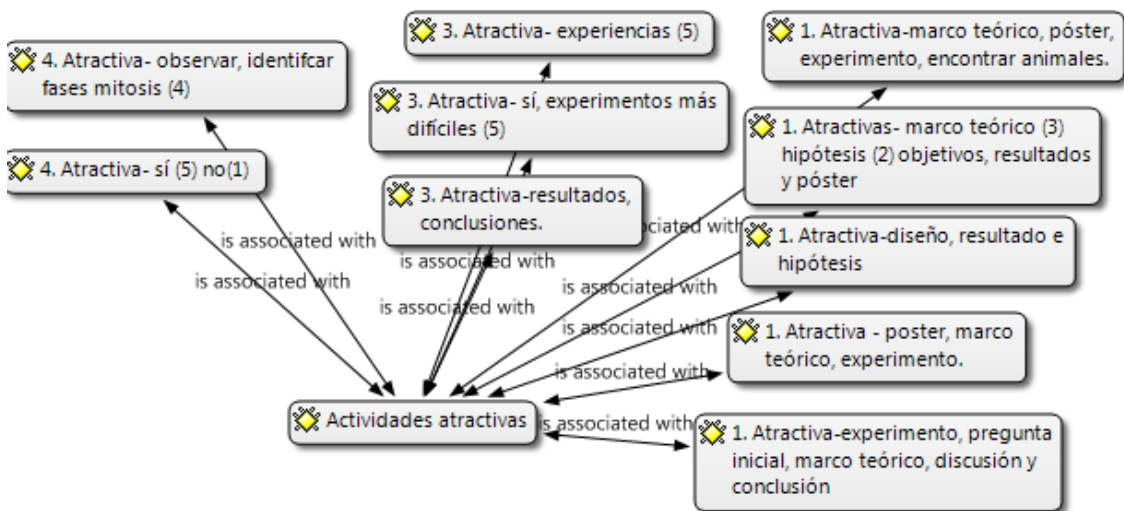


Figura A 21 Respuestas de estudiantes sobre las actividades que les gustaron más en grupo focal realizado en la tercera secuencia. Fuente: elaboración propia.

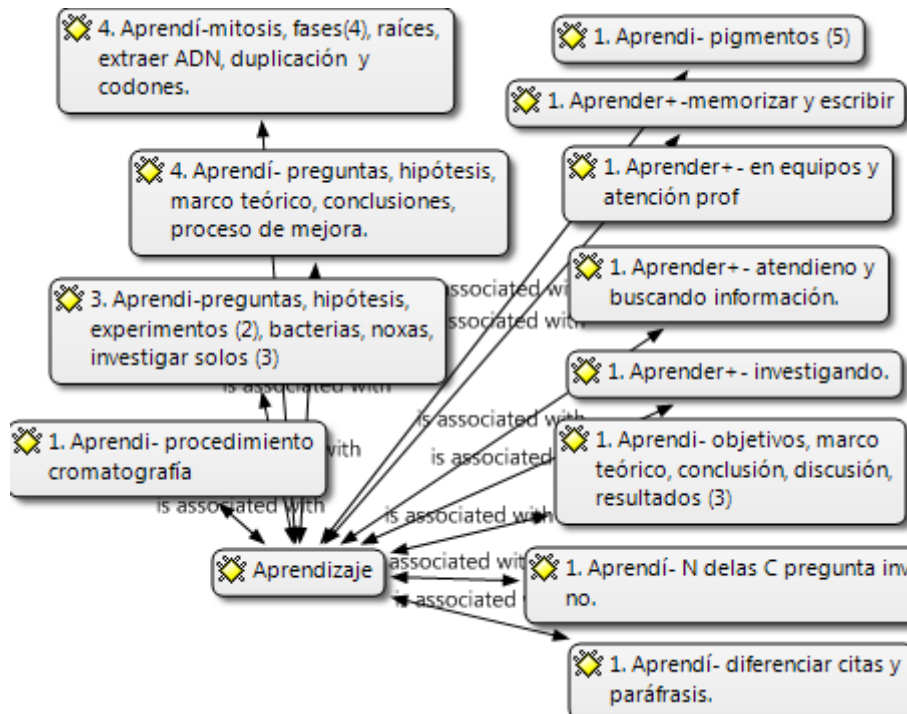


Figura A 22. Respuestas de estudiantes sobre lo que aprendieron en el grupo focal realizado en la tercera secuencia. Fuente: elaboración propia.

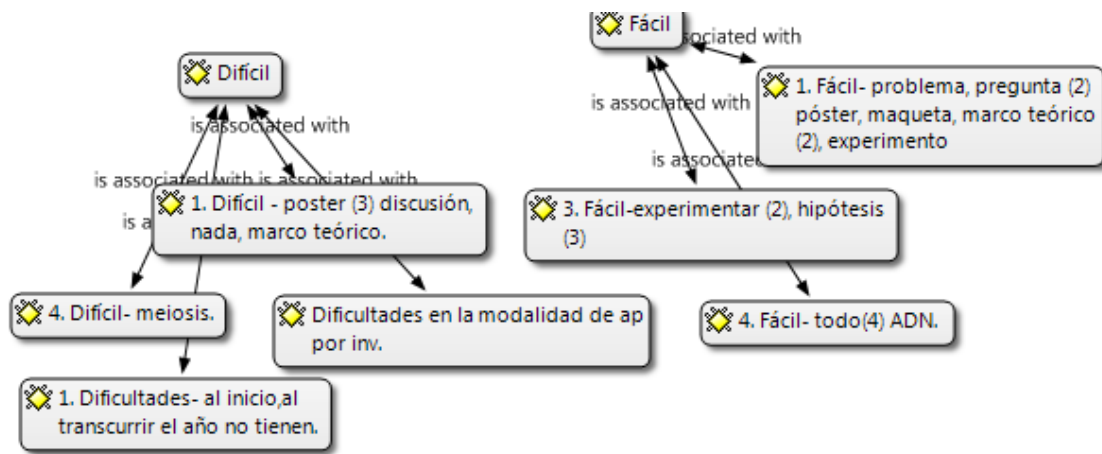


Figura A 23. Respuestas de estudiantes respecto a las actividades más fáciles y más difíciles a partir de grupo focal realizado en la tercera secuencia. Fuente: elaboración propia.

G.4. Grupo focal con docentes luego de la primera secuencia

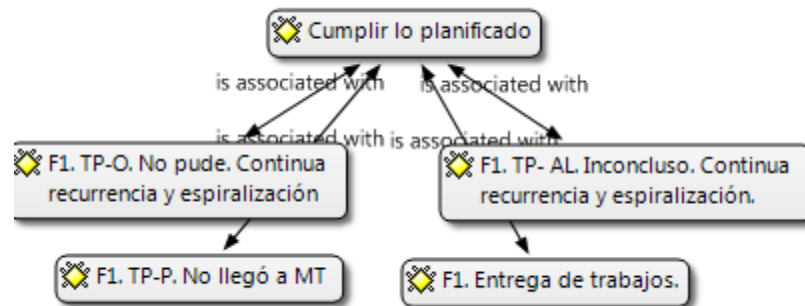


Figura A 24. Respuestas de docentes sobre si pudieron cumplir con lo planificado para la secuencia, obtenidas de grupo focal realizado al finalizar primera secuencia. Fuente: elaboración propia.

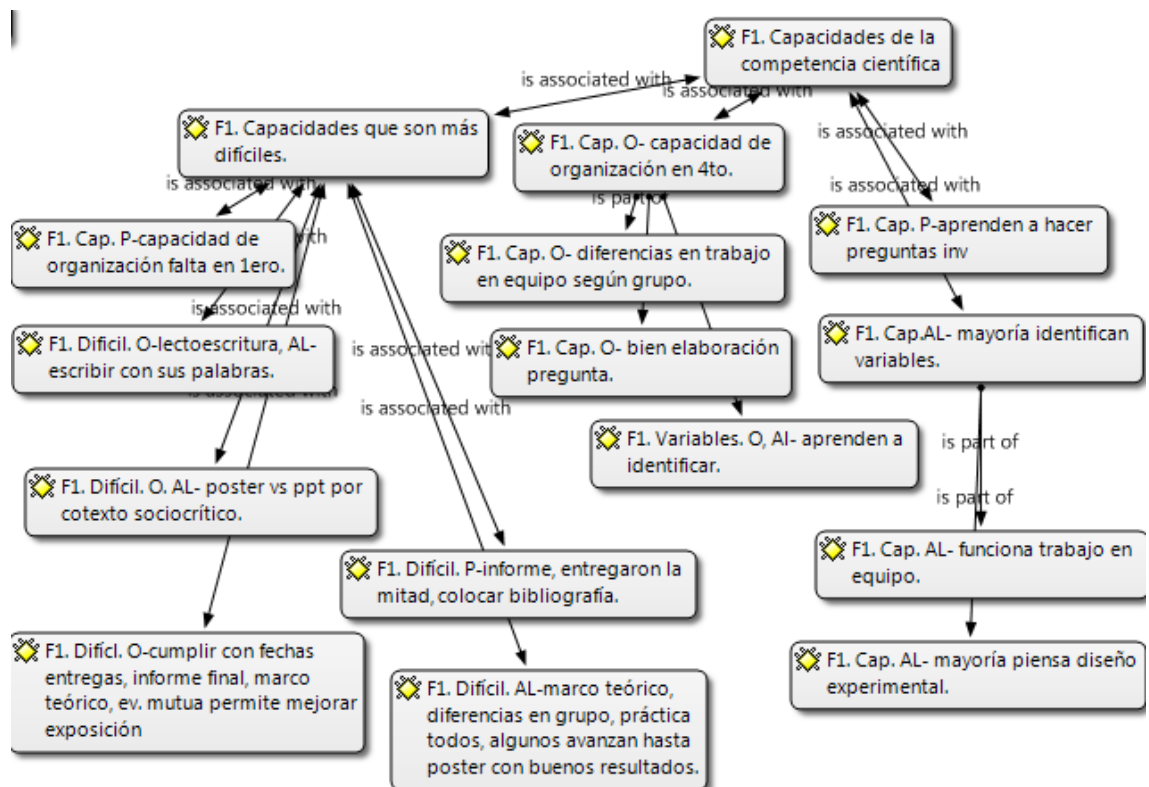


Figura A 25.

Respuestas de docentes sobre las capacidades de la competencia científica que trabajaron, obtenidas de grupo focal realizado al finalizar primera secuencia. Fuente: elaboración propia.

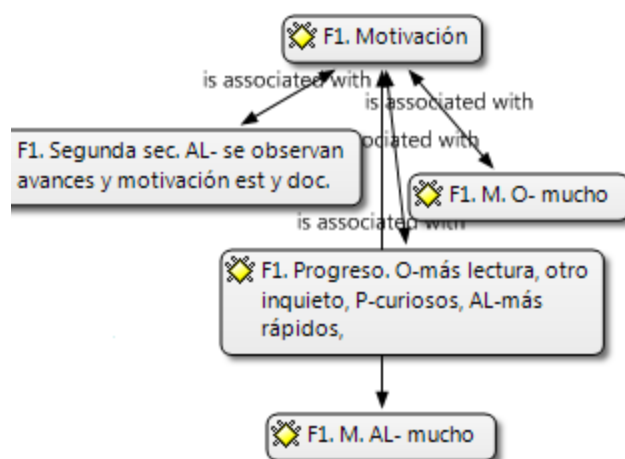


Figura A 26. Respuestas de docentes sobre la motivación de los estudiantes, en grupo focal realizado al finalizar primera secuencia. Fuente: elaboración propia.

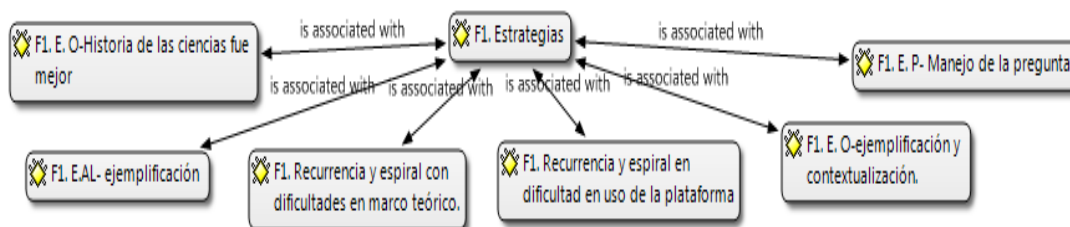


Figura A 27. Respuestas de docentes sobre las estrategias utilizadas, a partir de grupo focal realizado al finalizar primera secuencia. Fuente: elaboración propia.

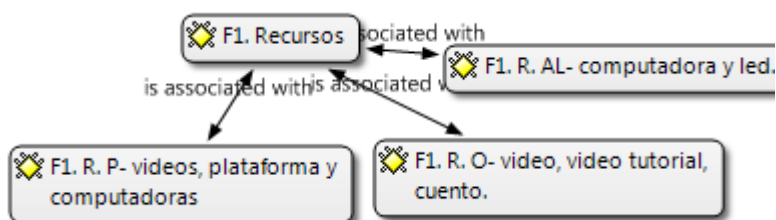


Figura A 28. Respuestas de docentes sobre los recursos utilizados durante la primera secuencia, en grupo focal realizado al finalizar la misma. Fuente: elaboración propia.

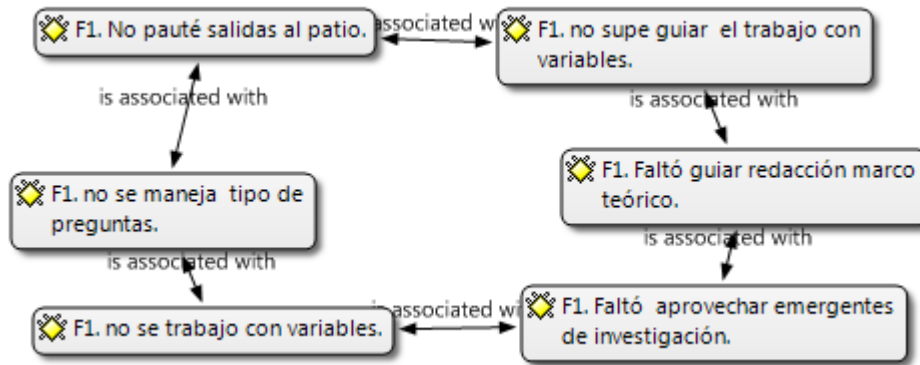


Figura A 29. Respuestas de docentes sobre aspectos que no se trabajaron que pueden ser considerados en el próximo ciclo, en grupo focal realizado al finalizar primera secuencia. Fuente: elaboración propia.

G.5. Grupo focal con docentes luego de la segunda secuencia

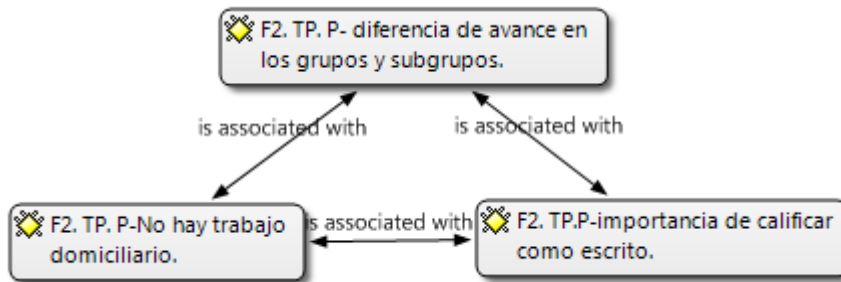


Figura A 30. Respuestas de docentes sobre el trabajo planificado, en grupo focal realizado al finalizar la segunda secuencia. Fuente: elaboración propia.

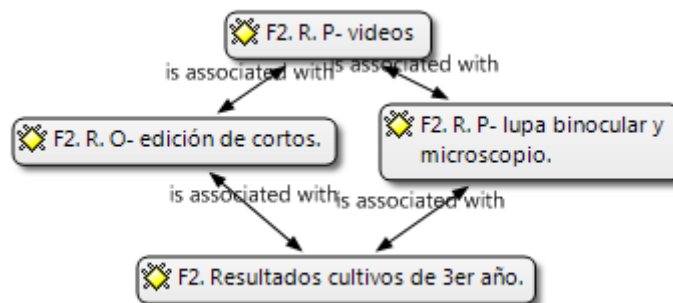


Figura A 31. Respuestas de docentes sobre los recursos empleados, en grupo focal realizado al finalizar la segunda secuencia. Fuente: elaboración propia.

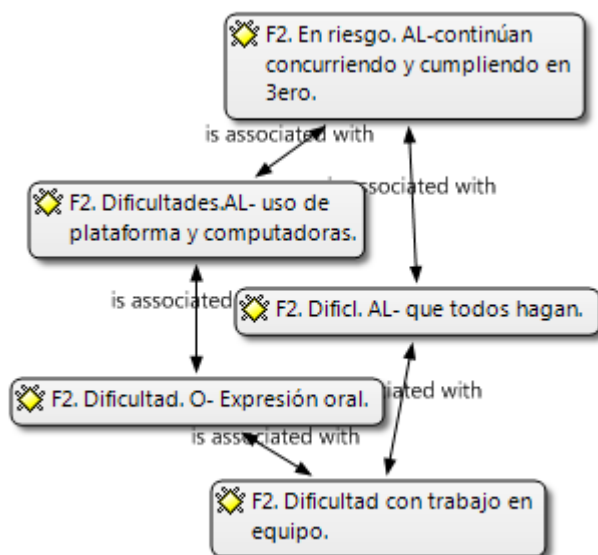


Figura A 32. Respuestas de docentes sobre las dificultades, en grupo focal realizado al finalizar la segunda secuencia. Fuente: elaboración propia.

G.6. Grupos focales con docentes luego de la tercera secuencia

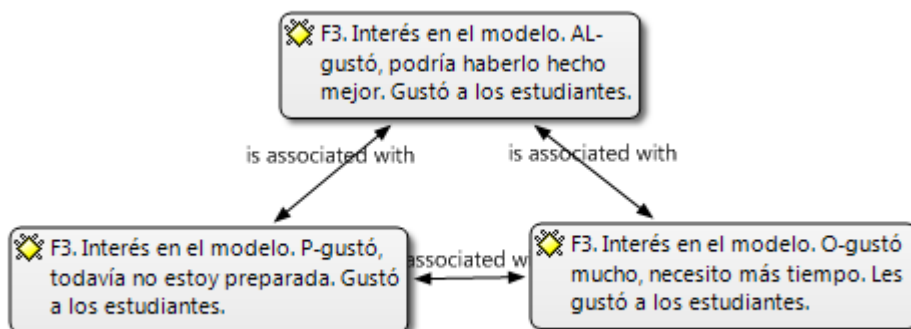


Figura A 33. Respuestas de docentes sobre su opinión sobre la experiencia, obtenidas a partir de grupo focal realizado al finalizar la tercera secuencia. Fuente: elaboración propia.

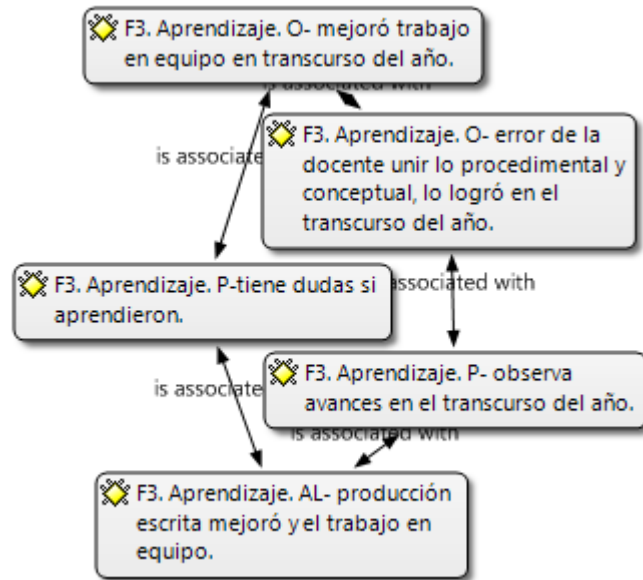


Figura A 34. Respuestas de docentes sobre el aprendizaje realizado por los estudiantes, en grupo focal realizado al finalizar tercera secuencia. Fuente: elaboración propia.

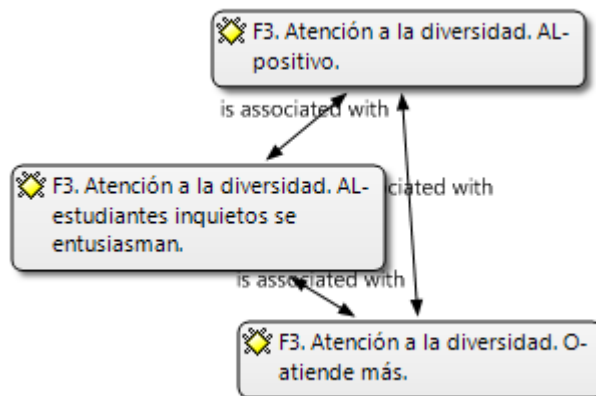


Figura A 35. Respuestas docentes sobre la atención a la diversidad, en grupos focales realizados al finalizar tercera secuencia. Fuente: elaboración propia.

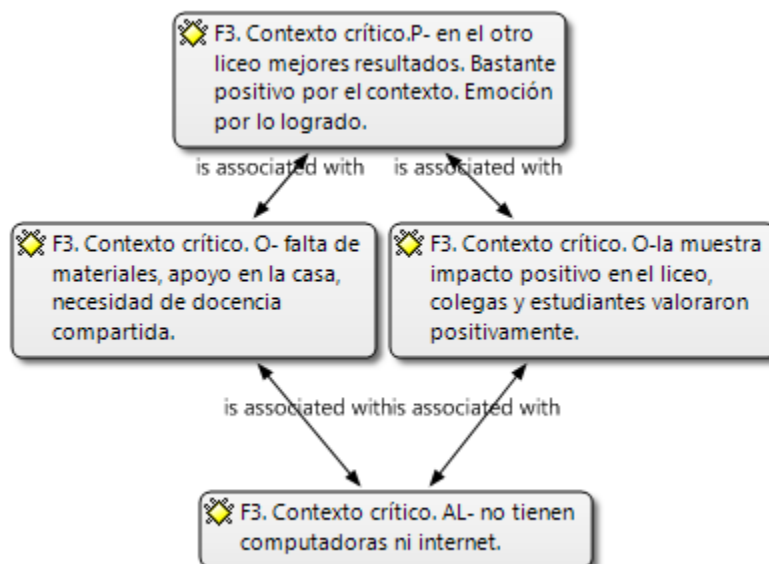


Figura A 36. Comentarios de las docentes sobre el contexto social crítico, extraídos de grupo focal realizado al finalizar tercera secuencia. Fuente: elaboración propia.

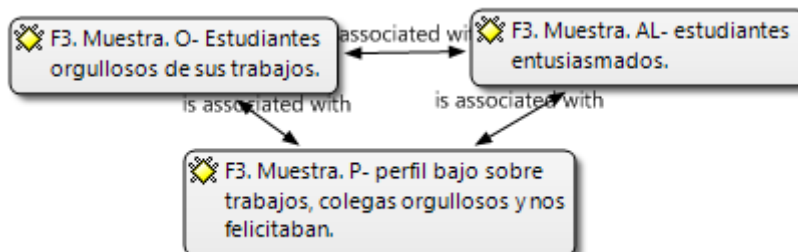


Figura A 37. Comentarios de las docentes sobre la muestra, en grupo focal realizado al finalizar tercera secuencia. Fuente: elaboración propia.

ANEXO H: ENCUESTAS

H.1. ENCUESTA A DOCENTES

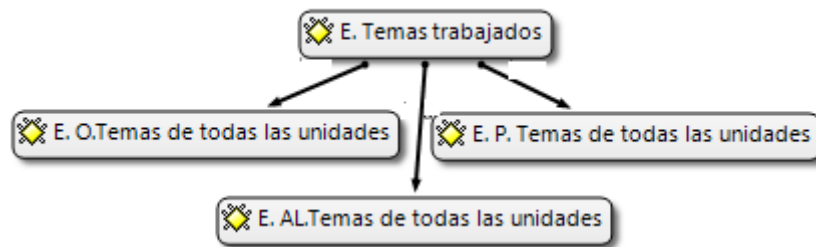


Figura A 38. Temas trabajados. Fuente: elaboración propia.

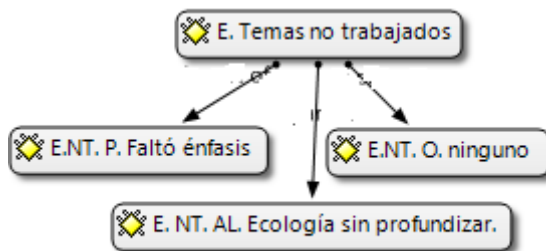


Figura A 39. Temas no trabajados. Fuente: elaboración propia.

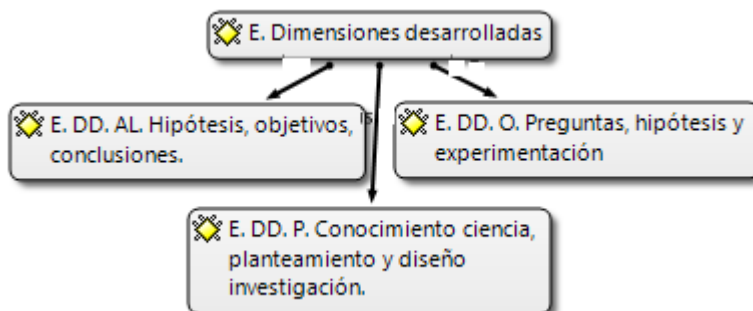


Figura A 40. Dimensiones de la competencia científica desarrolladas. Fuente: elaboración propia.

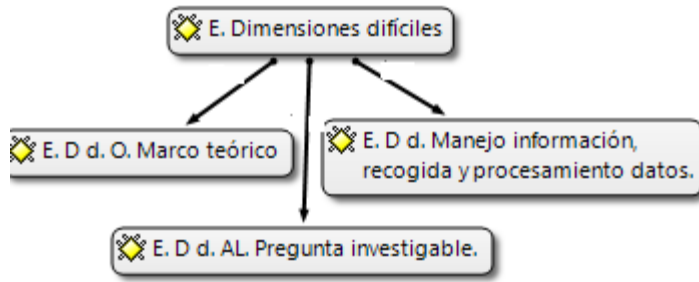


Figura A 41. Dimensiones que presentan más dificultades. Fuente: elaboración propia.

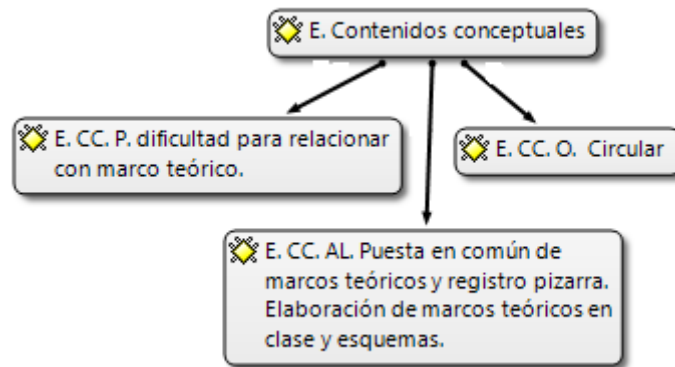


Figura A 42. Abordaje de los contenidos conceptuales. Fuente: elaboración propia.

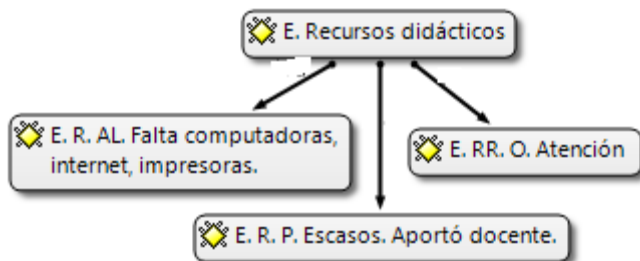


Figura A 43. Recursos didácticos. Fuente: elaboración propia.

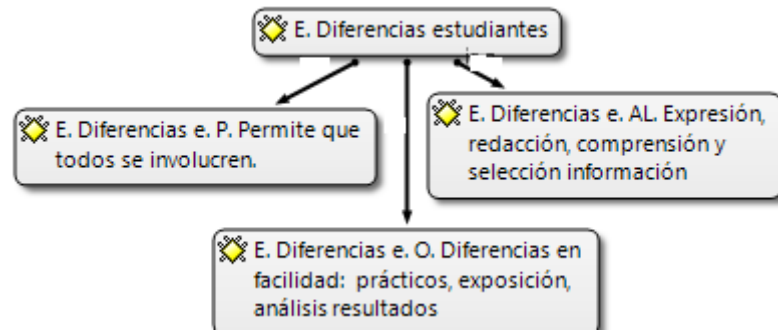


Figura A 44. Diferencias en el desarrollo de la competencia. Fuente: elaboración propia.

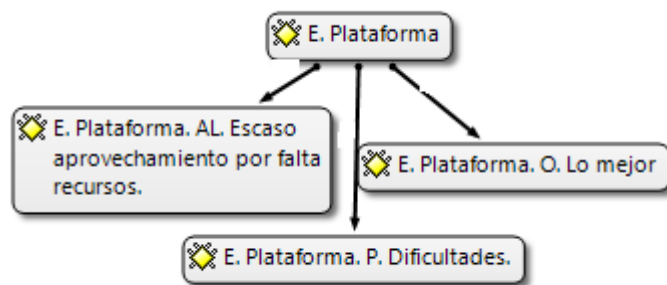


Figura A 45. El uso de plataformas educativas. Fuente: elaboración propia.

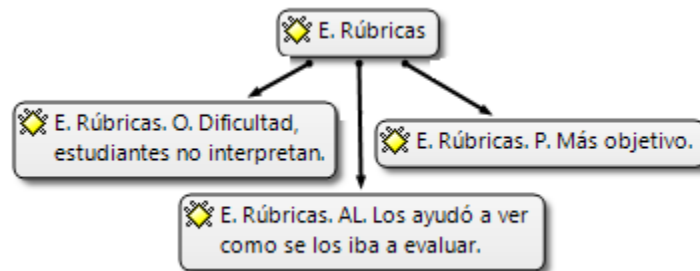


Figura A 46. El uso de rúbricas. Fuente: elaboración propia.

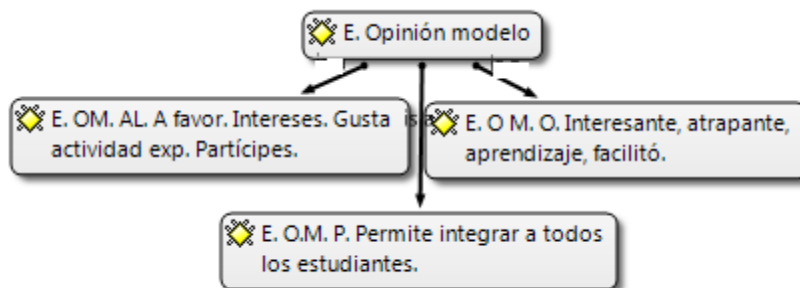


Figura A 47. Opinión sobre modelo didáctico. Fuente: elaboración propia.

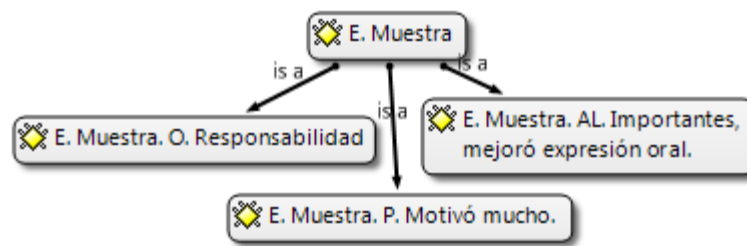


Figura A 48. Aprendizajes de la Muestra. Fuente: elaboración propia.

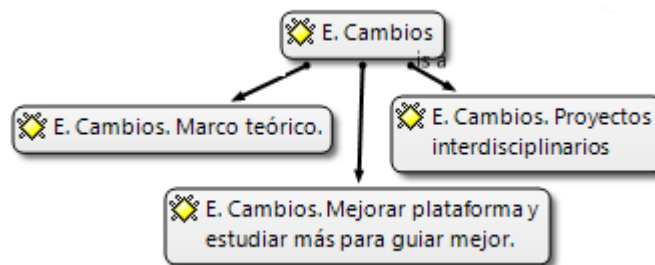


Figura A 49. Cambios propuestos. Fuente: elaboración propia.

H.2. ENCUESTA A ESTUDIANTES

Encuesta aprendizaje por indagación 4to año

Tus respuestas son muy importantes para esta investigación, por ello es fundamental que respondas sinceramente. Solamente la investigadora podrá leer tus respuestas.

1. En el transcurso del año ¿cuáles de éstas actividades aprendiste más? señala hasta dos opciones. *

Pensar preguntas investigables

Elaborar hipótesis

Hacer un marco teórico

Diseñar experimentos

Realizar experimentos

Analizar resultados

Escribir la discusión y conclusión

2. En el transcurso del año ¿qué actividades aprendiste menos? señala hasta dos opciones

Pensar preguntas investigables

Elabora hipótesis

Hacer un marco teórico

Diseñar experimentos

Realizar experimentos

Analizar resultados

Escribir una discusión y conclusión

3. Indica los temas que aprendiste (puedes señalar varias opciones) *

Teorías de origen de la vida

Célula

ADN

Herencia

4. ¿Qué aprendizajes te dejó la Muestra? Puedes indicar varias opciones. *

Elaborar póster

Exponer al público

Trabajar en equipo

Otros

Si indicaste otros, describe ¿cuáles? *

5. ¿Qué forma de comunicar tu investigación te resultó mejor? *

Informe escrito

Póster

Explicación oral

Power point

6. Respecto al trabajo en equipo *

Fue una dificultad durante todo el año.

En el transcurso del año aprendí a organizarme en el equipo.

En los últimos meses logramos formar un gran equipo.

Otro:

Si respondiste otra, explica tu opinión *

7. Agrega tu opinión sobre las clases de Biología de este año, que no se te haya preguntado.

H.2.1. Resultados de la encuesta en primer año

En el transcurso del año ¿cuáles de éstas actividades aprendiste más?
señala hasta dos opciones.

12 respuestas

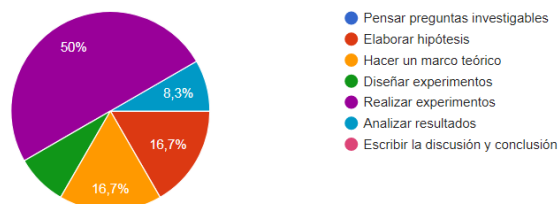


Figura A 50. Actividades que aprendieron más en primer año. Fuente: elaboración propia.

Análisis del impacto del modelo didáctico de aprendizaje por indagación en Biología, sobre el desarrollo de la competencia científica en estudiantes de enseñanza secundaria

En el transcurso del año ¿qué actividades aprendiste menos? señala hasta dos opciones.

12 respuestas

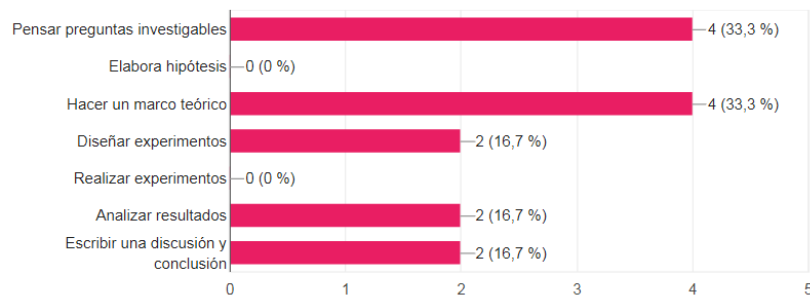


Figura A 51. Actividades que aprendieron menos en primer año. Fuente: elaboración propia.

Indica los temas que aprendiste (puedes señalar varias opciones)

12 respuestas

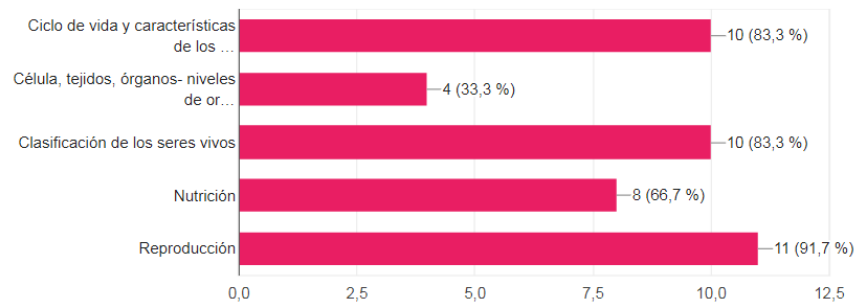


Figura A 52. Temas que aprendieron en primer año. Fuente: elaboración propia.

¿Qué aprendizajes te dejó la Muestra? Puedes indicar varias opciones.

12 respuestas

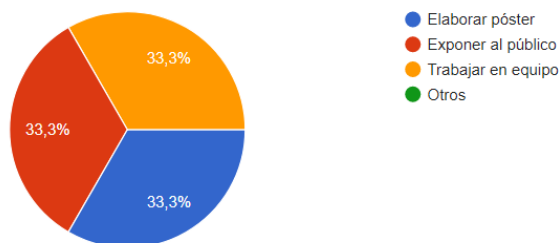


Figura A 53. Aprendizajes de la muestra en primer año. Fuente: elaboración propia

¿Qué forma te resultó mejor para comunicar tu investigación?

12 respuestas

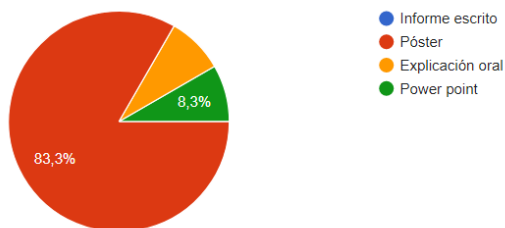


Figura A 54. Aprendizajes de la Muestra. Fuente: elaboración propia

Respecto al trabajo en equipo

12 respuestas

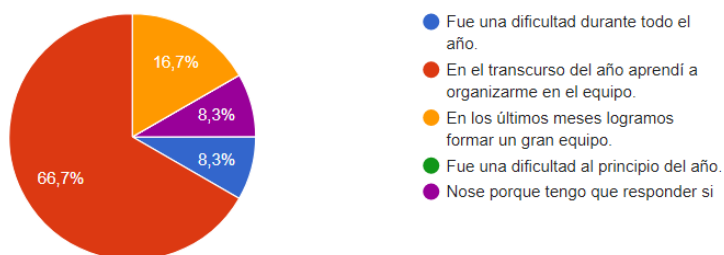


Figura A 55. Opiniones sobre el trabajo en equipo. en primer año. Fuente: elaboración propia.

Agrega tu opinión sobre las clases de Biología de este año, que no se te haya preguntado.

12 respuestas

Me gustó mucho Biología aunque algunos temas me resultaron más difíciles que otros pero los logré entender.
Ami me gusto como la profe se tomo el tiempo para explicar ya que fue nuestro primer año de dexperiencias y no entendíamos mucho . gracias a ella saldremos muy preparado para 2do 😊😊
Mi opinión es que esta clase me gusta, además de gustarme aprendí muchas cosas importantes como organizarme en equipo. Bueno, opino que todo este año en Biología estuvo bueno. Principalmente porque aprendí cosas.
esta muy bueno
La verdad que la clase de biología me pareció muy interesante,es decir, los temas y los experimentos.
Muy buenas porque aprendimos mucho la profe se tomo cada minuto para explicar y que entendamos En fin nos preparó genial para el año entrante 🍀
me gusto cuando hicimos investigar los gusanos de seda
nada
me enseñó muchas cosas como experimentos hacer poster , ect
Mi opinión de este año es que fueron muy lindas porque aprendimos muchas cosas sobre la célula, reproducción,etc.
Estuvieron muy buenas las clases de biología,aprendí nuevas cosas como:Trabajar en equipo,Experimentos,etc.La profesora se comporto muy bien con nosotros,aunque aveces la hacemos rezongar mucho pero de eso aprendimos.Fue una clase excelente compartida con mis compañeros y espero volver a repetirlo mas adelante.Muy buena persona y mujer adorable la inspectora Daisy,que se comporto muy bien este año con nosotros.
fue muy bueno

Figura A 56. Opiniones sobre las clases por indagación en primer año. Fuente: elaboración propia.

H.2.2. Resultados de la encuesta en tercer año

En el transcurso del año ¿cuáles de éstas actividades aprendiste más? señala hasta dos opciones.

13 respuestas

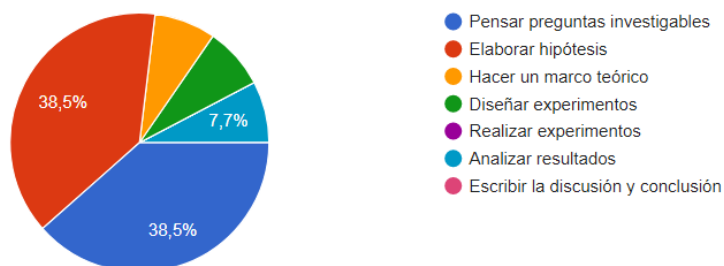


Figura A 57. Actividades que aprendieron más en tercero. Fuente: elaboración propia.

En el transcurso del año ¿qué actividades aprendiste menos? señala hasta dos opciones.

13 respuestas

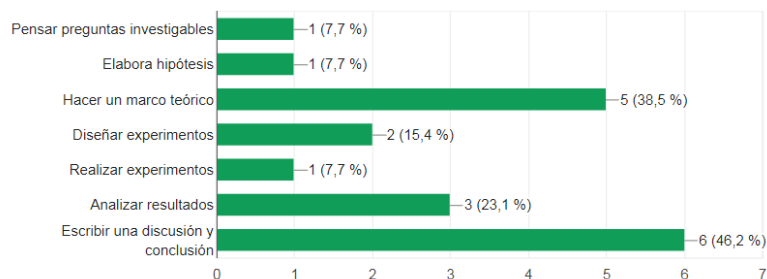


Figura A 58. Actividades que aprendieron menos en tercero. Fuente: elaboración propia.

Indica los temas que aprendiste (puedes señalar varias opciones)

13 respuestas

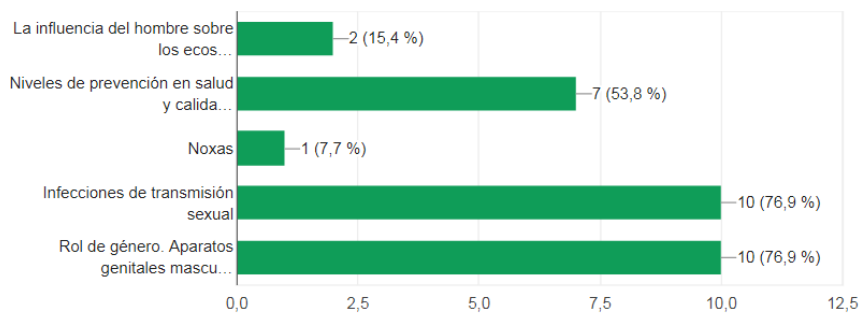


Figura A 59. Temas que aprendieron en tercero. Fuente: elaboración propia.

¿Qué aprendizajes te dejó la Muestra? Puedes indicar varias opciones.

13 respuestas

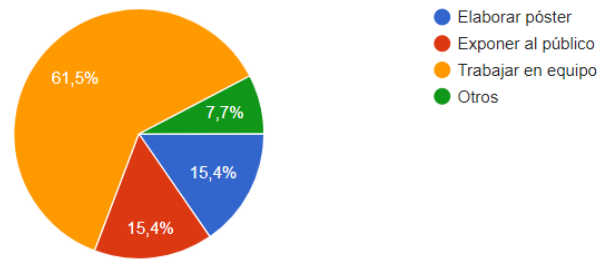


Figura A 60. Aprendizajes de la muestra en tercero. Fuente: elaboración propia.

¿Qué forma te resultó mejor para comunicar tu investigación?

13 respuestas

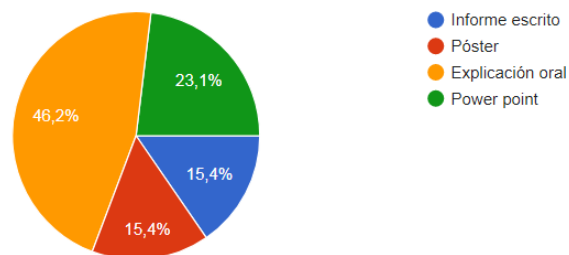


Figura A 61. Comunicación en tercero. Fuente: elaboración propia.

Respecto al trabajo en equipo

13 respuestas



Figura A 62. Trabajo en equipo en tercero. Fuente: elaboración propia.

Agrega tu opinión sobre las clases de Biología de este año, que no se te haya preguntado.

13 respuestas

✎
me pareció interesante el tema de las investigaciones
Me gustó la clase de biología y también cuando hacíamos los trabajos en equipo y hacíamos encuestas
Las clases de biología de este año me ayudaron a poder informarme mejor y conocer cosas nuevas sobre diferentes temas. Unos de los principales temas que me gustaron fue el de realizar encuestas.
esta bueno hacer investigaciones
Las clases de biología me parecieron muy entretenidas, por que todos los trabajos se realizaban en equipo entonces es muchísimo mejor
Me gustó la forma de trabajar este año, ya sea basándonos en investigaciones e interactuando con los compañeros.
La clase de Biología es muy buena, pero no me llamo la atención hacer las investigaciones.
Me pareció muy buena, divertida y aprendimos muchas cosas que no sabíamos.
Me gusto las clases de biología por las investigaciones y como explica la profe espero que el año que viene tambien podamos hacer investigaciones
Muy buenas
Ninguna
muy buenas porque entendi los temas dados durante el año

Figura A 63. Opiniones sobre las clases en tercero. Fuente: elaboración propia.

H.2.3. Resultados de la encuesta en cuarto año

En el transcurso del año ¿cuáles de éstas actividades aprendiste más?
señala hasta dos opciones.

10 respuestas

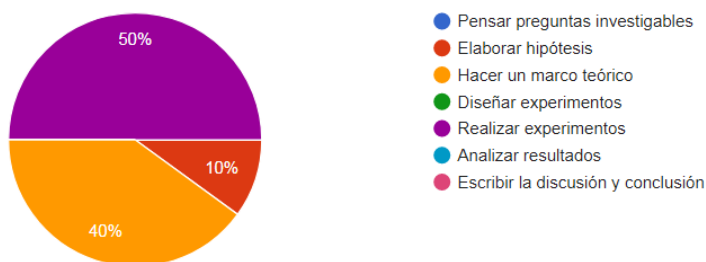


Figura A 64. Actividades que aprendieron más en cuarto. Fuente: elaboración propia.

En el transcurso del año ¿qué actividades aprendiste menos? señala hasta dos opciones.

10 respuestas

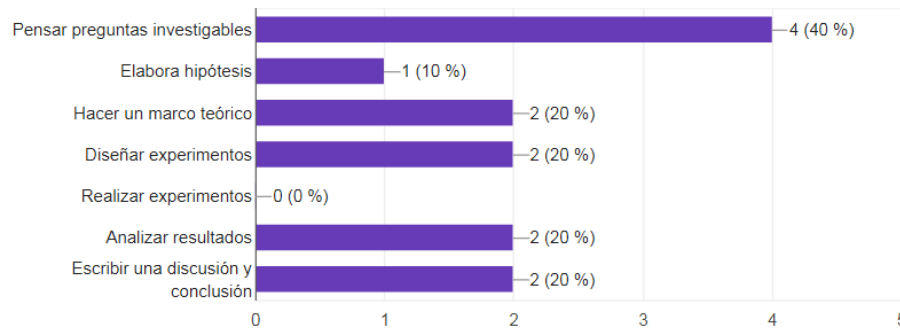


Figura A 65. Actividades que aprendieron menos en cuarto. Fuente: elaboración propia.

Indica los temas que aprendiste (puedes señalar varias opciones)

10 respuestas

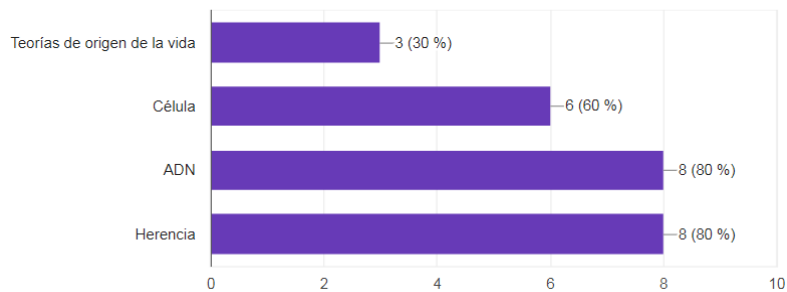


Figura A 66. Temas que aprendieron en cuarto. Fuente: elaboración propia

¿Qué aprendizajes te dejó la Muestra? Puedes indicar varias opciones.

10 respuestas

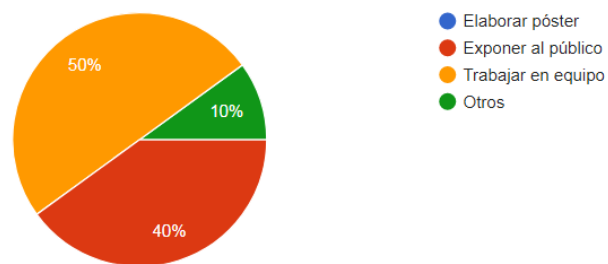


Figura A 67. Aprendizajes de la muestra en cuarto. Fuente: elaboración propia

¿Qué forma de comunicar tu investigación te resultó mejor?

10 respuestas

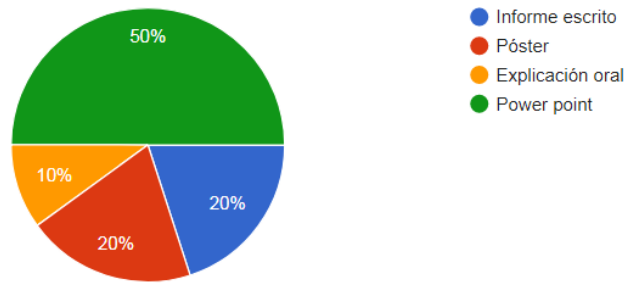


Figura A 68. La comunicación en cuarto. Fuente: elaboración propia.

Respecto al trabajo en equipo

10 respuestas



Figura A 69. Trabajo en equipo en cuarto. Fuente: elaboración propia.

Figura A 70. Opiniones sobre las clases por indagación en cuarto. Fuente: elaboración propia.

Agrega tu opinión sobre las clases de Biología de este año, que no se te haya preguntado.

10 respuestas

Me gusta Biología pero este año no supe llevarme bien con la materia!
Estuvieron interesantes
La forma en que trabajamos este año,realizando investigaciones,trabajando en equipo ;me resulto interesante ya que es una forma mas "Divertida" de trabajo y aprendemos tanto de la materia como a trabajar en grupo y perder el miedo a exponer en publico
Me hubiera gustado que en el año se realizara una investigación y no que todo el año se basara en investigaciones
Hubo mucho descontrol, falta de organización he voluntad, qué se fie arreglando un poco con cuestión de tiempo.
desde mi perspectiva, puedo decir que este año fue muy productivo para mi aprendizaje, pude adquirir el conocimiento, lograr un buen vinculo con la docente y mis compañeros.
A mi me gusto mucho este año , por que trabajamos todo el año en equipo , que eso hacia mas divertido y llevadero al trabajo y podiamos expresarnos como quisieramos .
Fue una manera distinta comparando con años anteriore, fue un año para que tengamos responsabilidad, sepamos trabajar en grupo. Una manera para que nosotros cuando nos toque hacer una investigación sepamos cómo hacerla. Pero fue una forma de trabajo buena porque al hacer experimentos y de saber cómo se hace está bueno.
Muy Buena clase, me gusto mucho cuando empesabamos a discutir por la pregunta y Conclusion
Fue muy bueno este año ya que aprendimos sobre las investigaciones(como se hacen, y etc) y también porque es algo nuevo para nosotros y podemos utilizarlo en nuestras vidas cotidianas